



**Национална научна програма
„Информационни и комуникационни технологии за
единен цифров пазар в науката, образованието и сигурността“
(ИКТ в НОС)**

Начало на програмата: 03.12.2018 г.

Край на програмата: 30.11.2021 г.

Тип документ: **Отчетен научен доклад**
Тип на отчета: Съдържателен отчет
 Междинен (първо шестмесечие)
 Междинен (второ шестмесечие)
 Годишен

Период: **01.12.2019 г – 30.09.2020 г.**

Дата на изготвяне: 15.10.2020 г.

Дата на приемане: 15.10.2020 г.

Съдържание

Списък на фигурите	3
Списък на таблиците.....	3
Увод	4
Компонент 1: Електронна инфраструктура за отворена наука и отворен достъп до научни резултати.....	5
Работен пакет 1.1. Високопроизводителни и разпределени пресмятания	5
Работен пакет 1.2. Компютърно и математическо моделиране с приложение в инженерните и природните науки.....	7
Работен пакет 1.3. Хранилища за отворени научни резултати.....	28
Работен пакет 1.4. Съхранение и анализ на големи обеми данни и технологии за приложение на изкуствен интелект.	30
Компонент 2: Цифрови технологии в обучението, преподаването, работата с млади таланти и специални целеви групи	34
Работен пакет 2.1. Отворени образователни ресурси	34
Работен пакет 2.2. Езикови технологии и технологии, базирани на съдържание за по-добро образование.....	47
Работен пакет 2.3. Съвременни средства за цифровизация в образованието и работата с млади таланти.....	54
Компонент 3: Информационна сигурност	64
Работен пакет 3.1. Мониторинг, превенция и реакция при инциденти.....	64
Работен пакет 3.2. Обучение и образование по информационна сигурност на ученици, студенти, граждани и администрация.....	69
Работен пакет 3.3. Разработване и одитиране на сигурен софтуер и киберсигурност.....	71
Допълнителни задачи	78
Заклучение.....	80
Постигнати индикатори (общи за програмата).....	82
Предстоящи задачи до края на втората година.....	83
Приложения	84

Списък на фигурите

Фиг. 1 Монография на Н.Кюркчиев.....	22
Фиг. 2 Екранна снимка от мониторинговата система в реално време за наблюдение на атаките, реализирани към Лабораторията (към 26 май 2020 г., 23:54 ч.).....	66
Фиг. 3 OPC-UA архитектура за сигурност за клиент – сървър комуникации	72
Фиг. 4 Комуникационни слоеве в OPC-UA архитектурата за сигурност	73
Фиг. 5 Систематизация на подходите за разработка на системи за управление, базирани на стандарта IEC-61499.....	75
Фиг. 6 Софтуерен модел, базиран на стандарта IEC-61499 и формални методи	76

Списък на таблиците

Таблица 1 Списък на експертните доклади	69
Таблица 2 Постигнати индикатори (обща за програмата).....	83

Увод

Настоящият отчет има за цел да представи изпълнението на основните дейности, задачи, както и постигането на най-важните резултати, цели и индикатори заложи в програмата през втората година от изпълнението на Националната научна програма „Информационни и комуникационни технологии за единен цифров пазар в науката, образованието и сигурността“ (ИКТ в НОС). Това е кратък съдържателен отчет, който се базира на изпълнението на програмата до края на месец Септември. Пълният окончателен отчет ще бъде представен през месец Декември.

Структурата на отчета следва трите основни научни компонента, заложи в програмата:

Компонент 1: Електронна инфраструктура за отворена наука и отворен достъп до научни резултати

Ръководител: Проф. д-мн Петър Бойваленков (ИМИ-БАН)

Компонент 2: Цифрови технологии в обучението, преподаването, работата с млади таланти и специални целеви групи

Ръководител: проф. д-р Владимир Пулков (ТУ-София)

Компонент 3: Информационна сигурност

Ръководител: Проф. д-р Владимир Димитров (СУ-ФМИ)

В настоящия отчет са включени и допълнителните задачи, възложени на Технически университет – София, по молба на МОН, съгласно споразумение ДО-1-235/18.12.2019 на ННП ИКТ в НОС.

В Заключението се прави критичен анализ на постигнатите резултати, посочват се основните проблеми пред изследователите, и се предлагат основните цели, теми и индикатори за постигане през втората половина на втората година от изпълнение на програмата.

Компонент 1: Електронна инфраструктура за отворена наука и отворен достъп до научни резултати

Този компонент включва четири работни пакета:

- Работен пакет 1.1. Високопроизводителни и разпределени пресмятания
- Работен пакет 1.2. Компютърно и математическо моделиране с приложение в инженерните и природните науки
- Работен пакет 1.3. Хранилища за отворени научни резултати
- Работен пакет 1.4. Съхранение и анализ на големи обеми данни и технологии за приложение на изкуствен интелект

Работен пакет 1.1. Високопроизводителни и разпределени пресмятания

Научна задача 1.1.1. Интегриране на съвременните изчислителни системи и системи за съхранение на данни, софтуер, мидълуер и услуги; предоставяне на българските изследователи прозрачен и отворен достъп до изчислителната инфраструктура с цел разработване и експлоатация на изчислително интензивни научни приложения.

Основните подзадачи във връзка с дейностите по научна задача 1.1.1 са:

- **Подзадача 1.1.1.1:** Координиране на интеграцията на изчислителните системи и системи за съхранение на данни, софтуер, мидълуер и услуги, предоставени от партньорите по програмата.
- **Подзадача 1.1.1.2:** Създаване на тестови пакети за оценка на производителността на системите.
- **Подзадача 1.1.1.3:** Организация и предоставяне на отворен достъп на научните групи по програмата до интегрираните ресурси.
- **Подзадача 1.1.1.4:** Разработване, тестване и интегриране на лесни за използване средства за симулация и търсене/оптимизация, базирани на квантовите изчисления и алтернативни технологии.

Резултати от изпълнението на планираните задачи:

Основната работа се състои в обединяване на ресурсите на партньорите, обучение, предоставяне на достъп и подпомагане на потребителите, а научните публикации представят конкретни научни разработки, извършени с цел координиране и подобряване на работата на инфраструктурата и създаване на нови възможности за потребителите. Съществено е и осигуряването на работата на научни групи, решаващи мащабни изследователски задачи и възприемането на нови технологии в областта, които ще бъдат решаващи през следващите години. Като основа на работата бяха обучени студенти и млади изследователи и бяха подпомогнати научни групи, ползващи наличната инфраструктура.

Подзадача 1.1.1.1. Съществено за осигуряването на работата на научни групи, решаващи мащабни изследователски задачи е ефективната интеграция на съществуващите ресурси и възприемането на нови технологии в областта, които ще бъдат решаващи през следващите години. В резултат на колаборацията между ИИКТ и СУ в научната мрежа EUROHPC (нова за пакета) след дискусии и с помощта на МОН беше подаден проект по HORIZON 2020, включващ повечето европейски държави, който беше финансиран и стартира през периода.

В резултат на участието на ИИКТ в научната мрежа EGI, като представител от България, и редовното участие в дискусиите беше подаден научен проект в HORIZON 2020, който е бил оценен положително и предстои да стартира през 2021 г.

Интегрирани са изчислителните системи и системи за съхранение на данни на трите факултета (ФХФ, ФзФ, ФМИ) в кампуса на Софийския университет в Лозенец. В работно състояние е мрежата за трансфер на софтуер между екипите и споделяне на данни, регистрирани с новите сензори за атмосферни измервания, както и данните, предоставени от химически измервания. Подобрената скорост на трансфер между системите в ИИКТ-БАН позволява ефективно разпределение на изчисленията между наличните системи и разпределение на данните между наличните системи за съхранение на данни.

Подзадача 1.1.1.2. Предоставена беше методическа помощ при инсталация на оптимизирани приложения, за което бяха използвани пакетите, разработени по подзадачата 1.1.1.2. Направени са тестове за приложимостта на нови алгоритми – изкуствен интелект за хибридната паралелна изчислителна система във ФМИ.

Върху суперкомпютъра Авитохол са инсталирани нови, оптимизирани за съответната архитектура, версии на python, octave, tensorflow, Open Source Computer Vision Library, gromacs, софтуер за моделиране на quantum random walk.

В серии от тестове бяха демонстрирани предимствата на използването на GPU при решаване на интензивни изчислителни задачи, възникващи при глобалния анализ на чувствителността, като се използват редици с нисък дискрепанс. Бяха оформени тестови пакети за по-нататъшно сравнение на производителността.

Подзадача 1.1.1.3. Планираните групи потребители използваха осигурения прозрачен и отворен достъп, имат капацитет и достигат съществени научни и научно-приложни резултати. Осигурени са редовни он-лайн консултации за ефективното използване на системата Авитохол.

Осигурен е достъп до работещата система, HPC клъстера PhysOn за провеждане на курс за напреднали (20 участници от института по паразитология, Бургаски Университет, химически факултет-СУ, ФМИ-СУ), организиран от Центъра за върхови постижения в ИКТ “УНИТЕ”.

Разработени са и са публикувани указания за достъп до хибридна система на ФМИ.

Проведени са следните мероприятия:

- GOOGLE meet за отдалечен достъп и кабинетите 25а и 25 б в сграда В на Физическия факултет за участниците на живо.
- RDA BG Zoom webinar 24.7.2020; 11 AM (Sofia time) – международно участие
- Филм за дейностите на общността, работеща с изследователски данни
- https://drive.google.com/drive/folders/1yO7AmDFLyTow-p4fFs9Hh7y_aZPCM2A4?usp=sharing
- Връзка с българския облак за наука с участието на г-жа Карина Ангелиева, зам.-министър МОН, сектор Наука, September 21st, 2020 from 10:00 - 11:30 in the ZOOM system. Webinar ID: 830 8849 7886

Проф. Пройкива участва в консултацията, организирана от Изпълнителния съвет на Европейския облак за отворена наука (EOSC) за дефиниране на бъдещите приоритети Strategic Research and Innovation Agenda (SRIA) – 30 август 2020. Представени са специалните връзки с ИКТ в НОС. На 30 септември 2020 г. EOSC-secretariat съобщава, че описаният от Пройкива подход за съвместно използване на данните ще бъде включен в доклада на SRIA.

В международния информационен ден, организиран от проф. Петър Станчев ИМИ-БАН за отворена наука (OpenAire-BG) е представена ИКТ в НОС (проф. Красен Стефанов) и RDA-BG (проф. А. Пройкива).

Представена е презентация на конференцията MCQMC2020 (Oxford): E. Atanassov, S. Kucherenko, S. Ivanovska, On the Use of Global Sensitivity Analysis for Optimisation of Numerical Schemes for Evaluation of Option Prices and Greeks

Подготвени са съвместни публикации с импакт-фактор на екипи от ФзФ-СУ (Герова), БУЛАТСА (Пенчев), Институт по хидрология (Данчовски), ФХФ-СУ (Недялкова, Симеонов, Романова), Университет в Болоня (Мадурга).

Екипите на СУ (ФзФ, ФМИ, ФХФ) в сътрудничество с екипите на ИМИ-БАН, ИИКТ-БАН провеждат уебинари на 24.07.2020; 21.09.2020; 25.09.2020.

Осъществени са контакти с потенциални партньори от бизнеса във връзка с:

- Потенциал за използване на високопроизводителни изчислителни ресурси и експертиза за обработка на телеметрични данни от моторни превозни средства с цел наблюдение за опасни участъци.
- Потенциал за използване на високопроизводителни изчислителни ресурси за обработка на големи данни, свързани с натоварването на градския транспорт в София във връзка с COVID-19.
- Започнатото сътрудничество от предходния период с активни софтуерни фирми като FTS продължава.

Установена е постоянна комуникация с колегите, работещи в дирекция Наука и НАЦИД във връзка с изграждането на национално хранилище за публикации и данни.

Решени бяха значими задачи от изчислителната химия (публикации 1-2), науките за земята (публикации 3-4), информатиката (публикации 5-6) и редица теоретични и приложни математически задачи (публикации 7-17).

Подзадача 1.1.1.4. Разработени и тествани бяха алгоритми за моделиране на quantum random walk с използване на QMC, които показаха по-добра производителност в сравнение с досега използваните, базирани на MC. Тествани бяха налични пакети за симулиране на квантови изчисления с оглед възприемането им от научните групи.

През оставащия кратък период до края на годината предстои:

- Да се оформят като публикации някои от постигнатите резултати в областта на високопроизводителните изчисления и обработката на големи обеми от данни, най-вече по задача 1.1.1.3.

Работен пакет 1.2. Компютърно и математическо моделиране с приложение в инженерните и природните науки

Научна задача 1.2.1. Разработване на *in silico* методи и инструменти за изследване на комплексни среди в контекста на иновативни технологични решения.

Работата по тази задача е разпределена в следните подзадачи:

1. Анализ и разработване на методи за изследване и модулиране на биологичната активност на биомолекули и комплекси.
2. Компютърно и математическо моделиране на нееднородни среди с нелокални свойства и аномални процеси на пренос.
3. Разработване и реализация на високопроизводителни методи и алгоритми. Анализ на изчислителна сложност и скалируемост.

4. In Silico анализ на клинични и биохимични комплексни и компрометирани данни. Рискове при моделиране, хемометричен и биохимичен, математико-статистически, дискриминантен и кластерен анализ

Получени са следните резултати:

Подзадача 1. Изследвано е взаимодействието между винтова дислокация и примесна среда при изключително високи водородни концентрации и приложени напрежения с цел разкриване на водородните ядрени квантови ефекти върху подвижността на винтовата дислокация. Получените резултати от симулации на квантови ефекти върху движението на дислокацията в рамките на класическата молекулна динамика (MD), а също и в рамките на формализма на пръстено-полимерната молекулна динамика (RPM), показват забележими квантови ефекти, включително увеличаване на водородното увличане при изключително високи концентрации на H и увеличаване на степента на отделяне на дислокацията от водородната атмосфера при по-ниски концентрации. Анализирани са паралелната производителност на солвер базиран на йерархична полу-разделима (HSS) компресия за плътни системи линейни уравнения произтичащи от дискретизация с метод на граничните елементи (MGE) върху паралелни машини с разделена и споделена памет.

Изследван е противовъзпалителния потенциал на хепарина за профилактика и потискане развитието на цитокинова буря при пациенти с COVID-19. Изследването е комплексно, обхващащо насочващи молекулно-динамични симулации и валидиращи лабораторни измервания. Заключение е, че хепаринът е мощно противовъзпалително средство, което може да се използва за терапия на остри възпалителни състояния, поради своя потенциал да инхибира сигналните пътища на два от основните цитокини, свързани с възникването на характерната за тези състояния цитокинова буря – интерферон-гама и интерлевкин-6.

Получени са първи резултати от in silico изследване на взаимодействието на интерферон-гама с нискомолекулни олигозахариди на базата на МД от 500ns. Показано е, че в взаимодействието е много силно и доминирано от силно електростатично привличане на двете молекули. Образованите комплекси са изключително стабилни, а формираните контакти са в две критични за биологичната активност на цирокина области – гъбквите C-краища и възходящата NLS последователност в долната част на глобулата му – осигуряващи образуването на цитокин-рецепторен комплекс и последващото инициране на сигналната трансдукция в ядрото.

Подзадача 2. Теоретично и експериментално са сравнени две различни дефиниции на дробен оператор на Лаплас върху крайна област с подходящи гранични условия, гарантиращи съществуване на решение. Първата е „спектралната“, където собствените функции на дробния оператор съвпадат с тези на стандартния Лаплас, а собствените стойности са взети на съответната дробна степен. Втората е „потенциалната“, където действието на дробния оператор се описва чрез интегралното представяне на потенциала на Риц. Бе показано, че двете дефиниции не са еквивалентни и решенията на съответните задачи при еднакви дясна част и гранични условия се различават. Един от основните резултати е получаването на решение в аналитичен вид при дясна част Дирак делта функцията в интервала $[-1,1]$, както и извеждането на асимптотична оценка за стръмнината на граничните слоеве на решението при константна дясна част.

Подзадача 3. Детайлно е анализирана числената ефективност на йерархичен алгоритъм за решаване на системи линейни алгебрични уравнения, възникващи при крайно-елементни дискретизации на дробни дифузионни процеси, описани посредством потенциала на Риц. Процесът е нелокален и води до гъста матрица на системата с много голяма размерност. Алгоритъмът се базира на пакета STRUMPACK (Structured Matrix Package) и реализацията му на Hierarchical Semi-

Separable compression. Основният резултат е разработването на две схеми за пренареждане на променливите, чрез които се подобрява представянето на оригиналния алгоритъм. Числените експерименти са извършени на суперкомпютъра AVITOHOL при ИИКТ-БАН.

Анализирана е паралелната производителност на солвер, базиран на йерархична полу-разделима (HSS) компресия, за плътни системи линейни уравнения, произтичащи от дискретизация с метод на граничните елементи (MGE), върху паралелни машини с разделена и споделена памет.

Подзадача 4. Графеновите производни са възникнали като основни материали при разработването на противоракови системи за доставяне на лекарства. Графен, графен оксид и графенови квантови точки са използвани за ефективно доставяне на различни противоракови лекарства. Наноматериалите с графенов оксид (GO) насочиха вниманието на научната общност поради техните специфични повърхностните свойства. Локацията на функционални групи на повърхността му осигуряват модификация чрез функционализиране с молекули с фокус за разширяване на обхвата на биологичните приложения с въздействие върху ефекта на намаляване на токсичността. Свойствата на GO като наноносител на лекарствени молекули и способстват подобряването на разтворимостта за системите носители-лекарства, когато се функционализират с различни хидрофилни молекули или полимери, предполагащи потенциални приложения в клиничните лечения са разгледани в рамките на теорията на функционалната плътност (DFT) и молекулярната динамика.

Проведено е експерименталното и теоретични вибрационно изследване за три различни манганови (II) оксалатни хидрата. Изясняването на IR и Raman спектрите беше разгледано въз основа на тяхната структурна особеност; като се установявиха някои интересни връзки на базата на изчислителните методи проведени с квантово-химични изчисления и приложенията за анализ със методите на многовариационните статистически подходи. Изчислителният подход чрез теорията на функционалната плътност (DFT) е приложен за точно прогнозиране и интерпретация на междумолекулните ефекти въз основа на сравнителен анализ с експерименталните и изчислени IR и Raman спектри в комбинация с многовариационната статистическа схема. Предложената изчислителна рамка също беше изследвана за случая на модела с изолирана молекула от разгледаните форми на манганови (II) оксалатни хидрата. Целите на изследването бяха да се разработи протокол за валидиране на предложената процедура за подобни изчисления в твърдо състояние заедно с електронни изчисления за изолираните молекули и да се разкрият приликите в групите от обекти чрез техники за кластер анализ (CA) и анализ на главни компоненти (PCA) за данните.

Проучена е ефективността на нови подходи за анализиране и интерпретиране на данни от експериментални резултати от литературни източници за регистрирани експериментални стойности за различни физикохимични параметри в различни серии медно-цинкови и медно-оловни метаболитни стъкла чрез използване на интелигентен анализ на данни с многовариационни статистически методи. Връзките между химичен състав и физикохимичните параметри се оценяват чрез регресионен анализ.

Ефективното получаване на дисперсии на наночастици от платина се постига чрез редукция на хлороплатинатните йони (PtCl_6^{2-}) чрез хексадециланилин (HDA), тъй като реакцията се провежда на границата въздух / вода, където се е образувал неразтворимият монослой от HDA. Получаването на платиновите наночастици, образувани спонтанно на границата въздух-вода от HDA, дава възможност за тяхното трансфериране като многослой върху подходящи твърди пластинки с помощта на техниката Langmuir-Blodgett. Филмите за Лангмюр-Блоджет се характеризирани с атомна силова микроскопия (AFM) и рентгенова фотоемисионна спектроскопия (XPS).

Ракът е дефиниран като група от тежки заболявания, които могат да засегнат всеки орган или тъкан на тялото, когато атипично разрастване на определени клетки, надхвърлят обичайните си граници, за да атакуват съседни части на тялото и/или се разпространяват в други органи. Обхвата на това заболяване продължава да нараства в световен мащаб, прилагайки огромни физически, емоционални и финансови щети върху хората, обществото и здравните системи. Много лечения за рак като химиотерапия, хирургическа интервенция и лъчетерапия съществуват, но те обикновено са свързани с незадоволителни резултати за дългосрочни периоди на преживяемост на пациентите. По този начин, по-модерните методи, които дават по-добри резултати, по-малко странични ефекти и висока ефективност, са много търсени. Прилагането на суперпарамагнитни наночастици от железен оксид (SPION), които действат като платформа за борба с рака са в процес на разработване в последните десетилетия. Магнитни характеристики на тези частици ги превръщат в желан обект на приложение. Суперпарамагнитните свойства на тези наночастици се използват широко за диагностика, доставка на лекарства и терапия. По същия начин терапевтичните мултифункционални SPION ги маркират като подходящ двоен агент за едновременно приложение в диагностика на доставка и като агенти за приложение в образната диагностика. Нови платформи за лечение на рак и диагнози, базирани на SPION, се разработват и трансформират бързо за приложения в системи за доставяне на лекарства и образна диагностика.

Разработен е работещ смесено-целочислен линеен модел за нагъване на първична структура в 3D (в тримерното пространство). За численото решаване на модела се използва стандартни пакети (CPLEX, GUROBI), инсталирани на сървъра на Център за съвременни биоинформатични изследвания (ЦСБИ).

Сходството във физикохимичните свойства на медно-оловните и медно-цинковите боратни стъкла са идентифицирани чрез разкриване на връзката между обектите на изследване с помощта на многовариационен статистически анализ. Като изследователски методи са използвани клъстерният анализ, анализът на главни компоненти и двупосочното групиране за набор от боратни стъкла на основата на мед-олово и мед-цинк. Бяха интерпретирани специфични корелации между физикохимичните свойства на медни стъкла. По-специално се идентифицира ефектът на йоните Pb и Zn в медни стъкла в структурно-механичните свойства. Интересното е, че степента на съдържание на олово определя два вида стъкла със специфични физикохимични свойства.

Разработен е сравнително прост метод за класификация на хранителните протеини по отношение на тяхната алергичност. Методите, прилагани за решаване на проблема, са добре познати многовариантни статистически подходи (йерархичен и неиерархичен клъстер анализ, двупосочен клъстер, основни компоненти и фактор анализ), представляващи съществена част от съвременния анализ на изследователските данни (хеометрия). Методите са приложени към набор от данни, състоящ се от 18 хранителни протеина (алергенни и неалергенни). Получените резултати убедително показват, че успешното разделяне на двата вида хранителни протеини може лесно да бъде постигнато с избора на прости и достъпни физикохимични и структурни дескриптори. Резултатите от настоящото проучване могат да бъдат от съществено значение за разграничаването на алергенни от неалергични хранителни протеини, без да се използват сложни софтуерни методи и ресурси. Настоящото изследване съответства изцяло на концепцията на списанието и на Специалния брой за търсене на усъвършенствани хеометрични стратегии при решаване на структурни проблеми на биомолекулите.

Разработена е процедура за разделяне на голяма група разтворители, общо 259, описани от 15 специфични дескриптора (експериментално намерени и теоретично предсказани физикохимични параметри). Методите на хеометрията могат да бъдат използвани полезно за извличане и изследване на информация, съдържаща се в такива данни. В този ред в настоящото

изследване на голяма група разтворители с помощта на специфични дескриптори бяха ефективно приложени усъвършенствани гъвкави методи за разделяне на йерархични клъстери. Разделителен йерархичен асоциативно-клъстериращ алгоритъм осигурява не само гъвкавото разделение на разтворителите, но и разделение на дескриптори. По този начин е възможно да се идентифицират най-специфичните дескриптори (по отношение на по-високи, най-малки или междинни стойности) към всеки дял (група) от разтворители.

Хеометричният подход, използван за тази цел, е метод на с-средните, който е полу-контролирана клъстерна процедура. Предимството на такъв процес на клъстериране е възможността за постигане на разделяне на разтворителите в модели на сходство с определена степен на принадлежност на всеки разтворител към определен модел, както и да се разгледа възможното членство на същия обект (разтворител) в друг клъстер. Разделянето, базирано на хибриден подход на теоретичните молекулярни дескриптори и получените експериментално, позволява по-директно разделяне на групите на сходство и приемлива интерпретация. Показано е, че е постигната важна връзка между обектите на групи на сходство с групи на сходство на променливи. Десет класа разтворители се интерпретират в зависимост от техните специфични дескриптори, тъй като един от класовете включва един обект и може да се тълкува като отклонение. Поставяйки резултатите от това изследване в по-широка перспектива, беше показано, че подходът на групиране предоставя полезен инструмент за разделяне на променливите, свързани с основните физикохимични свойства на разтворителите. Става възможно да се предложи ръководство за разпознаване на разтворители въз основа на теоретично изчислени или експериментално намерени дескриптори, свързани с физикохимичните свойства на разтворителите.

Научна задача 1.2.2. Моделиране и оптимизация на моно- и биметални нано-материали с желани свойства както и нови по-ефективни материали за наноелектрониката, системите за съхранение и преобразуване на енергия.

Работата се извършва в следните подзадачи:

1. Намиране връзка между структура и радикал-улавяща способност.
2. Изследване на дифузионни процеси в биметални наноструктури и оптимални конфигурации в моно- и биметални наноструктури.
3. Моделиране на окислението на CO от HNO₃ в H-CHA зеолит при ниска температура

Получените резултати, са както следва:

Подзадача 1. На основата на извършени пресмятания върху фенолни киселини с различен брой хидроксилни групи, междинни и крайни продукти на процесите според различните механизми на радикал-улавяне са предложени нови дескриптори за оценка на потенциала за радикал-улавяне. Разработен е и софтуерно реализиран метод, симулиращ дифузионни процеси в биметални наноструктури. Проведените компютърни симулации показват ефективността на метода.

Моделирана е структурата и ефектите на сегрегация в биметална Ag₇₀Pt₇₀ наночастица. Подобни материали могат да бъдат използвани като катализатори на различни процеси, свързани със съхранението и преобразуването на енергия. Проведени бяха периодични квантово-химични изчисления с програмен пакет VASP, базиран на теорията на функционала на плътността (ТФП). За да установим енергетично най-изгодните хомотопи използвахме специално разработените нов иновативен метод и програма [S. M. Kozlov, G. Kovács, R. Ferrando, K. M. Neyman, How to determine accurate chemical ordering in several nanometer large bimetallic crystallites from electronic structure calculations. Chem. Sci., 2015, 6, 3868–3880.] в групата на проф. Константин Нейман, с която

Лабораторията по органичен катализ (ФХФ-СУ) има дългогодишно сътрудничество. Този метод се основава на прости изрази за енергетичните приноси, зависещи от разположението на атомите на два метала в кристалната решетка на наночастицата, т.е. единствено от топологията на наночастицата.

Резултатите от проведените квантово-химични изчисления показаха, че в случая на Ag₇₀Pt₇₀ наночастица, Ag атоми се стабилизират на ниско координираните позиции на повърхността на наночастицата. Колкото по-ниско е координационното число на Ag атом на повърхността, толкова по-голяма е неговата енергетична стабилизация: -625, -336 и -195 meV, съответно за Ag атоми заемащи позиции на повърхността с координационни числа съответно: 6, 7 и 9. Според квантово-химичните изчисления всяка Ag-Pt връзка дестабилизира системата с 11 meV, т.е. бихме могли да очакваме, че смесването на двата метала е енергийно неизгодно. Структурата на хомотопа с най-ниска енергия отразява индивидуалните енергетични приноси, описани по-горе. Всички Ag атоми са разположени на повърхността на наночастицата. Те заемат всички 48 позиции с координационни числа 6 и 7, а останалите 22 Ag атоми заемат позиции на повърхността с координационно число 9. Останалите позиции на повърхността с координационен номер 9 (26) и всички позиции във вътрешността на наночастицата са заети от Pt атоми. Ag и Pt не се смесват помежду си. Оттук, шест от (111) фасетите са заети само от Ag или Pt атоми. Работата по тематиката продължава, като в ИИКТ-БАН се провежда оптимизация на Ag-Pt наночастици, използвайки потенциали на Гупта. Това ще даде възможност на сравним получените резултати на две различни нива на теория и да очертаем протокол, който да бъде използван при оптимизацията на други биметални наночастици.

Подзадача 2. Свойствата на наночастиците могат да бъдат предсказвани от механизма на формиране и динамиката на промените в тяхната вътрешна структура. Задачата за намиране на стабилна структура е NP-пълна и изисква специални подходи. Ние прилагаме симулирано закаляване за оптимизиране на структурата на метални наночастици, като най-важният параметър в тази оптимизационна задача е температурата. Експериментите са проведени с реални данни като са изследвани набори от монометални клъстери (сребро) с размер от 150 до 3000 атомал. Получени са различни зависимости между броя на атомите и тяхното разположение в набора, от една страна, и предложеното представяне на температурата и правилото за край на експеримента, от друга.

Разработен е и двуетапен метод за намиране на оптимални конфигурации в биметални наноструктури, който позволява компютърно симулиране на реални биметални наноструктури.

Подзадача 3. Моделирахме структурата и ефектите на сегрегация в биметална Ag₇₀Pt₇₀ наночастица. Подобни материали могат да бъдат използвани като катализатори на различни процеси, свързани със съхранението и преобразуването на енергия. Проведени бяха периодични квантово-химични изчисления с програмен пакет VASP, базиран на теорията на функционала на плътността (ТФП). За да установим енергетично най-изгодните хомотопи използвахме специално разработените нов иновативен метод и програма [S. M. Kozlov, G. Kovács, R. Ferrando, K. M. Neyman, How to determine accurate chemical ordering in several nanometer large bimetallic crystallites from electronic structure calculations. Chem. Sci., 2015, 6, 3868–3880.] в групата на проф. Константин Нейман, с която Лабораторията по органичен катализ (ФХФ-СУ) има дългогодишно сътрудничество. Този метод се основава на прости изрази за енергетичните приноси, зависещи от разположението на атомите на два метала в кристалната решетка на наночастицата, т.е. единствено от топологията на наночастицата.

Резултатите от проведените квантово-химични изчисления показаха, че в случая на Ag₇₀Pt₇₀ наночастица, Ag атоми се стабилизират на ниско координираните позиции на повърхността на наночастицата. Колкото по-ниско е координационното число на Ag атом на повърхността, толкова по-голяма е неговата енергетична стабилизация: -625, -336 и -195 meV, съответно за Ag атоми

заемащи позиции на повърхността с координационни числа съответно: 6, 7 и 9. Според квантово-химичните изчисления всяка Ag-Pt връзка дестабилизира системата с 11 meV, т.е. бихме могли да очакваме, че смесването на двата метала е енергийно неизгодно. Структурата на хомотопа с най-ниска енергия отразява индивидуалните енергетични приноси, описани по-горе. Всички Ag атоми са разположени на повърхността на наночастицата. Те заемат всички 48 позиции с координационни числа 6 и 7, а останалите 22 Ag атоми заемат позиции на повърхността с координационно число 9. Останалите позиции на повърхността с координационен номер 9 (26) и всички позиции във вътрешността на наночастицата са заети от Pt атоми. Ag и Pt не се смесват помежду си. Оттук, шест от (111) фасетите са заети само от Ag или Pt атоми. Работата по тематиката продължава, като резултатите са дискутирани между групите от БАН и СУ. Като на базата на проведените дискусии в момента колегите от БАН провеждат оптимизация на Ag-Pt наночастици, използвайки потенциали на Гупта. Това ще даде възможност да сравним получените резултати на две различни нива на теория и да очертаем протокол, който да бъде използван при оптимизацията на други биметални наночастици.

Проведени са квантовохимични пресмятания за изясняване механизма на окислението на CO от HNO₃ в H-CHA зеолит при ниска температура

Разгледахме четири механизма на окисление на CO от HNO₃ в H-CHA зеолит. Всички механизми започват с адсорбцията на реагентите, CO и HNO₃, чрез водородни връзки, съответно към мостова OH група и базичен кислороден център от зеолита. Механизмите A и B са едностадийни. В първия молекулата на CO се окислява от HNO₃ през преходно състояние TS1 без прякото участие на зеолита. В механизъм B молекулата на CO се окислява до CO₂ през преходно състояние TS2, в което зеолитът участва активно в процеса чрез мигриране на H⁺ от мостовата OH група към C атом от молекулата CO и чрез базичния кислороден център от зеолита, който привлича протона на азотната киселина. Изглежда, че структурата на TS2 съответства на бифуркационна точка, тъй като тя може да се трансформира до две различни структури: (1) директно до CO₂ и HNO₂ (механизъм B); и (2) до комплекс HCOO-NO₂⁺, тъй като зеолитният протон взаимодейства с O център от NO₂⁺ (механизъм C). От последния интермедиат могат да се получат крайните продукти (CO₂ и HNO₂), минавайки през същата структура на TS2 (механизъм C). Друга алтернатива е ако интермедиатът е координиран към зеолита и през TS3 структурата могат да се образуват CO₂ и HNO₂, което включва пренос на H⁻ от HCOO⁻ към NO₂⁺ (механизъм D). Във всички разгледани механизми беше изчислено, че окислението на CO е силно екзотермичен процес, $-187 \div -217$ kJ/mol, така че изследвахме в детайли само кинетиката на процеса. Енергетичните диаграми показват, че най-изгодни са механизмите B и C с бариер на скоростно-определящите етапи (които са еднакви) от 81 kJ/mol. Тъй като тези стъпки са първите, не се очаква образуване на интермедиат в съответствие с наличните експериментални резултати. И двата механизма включват прякото участие на зеолита чрез трансфери на H⁺ и чрез образуването на първоначалния комплекс на CO със зеолитния H⁺, който е от решаващо значение за процеса на окисление. Изчислените енергетични бариери за скоростноопределящите етапи на механизми A и D са значително по-високи.

Работата по отделните изследователски проблеми е в сътрудничество с колективи от Университета на Барселона, Тихокеанската Северозападната Национална Лаборатория на САЩ и Университета в Твер.

Научна задача 1.2.3. Разработване на нови математически методи и изчислителни техники за изследване и валидиране на динамични модели, описани чрез обикновени и/или частни диференциални уравнения с приложение.

Изследван е иновативен алгебричен интервален модел на линейни уравнения на равновесие, които са в основата на крайно-елементни модели за анализ и дизайн на строителни конструкции с интервални моделни параметри.

Получена е аналитична оценка отдолу на първото собствено число ламбда на p -Лапласиана с условия на Дирихле в ограничена област на n -мерното пространство чрез неравенство на Харди с двойно сингулярно ядро. Получени са нови неравенства от тип Харди с двойно сингулярни тегла – във вътрешна точка и върху границата на областта. Направено е сравнение между три Монте Карло алгоритъма с приложение при моделиране на интеграционни потоци.

За непрекъснат процес на метанова ферментация с производство на биогаз е предложен моделно-базиран метод за управление в режим на плъзгане.

Представена е схемата BOOST за скриване на пациентски данни в медицински изображения, при което е използвана математическа система за ядрени завъртания.

Изследван е модел, описващ нано-пукнатина в магнито-електро-еластична равнина (МЕЕ), подложена на натоварване от сръзваща вълна.

Изследвани са статистическите характеристики на математически модел, описващ потока на вещество в канал, състоящ се от мрежови възли и ръбове.

Разработен е хибриден механичен модел с прилежащ авторски софтуер на базата на методите на крайните и на граничните елементи, който е приложен за изследване на сеизмичното поведение на многослойна геоложка среда в реален сеизмичен сценарий.

Изследвана е задачата на Коши за еволюционно уравнение, съдържащо оператори от дробен ред по времето и по пространството: дробна производна на Капуто от ред β по времето и оператор $-A\alpha$ по пространството, където $-A$ генерира силно непрекъсната еднопараметрична полугрупа в Банахово пространство.

Доказани са нови необходими и достатъчни условия за избухване на решенията за крайно време и за глобалното им съществуване на задачата на Коши за нелинейното уравнение на Клайн-Гордън с полиномиална нелинейност и критична начална енергия.

Изследвани са смущенията в максималното положително-определено решение на нелинейно матрично уравнение при смущения в матричните коефициенти.

Предложен е подобрен алгоритъм за криптиране, базиран на числен метод и трансляционно-ротационното уравнение.

Изследван е адаптивен Монте Карло алгоритъм и е приложен върху многомерния интеграл, описващ ядрото на Вигнер в квантовата механика, като е доказана линейна изчислителна сложност с нарастване на размерността на интеграла.

Направено е приближено пресмятане на пълните индекси на чувствителността посредством квази-случайната реца на Собол и Холтън. Проведеният анализ на чувствителност има изключително важна роля за тестване и подобряване на съответни математически модели, и за надеждна интерпретация на числените резултати от страна на съответните специалистите.

Разработен е подобрен квази-Монте Карло метод, базиран на квази-случайната редица на Собол с побитово отместване и разбъркване и с висока изчислителна точност, което е от важно значение за процеса на обучение на невронни мрежи и в изчислителната биология.

Представено е числено решение на задачата за разсейване на хармонични вълни от нано-пукнатини във функционално подредена изотропна полуравнина; алгоритъмът се основава на нехиперсингуларен метод на граничните интегрални уравнения в усилния, изведен с помощта на

функция на Грийн за нехомогенна полуравнина. Резултати са с приложими в теория на разрушения на нано-материали и в обратни задачи за определяне на характеристиките на подповърхностни пукнатини.

Разработен е нов метод за получаване на параметризирано решение на линейна алебринна система, съдържаща линейни ранк-едно зависимости между интервално-значни параметри.

Проведени са експерименти за пресмятане на торг-ъгъл и торг-скорост зависимости за различни мускулни групи.

Разработен е подход за обработване на експерименталните данни, при който:

- избират се класове функции (един или няколко) в които по метода на най-малките квадрати или друг се определят най-добрите функции, приближаващи експерименталните данни;
- по някой от критериите за оптималност на модели (Akaike Information Criterion (AIC), Bayesian information criterion (BIC), Hausdorff distance criterion (HDC) и др.) се определя оптималният модел измежду най-добрите функции.

Научна задача 1.2.4. Модели за анализ на данни и откриване на закономерности от данни при оценка и предсказване на безопасността или токсичността на лекарства.

Определено е подходящо множество от експериментални масиви с протеинови структури, проведена е поредица от експерименти и на базата на резултатите от тези експерименти е формулирана работна хипотеза. Разработени са и са в процес на изследване множество функции за оценка при предсказване на протеинови структури, като голяма част от тях са получени чрез прилагане на иновативни подходи, основани на знания, които извличат знания от наличните данни за структурите на протеините. Дефинирана е т. нар. ентропия, основана на знания, и е показано как тази ентропия може да се използва в контекста на предсказване на структурата на протеини. Тези резултати са представени на Международната конференция по научни изчисления "20 Years of Computational Science" (ICCS 2020, <https://www.iccs-meeting.org/iccs2020/>). Написана е една статия, която е отпечатана в научно издание с SJR.

Решавайки задачата за докинг за различни съединения и рецептори са описани и систематизирани голям брой съединения с определено биологично действие.

Изследвани са въпроси, свързани с класификацията на бактериална антимикробна резистентност и по-конкретно на резистентност към антибиотици, която причинява сериозни здравословни проблеми, появяващи се както в клинични условия, така и в извънклинична среда. Предложен е нов подход за използване на Бейсови модели на пространствена корелация (напр. модели на конволюция) за оценка на относителния риск от свързаните с изобието таксоми на антимикробна резистентност, като се използва наличната пространствена информация за изследваните проби. Тези резултати са представени на Международната научна конференция BioInfoMed (<https://bioinfomed.org/>). Написана е една статия, която е приета за печат в научно издание с SJR.

Научна задача 1.2.5. Предвиждане и гарантиране на качеството в човеко-кибер-физически системи.

Получените резултати са описани за съответните публикации.

- Poryazov, S., Andonov, V., Saranova, E., Different Traffic Quality Aggregations for a Service Composition, 2019 Big Data, Knowledge and Control Systems Engineering (BdKCSE), Sofia, Bulgaria, 2019, 1-5.

Изследва се задачата за композиция на трафичното качество при композиция на услуги. Каузалната структура е представена чрез каузални виртуални устройства, съответстващи на паразитен (parasitic), пренесен (carried) и обслужен (served) трафик. Каузалната композиция и декомпозиция на качеството на трафика е представена графично и аналитично. Предложена е система за именоване на виртуалните устройства, която отчита нивото на включване на базовите виртуални устройства в съставните. Изведени са няколко агрегации на трафично качество при композиция на услуги в случаите на последователно и паралелно свързване на устройствата.

В предложението подход за агрегация на качеството, услугите са представени чрез виртуални устройства и се използват три индикатора за QoS: ефективност на потока (Flow Efficiency, Qf), ефективност на трафика (Traffic Efficiency, Qy) и времева ефективност (Time Efficiency, Qt).

Предложени са най-общо графично представяне на каузалната декомпозиция и детайлно графично представяне на каузална декомпозиция на трафика във виртуално устройство, в което се разглеждат два типа обслужване на заявките в каузалното устройство Carried (cx). Те са означени съответно с zero и real. Заявките, които постъпват в устройството zero, се обслужват без чакане, а в устройството real – със съответно забавяне.

Дефинирани са три индикатора за базово виртуално устройство x – по трафик (Q_{fx}), по поток (Q_{fx}) и по време (Q_{tx}). Изведени са аналитични изрази на индикатора по трафик и на индикатора по поток при последователна композиция на виртуални устройства. Изведени са аналитични изрази за индикатора по трафика на индикатора по поток при алтернативна композиция на виртуални устройства.

- Andonov, V., Poryazov, S., Saranova, E., Generalized Net Model of Overall Telecommunication System with Queueing. In Atanassov K.T. et al. (Eds.): Advances and New Developments in Fuzzy Logic and Technology - Selected Papers from IWIFSGN'2019 – The Eighteenth International Workshop on Intuitionistic Fuzzy Sets and Generalized Nets, October 24-25, 2019 in Warsaw, Poland, Advances in Intelligent Systems and Computing, Springer Verlag. (in press)

Конструиран е обобщеномрежов модел на цялостна телекомуникационна система, включващ опашкова система на етапа на комутация. Обобщеномрежовият модел е базиран на класическия концептуален модел на цялостна телекомуникационна система с виртуална комутация на канали, включващ поведението на поребителите, с BPP-входящ поток от заявки, повторни повиквания, краен брой хомогенни терминали, загуби поради изоставено и прекъснато номеронабиране; блокирана и прекъсната комутация; недостъпен викан терминал; блокирано и изоставено звънене; изоставена комуникация. Графичното представяне на обобщеномрежовия модел на цялостната телекомуникационна система с опашка е разделено на 4 части, всяка съответстваща на един от етапите: Номеронабиране (Dialing), Комутация (Switching), Звънене (Ringing), Комуникация (Communication). Предложена система за именоване на позициите на обобщената мрежа, които съответстват на базови виртуални устройства, чиито параметри характеризират цялостното състояние на системата. Формулирани са допускания за системата и е въведен базов кортеж, параметрите в който са класифицирани на статични и динамични. Като се използва графичното представяне на обобщената мрежа и методите на телетрафичната теория и теорията на вероятностите, е изведен аналитичен израз за интензивността на трафика на виканите терминали – Υ_b . С това е установено, че обобщеномрежовите модели са подходящи за конструиране на аналитични модели на цялостна телекомуникационна система.

- Andonov, V., Poryazov, S., Saranova, E., Analytical model of overall telecommunication system with Queueing. International Journal "Information Models and Analyses", Vol. 8, No 3, 2019, 212-230.

Използва се концептуалният модел на цялостна телекомуникационна система с виртуална комутация на канали, включващ поведението на поребителите, с Бернули-Поасон-Паскал

(Bernoulli–Poisson–Pascal, BPP) входящ поток от заявки, повторни повиквания, краен брой хомогенни терминали, загуби поради изоставено и прекъснато номеронабиране; блокирана и прекъсната комутация; недостъпен викан терминал; блокирано и изоставено звънене; изоставена комуникация и опашкова система на етапа на комутация. На базата на този концептуален модел и формулираните 17 допускания за системата е изведен аналитичен модел на цялостната телекомуникационна система. В аналитичния модел са включени 15 динамични параметъра от базовия кортеж и 12 обобщени статични параметъра, чиито стойности зависят само от статични параметри на базовия кортеж. За 15-те динамични параметъра са изведени 14 уравнения.

- Andonov, V., Poryazov, S., Saranova, E., On the conceptual modeling of queuing systems in overall telecommunication networks. International Journal "Information Models and Analyses", Vol. 8, No 3, 2019, 231-243.

Статията е продължение на работата в направление на концептуалното моделиране на опашкови системи в контекста на цялостна телекомуникационна система. Изполвани са концептуалните модели на опашкови системи, базирани на теорията на масовото обслужване, и по специално класическия модел и детайлизираното представяне. Те са разширени и модифицирани до най-удобния вид за включването им в концептуален модел на цялостната телекомуникационна система, с оглед на по-нататъшното аналитично моделиране на системата. Най-напред са предложени нови наименования на устройствата в класическия концептуален модел, които са подходящи за аналитичното моделиране. Представено е разширение на класическия модел, в което базовото виртуално устройство от тип буфер е заменено със съставно виртуално устройство (ws), съдържащо буфер (q) и сървър (zq). Посочено е, че това разширение на класическия модел позволява да изведе аналитичен израз за средното време за обслужване на всички заявки в буфера – с чакане и без чакане. За двата разширени концептуални модела, като се използват представянията на елементите от теорията на масовото обслужване чрез Обобщени Мрежи (ОМ), са конструирани съответно два обобщеномрежови модела. Двата модела са в подходящ за аналитично моделиране вид, за да бъдат включени в обобщеномрежов модел на цялостната телекомуникационна система с опашка.

- Otsetova, A., Andonov, V., Saranova, E., Poryazov, S., Quality of experience measurement. A survey. International Journal "Information Models and Analyses", Vol. 8, No 3, 2019, 249-260.

Направен е обзор на дефиниции в литературата за качество на обслужване (QoS), усетеното от потребителите качество на обслужване (Quality of Service Perceived, QoSP) и възприетото качество на обслужване (QoE). Представени са основни разлики между качеството на обслужване и възприетото качество на обслужване. Почувстваните (субективните) и измерените (обективните) измерения на качеството могат да се различават. На практика, в много модели на обективни метрики за качеството се изчисляват и/или анализират съвкупност от свойства (характеристики) и/или артефакти преди да се стигне до цялостна оценка за качеството. Направен е йерархичен анализ на измерванията. Различните параметри на мрежово или на системно ниво и измервания формират база от ключови индикатори за функционирането (Key Performance Indicators, KPIs). С агрегиране на KPIs се получават ключовите индикатори за качеството (Key Quality Indicators, KQIs), който от своя страна формират базата на индикаторите за възприетото от потребителите (Customer Experience Indicators, CEIs).

Разгледани са четири категории скали за измерване на възприетото качество на обслужване: номинални, ординални, интервални и пропорционални. Изброени са основните характеристики на скалите от всяка категория. Резултатите са представени в таблица.

При директните скалиращи методи се събират мненията на потребителите за всеки отделен компонент директно върху пропорционална скала. Крайният резултат от експеримента е във вид на Mean Opinion Scores (MOS) или Differential Mean Opinion Scores (DMOS). MOS (DMOS) е мярка, използвана в областта на възприетото качество на обслужване и телекомуникационното инженерство. Представя се обикновено с реално рационално число в интервала [1,5], където 1 съответства на най-ниското възприето качество, а 5 – на най-високо възприетото качество. При индиректните методологии на потребителите се поставят задачи. На базата на техните решения се измерва предпочитанието им към възприетото (Preference of Experience, PoE). PoE дава индикация за факта, че участниците в проучването (потребителите) дават своите преференции само по отношение на стимулаторите вместо на някакви количествени оценки. От практическа гледна точка PoE е директно пропорционално на QoE.

- Andonov, V., Poryazov, S., Saranova, E., Generalized net representations of control structures in service systems theory. *Advanced Studied in Contemporary Mathematics (Kyungshang)*, 30 (1), 2020, 49-60. ISSN:1229-3067.

Развитието на системен подход за моделиране на обслужващи системи чрез ОМ е продължено в [6], където са предложени ОМ представяния на по-сложни конструкции от теорията на масовото обслужване: обратна връзка по информация, права и обратна връзка по информация, обратна връзка по заявки. За всяка от тях, като се използва съответен концептуален модел от теорията на масовото обслужване, е конструиран обобщеномрежов модел. За правата и обратна връзка по информация и за обратната връзка по заявки освен модел, използващ стандартните ОМ, са конструирани и модели, използващи ОМХП, чиито графични представяния са значително по-прости. Предложените представяния улесняват моделирането на системи за обслужване, в частност на телекомуникационни системи.

- Atanassov, K., Gluhchev, G., Andonov, V., A generalized net model of biometric access control system. *Advanced Studied in Contemporary Mathematics (Kyungshang)*, 30 (2), 2020, 225-230. ISSN1229-3067; DOI: 10.17777/ascm2020.30.2.223.

Описан е обобщеномрежов модел на биометрична система за контрол на достъпа, в който се използват 8 параметъра. Стойностите на параметрите се получават посредством следните процедури: гласова верификация/идентификация; верификация/идентификация на лице; идентификация/верификация на ляв и десен профил; идентификация/верификация на почерк; верификация/идентификация на ириса; верификация/идентификация на пръстов отпечатък; верификация/идентификация на подпис. Моделът позволява да се използват различни нива на сигурност при осигуряване на достъпа.

- Andonov, V., Poryazov, S., Saranova, E., Generalized net representations of the causal structure of a queuing system. 2020 IEEE 10th International Conference on Intelligent Systems (IS), Varna, Bulgaria, 2020, 80-86. doi: 10.1109/IS48319.2020.9199942. ISSN: 1541-1672.

Моделирането на опашкови системи чрез ОМ продължава в [8], където са предложени два обобщеномрежови концептуални модела на каузалната структура на опашкова система – прост и детайлизиран модел. В моделите е предложено и представяне на съставните виртуални устройства, което може да се използва в моделите на цялостни телекомуникационни мрежи, съдържащи голям брой базови устройства вложени в съставни на няколко нива. Предложена е и система за именоване на позициите на ОМ, която подпомага аналитичното моделиране на опашкови системи и по-специално на качеството на обслужване на опашковата система като композиция от качеството на обслужване в буфера и сървъра.

- Poryazov, S., Andonov, V., Saranova, E., Traffic quality aggregations of a queuing system. 2020 IEEE 10th International Conference on Intelligent Systems (IS), Varna, Bulgaria, 2020, 102-110, doi: 10.1109/IS48319.2020.9199839. ISSN: 1541-1672.

Изследван проблемът за представяне на трафичното качество на опашкова система като композиция на качеството на компонентите на опашковата система. Опашковата система се разглежда като част от информационна обслужваща система. Каузалната структура на опашковата система е разширена с необслужващи и сигнализиращи трафични устройства и се състои от 5 каузални виртуални устройства. Системата за именоване на виртуалните устройства е също разширена. Разглеждат се концепциите за време за частично обслужване и „пай“ интензивност на трафика. Това позволява по-лесното и по-ясно графично и аналитично моделиране, и дефиниции на индикатори за качество на обслужване чрез агрегиране на качеството на обслужване на вложените компоненти в опашковата система. Резултатите имат приложение при измерването, предсказването и частичното управление на реални информационни обслужващи системи.

- Poryazov, S., Andonov, V., Saranova, E., Methods for Modelling of Overall Telecommunication Systems. Research in Computer Science in the Bulgarian Academy of Sciences, Studies in Computational Intelligence, 2020. ISSN: 1860-949X (accepted)

Направен е обзор на методите за моделиране на цялостни телекомуникационни системи, разработени и прилагани в ИМИ-БАН. Описан е детайлно подход за аналитично моделиране, в който се използват: система от допускания за системата; система за именоване на параметрите на виртуалните устройства; квалификатори в имената на параметрите; теорията на телетрафика и др. Наред с известните резултати, свързани с метода за оразмеряване/реоразмеряване на дадена телекомуникационна мрежа, използващ аналитичния модел на цялостна телекомуникационна система, в статията са изведени аналитични изрази за параметрите на опашковата система в рамките на цялостна телекомуникационна система. Това са вероятността за блокировка на буфера, дължината на опашката, средното време за обслужване на чакащите заявки в буфера, както и средното време за обслужване на всички заявки – чакащи и нечакащи – в буфера.

- Andonov, V., Poryazov, S., Saranova, E., Conceptual Optimization of a Generalized Net Model of a Queuing System, Proceedings of the 2020 Federated Conference on Computer Science and Information Systems, 223–226. (preprint)

Изследван е проблемът за оптимизация на обобщеномрежови модели. Разглеждат се някои съществуващи оператори за сложност на ОМ и са дефинирани нови. Като се използват релациите на включване и еквивалентност по извършена работа над ОМ, са дефинирани релации на включване и еквивалентност относно произволен оператор за сложност. Описана е обща схема за оптимизация на обобщеномрежови модели. Прилагайки определени оператори, дефинирани над ОМ, към даден обобщеномрежов модел, се получава последователност от ОМ, за всеки две последователни от които е в сила релацията на включване по извършена работа относно операторите за сложност. Процесът на оптимизация се прекратява тогава, когато е достигнат минималния, отнапред зададен брой концепции, които е необходимо да присъстват в обобщеномрежовия модел. Процедурата е онагледена за обобщеномрежов модел на опашкова система с ограничен капацитет на буфера и сървъра и FIFO дисциплина на обслужване на заявките. В този случай критерият за спиране на процедурата е достигане до модел с минимален допустим брой преходи и минимален допустим брой позиции на мрежата. Изходният обобщеномрежов модел е преобразуван на три етапа, като на във всеки от тях е получена ОМ на опашкова система. За всяка от ОМ са изчислени стойностите на операторите за сложност и са посочени кои от релациите на включване по извършена работа относно операторите за сложност са в сила. В последния обобщеномрежов модел е използвана ОМХП.

Операторите за сложност над ОМ и релациите над ОМ относно тези оператори представляват основа за концептуална оптимизация на обобщеномрежови модели. За разлика от повечето съществуващи подходи за концептуална оптимизация, в които се използват субективни критерии, предложеният подход позволява да се конструират оптимизационни алгоритми, подходящи за компютърна реализация.

- V. Todorov, I. Dimov, S. Fidanova, S. Poryazov, A New Optimized Stochastic Approach for Multiple Integrals in Option Pricing, Preprints of Communication Papers of the Federated Conference on Computer Science and Information Systems, pages 21 – 24, без импакт ранг, реферира се в CrossRef, BazEkon, DOAJ.

<https://annals-csis.org/proceedings/2020/pliks/109.pdf>

Празглеждат се Европейски опции с експоненциална функция на падеж. Задачата за цената на Европейските опции се свежда до пресмятане на многомерни интеграли от експоненциалната функция върху единичния куб. В статията сравняваме ефективността и точността на квази-Монте Карло методите базирани на точкови множества от тип решетка с генериращ вектор обобщената редица на Фионачи и с оптимален генериращ вектор за числено пресмятане на многомерни интеграли с размерност до 50. Точността на точковите множества от тип решетка зависят от ибора на подходящ генериращ вектор. Когато подинтегралната функция е достатъчно гладка, точковите множества тип решетка превъзхождат не само обикновения метод Монте Карло, но и други квази-Монте Карло редици с нисък дискрепанс. Предимствата и недостатъците на различни квази-Монте Карло алгоритми за многомерно интегриране, базирани на различни генериращи вектори, включително и точковото множество с генериращ вектор обобщената редица на Фибоначи и оптимален генериращ вектор, са проучени за оценка на Европейски опции в настоящето изследване.

- V. Todorov, Y. Dimitrov, I. Dimov. Second Order Shifted Approximations for the First Derivative, Proceeding of High Performance Computing Conference (HPC 2019), Studies in Computational Intelligence Springer series Springer, 2020, I. Dimov and S. Fidanova (Eds.): HPC 2019, SCI 902, 2021, SJR 0.215

https://doi.org/10.1007/978-3-030-55347-0_36

В статията са изследвани числени апроксимации с втори ред на точност за първата производна с приложения. Подхода се основава на логаритмични и експоненциални генериращи функции. Методът може да се приложи за приближено пресмятане на числено решение на обикновени диференциални уравнения от първи ред и за частното диференциално уравнение, описващо преноса на топлина.

- Todorov V., Dimov I., Ostromsky T., Zlatev Z. (2021) Advanced Quasi-Monte Carlo Algorithms for Multidimensional Integrals in Air Pollution Modelling. In: Dimov I., Fidanova S. (eds) Advances in High Performance Computing. HPC 2019. Studies in Computational Intelligence, vol 902. Springer, Cham, SJR 0.215

https://doi.org/10.1007/978-3-030-55347-0_14

В статията е направено сравнение между редицата на Холтън и квази-Монте Карло методи, базирани на точкови множества от тип решетка с различни генериращи вектори за пресмятане на пълните индекси на чувствителност. Първият генериращ вектор се състои от членовете на обобщената редица на Фибоначи от съответната размерност. Той дава най-добри резултати за многомерни интеграли от 4 и 6-рамерност. За 8 и 12-мерните многомерни интеграли най-добри резултати дава стохастичния метод с оптимален генериращ вектор получен по метода на бързата конструкция, които имат оптимален порядък на сходимост за разглеждания клас задачи. Третия

стохастичен метод, основан на специален генериращ вектор, базиран на трансформираща полиномиална функция, се оказва по-неточен от редицата на Холтън за високи размерности на подинтегралната функция и се влияе от гладкостта на функцията.

- Terzieva, T., A. Iliev, A. Rahnev, N. Kyurkchiev, Comments on a New Hyperbolic Sine-Weibull Model with Applications to the Theory of Computer Viruses Propagation. VI. International Journal of Differential Equations and Applications, Volume 18, No. 1 (2019), pages: 137-146. ISSN (Print): 1311-2872; ISSN (Online): 1314-6084. doi: 10.12732/ijdea.v18i1.12 (Scopus, Zentralblatt MATH)
- Kyurkchiev, N., Iliev, A., Rahnev, A.. On the Half-logistic Model with "Polynomial Variable Transfer". Application to Approximate the Specific "Data Corona Virus". International Journal of Differential Equations and Applications, 19, 1, 2020, ISSN:1311-2872, DOI:10.12732/ijdea.v19i1.4, 45-61. индексирани Scopus, Zentralblatt MATH
<http://www.ijpam.eu/en/index.php/ijdea/article/view/5888/226>

Моделът на Verhulst широко използва логистичната сигмоидална функция. Изучавайки „Растежът на кантелуп“, Pearl et al. емпирично намира, че трябва да се обобщи логистичната карта, за да се възпроизведат по-добре данните. Разглеждаме нов клас на кривите на растеж, генерирани от реакционни мрежи, базирани на вмъкването на "коригиращи изменения" от полиномен тип. Ще наречем това семейство „Half-logistic крива на растеж с полиномиален променлив трансфер“ (HLCGPVT). Новият коронавирус [28], SARS-CoV-2 е причина за ново заболяване, Covid-19. Разглеждаме някои сравнения между модела на Verhulst и новият модел (HLCGPVT), както и възможността за приблизително определяне на конкретни данни за динамиката на популацията, включително „Data Corona Virus“. С помощта на CAS MATHEMATICA за илюстриране нашите резултати са използвани следните набори от данни: "Corona virus–Total Deaths" and "Corona virus–Total Deaths" - up to: 15.03.2020, 21.03.2020, 25.03.2020; Total Coronavirus Cases in China (22.01.2020 – 16.03.2020); Total Coronavirus Cases in Bulgarian (8.03.2020 – 28.03.2020).

- Terzieva, T., Iliev, A., Rahnev, A., Kyurkchiev, N.. Comments on Some Modification of Suja Cumulative Functions with Applications to the Theory of Computer Viruses Propagation. VII. International Journal of Differential Equations and Applications, 19, 1, 2020, ISSN:1311-2872, DOI:10.12732/ijdea.v19i1.6, 83-95 индексирани в WoS или Scopus (Scopus)
<http://www.ijpam.eu/en/index.php/ijdea/article/viewFile/5905/228>

Разгледани са различни модификации на известното Suja Distribution. Показано е, че съответните кумулативни аналози намират добро приложение в различни области на Computer Viruses Propagation. Статията (Part VII) се явява естествено продължение на изследванията на авторите в посоченото направление.

- T. Terzieva, N. Pavlov, A. Malinova, E. Angelova, Properties of some truncated families of cumulative distribution function, Neural, Parallel, and Scientific Computations, 28, No. 1 (2020), 13-25 ISSN: 1061-5369. SJR (Scopus):0.129
<https://acadsol.eu/npsc/articles/28/1/2.pdf>

Други автори въведоха truncated inverted Kumuraswamy–G family (TIK – G) за вероятностно разпределение. Разгледан е интересен частен случай на предлагано ново семейство cdf с "correction of Exponential–type cdf" (TIK – Ex).

В други изследвания авторите са разгледали doubly truncated inverse Lomax (DTIL) cdf. През последните 5 години в литературата се появяват модификации на класически и по-нови вероятностни разпределения и техните обобщени G-семейства задължително се изследват по смисъла на други важни характеристики (освен "confidence bound") - „пренасищане“ на cdf на тези

разпределения към хоризонталната асимптота за I-III квантил. Тази задача е свързана с апроксимиране на изместената функция на Хевисайд чрез фиксирания cdf относно Хаусдорфовото разстояние. В тази статия изучаваме някои свойства на новите (TIK-G) и (DTIL) семейства на c.d.f. Получените в тази статия оценки на стойността на едностранното Хаусдорфово приближение могат да се използват на практика като един възможен допълнителен критерий в изследването за „насищането“.

Даваме пример с реални набори от данни: „dataModBlaster” Worm, „data Storm”, „data Conficker”, „data Journal”, „data level to literacy in Bulgaria - men (1887–1946)” и „data Witty World”.

Числените примери са представени с помощта на CAS MATHEMATICA.

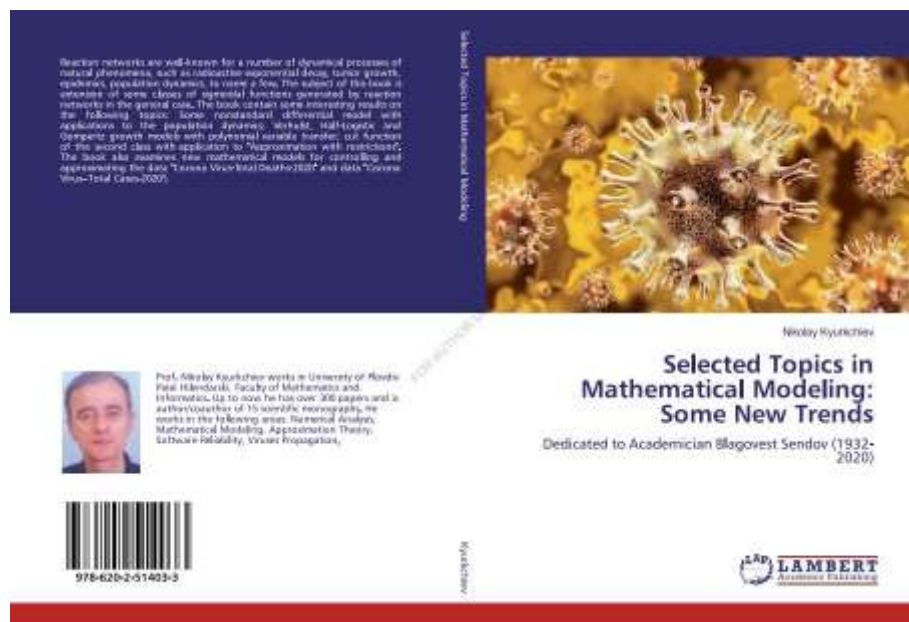
- Kyurkchiev, N., Iliev, A., Rahnev, A., Terzieva, T.. Another look at a good approximation of data for the distribution of COVID-19 in Cuba. Revista Habanera de Ciencias Médicas, 19, 3, 2020, ISSN:1729-519X, 1-9. SJR (Scopus):0.125 Q4 (Scopus) Линк: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1729-519X2020000300017&script=sci_abstract&lng=en

Разгледан е конкретен модел, предназначен за апроксимиране на специфични данни за разпространение на COVID-19 в Куба. Предложеното апроксимиране на тези данни дава изключително добро съвпадение с реално съществуващата картина на заболяването. Към тази статия е проявен интерес от чуждестранни специалисти, работещи в това направление.

<http://www.revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/3445/2597>

Публикувани монографии

1. N. Kyurkchiev, Selected Topics in Mathematical Modeling: Some New Trends (Dedicated to Academician Blagovest Sendov (1932-2020)), LAP LAMBERT Academic Publishing, (2020); ISBN: 978-620-2-51403-3.



Фиг. 1 Монография на Н.Кюρκчиев

Разгледани са някои обобщения на съществуващи реакционно-кинетични схеми и породените от тях модели на "растеж". Предложените нестандартни динамични модели за анализирани с наложили се в практиката бази от данни и е показано правото на съществуване на част от тези модели при апроксимиране в научните области: Debugging and Test Theory, Computer Viruses Propagation Theory, Biostatistics. Особено внимание е отделено на модифициране на модели на растеж с полиномиален трансфер и възможността за апроксимиране на данни от областта на "Corona Virus".

Продължават изследванията върху нови динамични модели с "полиномиален трансфер" за анализ и апроксимация на данни - "Corona Virus" (заболели, смъртност и др.)

2. Olga Rahneva, Angel Golev, Georgi Spasov, Investigations on Some New Models in Debugging and Growth Theory (Part 3), LAP LAMBERT Academic Publishing, 2020, ISBN: 978-620-66655-8.

<https://www.morebooks.de/store/gb/book/investigations-on-some-new-models-in-debugging-and-growth-theory/isbn/978-620-2-66655-8>

Тази книга е продължение на няколко други монографии и е посветена на най-новите тенденции на моделирането в Debugging теорията и приложението им. Избрана е хаусдорфова метрика за оценка на тестовите данни, които се моделират със сигмоидални и други кумулативни функции. Всички разгледани модели са тествани с реални данни.

3. Nikolay Kyurkchiev, Anton Iliev, Angel Golev, Asen Rahnev, Some Non-standard Models in "Debugging and Test Theory" (Part 4), Plovdiv University Press, 2020, ISBN: 978-619-2-02584-7.

[https://www.researchgate.net/publication/343827990_Some_Non-standard_Models_in_\"Debugging_and_Test_Theory\"_Part_4](https://www.researchgate.net/publication/343827990_Some_Non-standard_Models_in_\)

Предлаганата книга (Part IV) се явява продължение на авторските изследвания по тематиката: "Debugging and Test Theory". Разгледани са новопоявяващи се в литературата (през последните 2 години) специфични модели за апроксимиране на "failure data" от тест на софтуерни продукти и платформи. В същото време са предложени и редица нови нетривиални специализирани модели за апроксимиране на данни в посоченото направление. Направени са сравнения при прилагането на съществуващите и новите модели за анализ на редица "datasets".

В резултат от работата на изследователската международна научна мрежа са подготвени предложения за финансиране, или е продължено финансирането на следните съвместни научни проекти:

- 2019-2021. „Символно-числени методи за решаване на системи от алгебрични уравнения, възникващи в перспективни задачи на телекомуникациите“, съвместен проект № 18 / 02.04.2019 между Института по математика и информатика (ИМИ) на БАН и Лабораторията по информационни технологии (ЛИТ) на Обединения институт по ядрени изследвания (ОИЯИ), Дубна, Русия, финансиран от ОИЯИ. Координатори: Стоян Порязов (ИМИ-БАН) и Владимир Гердт (ЛИТ-ОИЯИ). (продължено финансиране за 2020 година).
- 2020-2022. «Методи и средства за мулти-концептуално моделиране на цялостни смарт системи за обслужване». Съвместен проект между ИМИ-БАН и Пермского филиала Национального исследовательского университета "Высшая школа экономики" (НИУ ВШЭ - Пермь). Ръководители: Стоян Порязов (ИМИ-БАН) и Людмила Лядова (НИУ ВШЭ). Проектът е

подготвен за предаване в НФНИ (срок за подаване - 30.04.2020 (<https://www.fni.bg/?q=node/1082>)).

Спечелени са два проекта по ННП „Млади учени и постдокторанти“:

- 2020-2021. Нови методи за моделиране на взаимодействието между хора и човеко-кибер-физически системи. Проект за бъдещо научно и кариерно развитие на гл. ас. д-р Велин Андонов. Финансиран от Национална програма „млади учени и постдокторанти“, модул „Млади учени“. ръководител: доц. д-р Стоян Порязов.
- 2020-2021. „Ефективни стохастични и детерминистични подходи за задачи с голяма размерност в информатичното моделиране“. Проект за бъдещо научно и кариерно развитие на гл. ас. д-р Венелин Тодоров. Финансиран от Национална програма „млади учени и постдокторанти“, модул „Млади учени“. ръководител: доц. д-р Стоян Порязов.

Научна задача 1.2.6. Конструирание, класификация и анализ на комбинаторни структури.

Получени бяха резултати в следните направления.

Подзадача 1.2.6.1. Конструирание и класификация на комбинаторни обекти използвани в шумозащитното кодиране и криптографията. Получени са класификационни резултати за кодове с две съседни разстояния. Конструирани са нови кодове и са представени таблици с най-добрите известни граници за такива кодове. Получени са и класификационни резултати за кодове с точно две разстояния. Предложени са комбинаторни конструкции на такива линейни кодове и са представени таблици с най-добрите известни граници.

Създадени са бързи алгоритми за намиране на бази за изчислителни системи, базирани на системи от остатъци. Получена е за първи път класификация на тройки и четворки модули за китайска теорема за остатъците със специална диагонална функция. Направените софтуерни и хардуерни симулации намират най-добрите системи от модули по отношение на диагонална функция и балансираност и доказват тяхната ефективност.

Анализиран е ефектът на шума и капацитета за контрол на грешки на различни схеми за включване на воден знак.

Подзадача 1.2.6.2. Получаване на нови граници за обем и енергия на кодове с прилагане на линейно програмиране. Предложена е работна схема за получаване на нови горни граници за енергии на кодове със зададена мощност и минимално разстояние. Получените граници са универсални в смисъл, че са в сила за всички абсолютно монотонни потенциали и използваните интерполационни възли не зависят от потенциалната функция.

Използвана е техниката на линейното програмиране за да се получаг горни граници за радиуса на покритие на сферични дизайни като функция на техните размерност, сила и обем. Подобрени са долните граници на Fazekas и Levenshtein и са предложени нови горни граници.

Подзадача 1.2.6.3. Анализ на приложението на DLT (Distributed Ledger Technology) за решаване на актуални проблеми в областта на управлението на жизнения цикъл на софтуера (software lifecycle management). Описана е разпределена система с лесен начален достъп, създадена за да насърчава директно научните дейности. Предложената система е базирана на публичен блокчейн и позволява директно взаимодействие между организации и индивидуални учени, които дефинират трудни изчислителни проблеми с такива, които са склонни да инвестират време и усилия за да търсят техни решения.

Подзадача 1.2.6.4. Конструирание и класификация на комбинаторни обекти с добри криптографски свойства. Разгледана е конструктивна класификация на паралелизми в малки крайни

проективни пространства с предварително зададени групи от автоморфизми с помощта на компютър. За конструирането на всички паралелизми с определени свойства обикновено се използват алгоритми, основани на търсене с връщане. Това налага отделянето на еквивалентите частични решения да стане колкото може по-рано. За целта е нужен бърз метод за тестване за изоморфизъм на разглежданите обекти. Отхвърлянето на повечето еквивалентни решения може да бъде направено чрез тест, който използва нормализатора на разглежданата група от автоморфизми на конструираните паралелизми. В работата на Топалова и Железова се разглежда приложимостта и ефективността на такъв тест. Представят се инварианти на резолюциите на Щайнерови 2-дизайни, които могат да се използват за подпомагане на тест за изоморфизъм на паралелизми от различен тип.

На базата на преглед на категориите инциденти и тяхната класификация според NIST (Special Publication 800-61), ENISA (Threat Taxonomy) и FIRST (CSIRT Case Classification), както и изискванията и функционалните възможности на системите за управление на инциденти се поставя за решаване задачата за автоматизиране на дефинирането и промяната на атрибути на „билети“ с цел по-точна класификация и оптимизиране на управлението на инциденти с киберсигурността. За автоматична класификация на „билети“ за инциденти с киберсигурността се прилагат различни подходи за машинно обучение, които основно включват използване на алгоритми за класификация чрез контролирано обучение (Support Vector Machine, K-Nearest Neighbor, Term Frequency-Inverse Document Frequency), Naive Bayes подход за класификация, както и модели базирани на регресионни задачи (Decision Trees). Основните проблеми, водещи до ниска точност на класификацията, са свързани с обучение при прилагането на методите за класификация с множество данни за билети (обикновено от 2 000 до 50 000), които са реални данни за инциденти от практиката с ръчно зададени атрибути от експерти по информационна сигурност. Небалансираното разпределение на стойностите при атрибутите дори при големи множества от билети води до трудности при обучение на методите за класификация при рядко срещаните атрибути. Изследванията в рамките на подзадачата са насочени към проектиране и разработване на методи и алгоритми за автоматична класификация на „билети“ за инциденти с киберсигурността за преодоляване на съществуващите недостатъци на класификацията и подобряване на точността чрез автоматизиране на дефинирането и промяната на атрибути на „билетите“. За задачата за класификация, която е NP-трудна, е създаден приближен класификационен алгоритъм използващ специална метрика. Подготвена е статия за участие в научна конференция “Computer Science’2020”, която ще се проведе в периода 18 – 21 октомври в гр. Велинград, България. Конференцията е част от серия от научни форуми „Дни на науката 2020 на ТУ-София“.

В рамките на конференцията “Computer Science’2020” ще бъде организиран Workshop по проект ИКТbVНОС за представяне на научни и приложни резултати по проекта от екипите от ТУ-София, участващи в отделните задачи.

Подаден е проект "Алгебрични, комбинаторни и геометрични задачи в теория на кодирането" към ФНИ в конкурс за проекти по програми за двустранно сътрудничество БЪЛГАРИЯ – РУСИЯ 2019-2020 г. в тематично направление Информационни и комуникационни технологии и компютърни системи, съвместен с Санкт-Петербургски национален изследователски университет по информационни технологии, механика и оптика.

Подаден е проект „Нови подходи за обработка и влагане на цифрови водни знаци в аудиофайлове“ към ФНИ в конкурс за проекти по програми за двустранно сътрудничество БЪЛГАРИЯ – РУСИЯ 2019-2020 г. в тематично направление Математика и механика, съвместен с Институт Проблем Передачи Информации (ИППИ), РАН.

Подаден е проект „A General Framework for MIMO Receivers with Low-Resolution Quantization“ с Department of Electrical and Computer Engineering (ECE), National Chiao Tung University (NCTU), Hsinchu, Taiwan.

Спечелен е проект КР-06-N32/2 - 2019, "Алгебрични и геометрични методи за защита на данни" към ФНИ в конкурс за финансиране на фундаментални научни изследвания – 2019 г. по тематично направление математически науки и информатика с ръководител проф. д-мн Петър Бойваленков.

Научна задача 1.2.7. Моделиране, дизайн и управление на биомехатронни устройства и системи.

През отчетния период стартира разработването на платформа за жестово управление с кибер ръкавица на роботизирани системи като превозни средства, летателни апарати, подводни уреди и др. Научните изследвания са насочени към разработване на платформа за автоматизиране и подпомагане на жестово управление на летателен апарат (дрон) с кибер ръкавица на базата на визуални данни. Управлението се базира на анализ на изображения и откриване на характерни обекти (например прави линии, окръжности, шаблони на изследвани обекти). За целите на автоматизираното управление анализът на изображенията се базира на предварителна обработка на изображенията и прилагане на трансформации за откриване на праволинейни и криволинейни обекти и шаблони на обекти. На базата на направено проучване на методи и алгоритми за анализ на изображения са имплементирани алгоритми за предварителна обработка на изображенията с използване на методи за линейна и нелинейна филтрация, диференциални оператори от първи и втори ред за определяне на контури и трансформация на Хаф за откриване на праволинейни и криволинейни обекти. Дефинирани са функционални компоненти на автоматизирана система за жестово управление на летателен апарат, която включва: мониторинг на основните летателно-технически характеристики на летателните апарати: позиция, височина, насоченост, състояние на захранването, данни от сензорите; организация на мисия – избор на точки за облитане, избор на височина, избор на брой летателни апарати за изпълнение на мисия; съхранение на получените от мисията изображения с цел изграждане на история за състояние на наблюдаваните обекти; анализ на изображения за определяне на състояние на наблюдаваните обекти; подпомагане на ръчното управление на летателния апарат чрез жестово управление с кибер ръкавица на базата на резултатите от анализа на изображенията.

Проведени са експериментални изследвания с разработената платформа за жестово управление с кибер ръкавица на летателни апарати за синтезирани и реални данни и са изследвани методи и алгоритми за подобряване на точността на анализа на състоянието на наблюдаваните обекти и ускоряване на обработването на данните. Разработваната платформа за подпомагане и автоматизиране на жестово управление с кибер ръкавица на летателен апарат (дрон) ще може да се използва за автоматизиране на летателни мисии за откриване на прекъсване на въздушни инфраструктурни мрежи (например далекопроводна мрежа).

Представено е изследване на екзоскелет на горен крайник, предназначен за рехабилитация и обучение. Докато в първите етапи на рехабилитация, когато пациентът не е в състояние да се движи сам, екзоскелетът трябва да е твърд, в следващите етапи той трябва да може да реагира на всяко движение, направено от пациента. Основната характеристика тук е прозрачността: роботът трябва да може да се „скрие“, ако пациентът е в състояние да направи движението без помощ. Целта на работата е да се идентифицира и оцени подходящо решение на екзоскелета на горния крайник, което осигурява прозрачност и естествена безопасност, от една страна, и принудително въздействие и производителност, от друга. Показан е механичният модел на екзоскелета. Механичната структура

е подобна на структурата на човешката ръка. Чрез кинематичния модел директните и обратни задачи на кинематиката се решават с помощта на матричния софтуер Octave. Екзоскелетът на горния крайник е проектиран като хаптично устройство, което може да изпълнява задачи във виртуална реалност. Симулации на силата на взаимодействие между пациента и екзоскелета са проведени и с помощта на софтуера Octave. Направена е оценка на силата на взаимодействие в резултат на пасивния импеданс на екзоскелета и активния контрол на екзоскелета.

Изследван е екзоскелет за рехабилитация на горната част на ръката. Търси се подходящо решение за конструкцията и задвижването на екзоскелета, която осигурява прозрачност и естествена безопасност, както и достатъчна сила и експлоатационни характеристики. За да се постигне това, се изучава хибридно задвижване с електрически и пневматични двигатели. Въведен е хибриден контрол на задвижването, при който пневматичното задвижване се грижи за първоначалната големина на силата, а електрическото задвижване допълва пневматичното задвижване. Симулирана е приложимостта на основните режими на терапия „водач-пациент“ и „водач-робот“. Използва се подход за динамична оценка на еластичното задвижване във втората става чрез наложени движения. Отчитат се влиянията на инерционните, фрикционните, гравитационните и еластичните сили, които са резултат от импеданса на ръката и на екзоскелета, както и влиянието на пневматичното задвижване като еластичен баланс на гравитационните сили.

Научна задача 1.2.8. Софтуерни инструменти, системи и модели за проектиране на мултиплатформена Операторска станция.

В рамките на отчетния период изпълнената дейност засяга главно двете подзадачи (1.2.8.1 и 1.2.8.3). В момента се работи и за изпълнението на подзадачи 1.2.8.2 и 1.2.8.4). Работата по подзадачите включва реализиране на мулти-платформени средства, реализиращи функционални блокове на Операторска станция. Проектиране на Потребителски графичен интерфейс. Към момента няма изцяло реализирани задачи.

Разработен е алгоритъм за оценяване на параметрите в математичния модел на динамиката на лабораторна тарелкова ректификационна колона за разделяне на двукомпонентни смеси (колоната се намира в една от лабораториите на катедра „Автоматизация на производството“, ХТМУ). За определяне на параметрите в модела ще се използва информация от мрежа от сензори за температура и състав, с които се планира да бъде оборудвана колоната.

Разработен е алгоритъм за синтез на оптимално управление на обекти на базата на математичния модел на тяхната динамика в непрекъснатото време и при отчитане на наложените ограничения. Този алгоритъм може да бъде приложен за оптималното управление на лабораторната ректификационна колона.

Проектирана е и се изгражда операторска станция, система за визуализация и управление на многомерен топлинен обект със PLC и SCADA система. Продуктите, върху които се базира избора са CODESYS базирано PLC и SCADA ситема VISIO XL, която е съвременен иновативен продукт предлагащ множество комуникационни възможности. Избрана и реализирана е комуникация по OPC-UA между отделните станции.

Разработен е модел на безжична сензорна мрежа с ниска консумация на енергия, направена е мултифакторна симулация на поведението на сензорната мрежа при различни натоварвания.

На базата на филтър на Калман и Machine Learning е разработен модел на безжична сензорна мрежа от метеорологични сензори за локално прогнозиране на микроклимата на урбанизирани зони. Разработен е модел на операторска станция за интегриране на данни от метеорологични сензори.

Разработен е подход за адаптиране на CAD файлове с векторни данни към изискванията на лазерни проекционни системи и софтуер, реализиращ програмно този подход. Софтуерът е многоплатформен, като поддържа операционните системи Windows и Linux, вкл. т. нар. “single-board computers” (компютри на една платка), напр. RaspberryPi. Той разполага с графичен потребителски интерфейс и е подходящ за интегриране в различни видове операторски станции с приложение в индустрията. Основните задачи на софтуера са:

- Прочитане на данните от входния CAD файл и подготовка за тяхното обработване;
- Оптимизиране на CAD данните към специфичните изисквания на лазерните проекционни системи – за момента с активното участие на оператор посредством графичен потребителски интерфейс;
- Превръщане на данните във формат, подходящ за предаване към лазерни проекционни системи;
- Директен контрол чрез графичния потребителски интерфейс на лазерни проекционни системи - част от бъдещата работа.
- Разработен е хардуер и фърмуер за интегриране в лазерна проекционна система, даващ възможност за проекция чрез лазерни диоди на адаптираните от софтуера CAD файлове. Хардуерът включва устройство за електронно управление на термоелектрически охлаждащи модули и вентилатори както и електронно устройство за разпределение на аналогови сигнали в мултимедийна лазерна система. Двете устройства са защитени с полезни модели, регистрирани от Патентно Ведомство на Република България. Устройството за електронно управление на термоелектрически охлаждащи модули и вентилатори предлага компактно, надеждно и високоефективно решение на проблема с охлаждането на малките корпуси на лазерните диоди и поддържа приемлива работна температура по време на проекция, като се цели осигуряването на възможност за работа на лазерните диоди без прекъсване. Електронното устройство за разпределение на аналогови сигнали в мултимедийна лазерна система буферира, променя и извежда аналогови сигнали, чрез които се управлява мултимедийна лазерна система от външно устройство – най-често компютър. Извеждането на аналоговите сигнали е към други електронни устройства в рамките на лазерната система или към друга мултимедийна лазерна система, като по този начин се дава възможност за едновременно управление на повече от една лазерна проекционна система.

Работен пакет 1.3. Хранилища за отворени научни резултати

Научна задача 1.3.1. Създаване на модел, софтуерни платформи и цифрови хранилища за съхраняване и публикуване на научни резултати с цел въвеждане в България на идеите, практиките и политиките на Европейския съюз свързани с отворената наука и присъединяване на България към EOSC (European Open Science Cloud).

Дейностите са съсредоточени върху развитие на компоненти на базата от данни, системата за търсене и услугите за управление на различни нива на достъп до съдържанието в хранилището, отразяване на протокола за оперативна съвместимост с външни системи. Следвани са препоръките и установените FAIR принцип в инициативата за отворен достъп до научни резултати. Извършва се проектиране и изграждане на методи и техники за анализ и синтез на данни в среди за съхранение, извличане и управление на данни от областта на хуманитарните и социалните науки за осигуряване на средства за подобро използване на ресурсите им за учебни цели. Проектираните средства ще предоставят възможност за по-ефективен мониторинг на семантиката на информационното

съдържание, за да се подпомогнат потребителите в ефективното усвояване на знанието. Автоматичното откриване на данни има перспектива да доведе до необходимите подобрения в обучението на потребителите. Действията, които са част от представения модел, са достатъчно разнообразни, за да бъдат интерпретирани по различен начин в конкретен контекст и могат да бъдат комбинирани свободно, за да подкрепят по-персонализирани системи, в крайна сметка увеличавайки удовлетвореността на потребителите от тяхното взаимодействие с средите, съхраняващи цифрови културни ценности.

Създадено е цифрово хранилище за съхраняване и публикуване на научни резултати за основните партньори в националната програма. Основните задачи са свързани с подготовка на информацията за научните резултати на партньорите за създаване на цифрово хранилище и унифициране на формата на представяне на информацията. На този етап бе осъществено мащабно проучване сред всички научни организации в България, относно текущото състояние на публикациите на научни резултати с отворен достъп. Резултатите от това проучване са достъпни на адрес:

<https://docs.google.com/forms/d/1zSDD9i6PeDaQPDCw5cufJdfNihNrY3b6lSEk8OE9Pp4/edit>

Пълен анализ на събраните данни от проучването може да бъде намерен пак там, а също така е оформено във вид на две научни публикации, които са приети за публикуване в престижни научни конференции и научни издания с импакт ранг.

Осъществено беше взаимодействие с международния проект National Initiatives for Open Science in Europe – NI4OS Europe (<https://ni4os.eu/>), който планира различни дейности свързани с популяризирането на отворената наука в страните от южна Европа. През втората половина от изпълнението на ННП ИКТвНОС се планират редица съвместни действия и мероприятия с този международен проект, с основна цел подготовка на България за успешна интеграция в Европейския облак а отворена наука (EOSC).

Извършват се също съвместни действия с друг голям Европейски проект – RDA Europe, на който България отскоро е асоцииран партньор, с новосъздаден възел в СУ “Св. Климент Охридски”. Планирани и проведени бяха редица съвместни дейности, имащи за цел консолидиране на всички научни звена в България, работещи в областта на отворената наука, с цел приобщаването на България към EOSC.

Участници от екипа на СУ в изпълнението на тази задача участват редовно и активно в поредните срещи организирани от ЕК във връзка с постепенното разработване на основните стандарти, принципи и механизми за създаване на EOSC. В частност, те следят и подпомагат работата на няколко работни групи, свързани със създаването на отделните компоненти от EOSC и информират за опита и дейностите, извършвани в ННП ИКТвНОС, насочени към включване на българските научни ресурси с отворен достъп в EOSC.

Проучени са практики по създаване на хранилища за отворени данни по света и в България, връзката им с облачни структури за работа с отворени данни, държавните политики за синхронизиране и свързване на наличните хранилища, финансиране на дейността по отваряне на научното знание към по-широк кръг учени-изследователи. Проучването е на базата на разработения модел софтуерни платформи и хранилища с цел активно включване и участие на България в европейската политика за EOSC (European Open Science Cloud) (ЕООН). Потвърдено е предположението, че България би могла да изпълнява водеща роля в изграждането на портала, благодарение на традициите в областта на информационните и комуникационните технологии. ЕООН е проект с изключително значение за Европа, заради създаването на отворен достъп до научна информация. Целта му е да ускори процеса на научните открития, както и да създаде възможност за нови форми на научни изследвания на базата на използване на данни и внедряване на резултатите от

изследванията в европейския бизнес сектор. Очаква се използването на облака да се отрази положително не само на науката, а и на индустрията и цялото общество.

В други публикации, също подкрепени от Програмата, са получени в допълнение и следните научни резултати.

1. Разработен е модел на обучение на стохастични невронни мрежи с използване на ефективен метод Монте Карло (с минимална дисперсия), който да бъде използван за формулиране на оптимални политики за постигане на отворена наука (ОН). Моделът използва „федерирани“ тип с точни правила за обвързване за достъп и услуги и рамки за ЕООН.
2. С цел ускоряване на процеса на научните открития моделът е използван за формулиране на политики, близки до оптималните (в съответствие с избран критерий).
3. Изследвана е адекватността на модела чрез глобален анализ на чувствителността (АЧ), като създадената методика е приложена и към екологични задачи и задачи от изчислителната квантова физика.
4. Проучване на практиката по създаване на хранилища за отворени данни по света и в България, връзката им с облачни структури за работа с отворени данни, държавните политики за синхронизиране и свързване на наличните хранилища, финансиране на дейността по отваряне на научното знание към по-широк кръг учени-изследователи.

Работен пакет 1.4. Съхранение и анализ на големи обеми данни и технологии за приложение на изкуствен интелект.

Научна задача 1.4.1 Развитие на център за Grid и облачни технологии

Инсталирани са всички изчислителни елементи на клъстера; Инсталирани са 4 дистрибутивни файлови системи; Продължава работата по инсталация на Grid middleware и неговото сертифициране.

Прехвърлени и записани са голям обем от данни (набирани през 2016, 2017, 2018 гг), в които се съдържат събития с В – мезони. Тези данни се обработват и са получени предварителни резултати. Защитена е една дипломна работа. В процес на подготовка е публикацията.

Разработен е метод за off-line контрол на работата на камерите със съпротивителна плоскост на детектора CMS с използване на машинно обучение. Методът позволи да бъдат открити камери с вече известни проблеми, камери, които са имали проблеми, но не са забелязани до сега, както и камери, които след време ще създадат проблеми. Изпратена и е приета за печат публикация в списание с импакт фактор (A. Samalan, ..., M. Bonchev, A. Dimitrov, L. Litov, B. Pavlov, P. Petkov, A. Petrov, ..., et al. "A new approach for CMS RPC current monitoring using Machine Learning techniques", proceeding of "XV Workshop on Resistive Plate Chambers and related detectors (2020)", Journal of Instrumentation (JINST)).

Организирано е дистанционно обучение (във връзка с пандемията Covid-19) (лекции и практикум) на докторанти и студенти по "Програмиране в UNIX среда" и "Обектно ориентирано програмиране на C++".

През отчетния период подзадачата стартира с провеждане на научни изследвания за:

- Приложение на невронно-мрежови модели дълбоко обучение за диагностика на ретинални заболявания.

В подзадачата „Анализ на големи обеми данни и технологии за приложение на изкуствен интелект“ (партньор ТУ–София) бяха получени следните резултати.

- Изследвания за приложение на невронно-мрежови модели дълбоко обучение за диагностика на ретинални заболявания.

Разработен е класификационен метод за автоматична класификация на ретинални OCT изображения на основата на конволюционна невронна мрежа с цел диагностика на ретинални заболявания. Обученият класификатор разпознава следните класове заболявания на ретината: хороидална неоваскуларизация, диабетен макулен едем, макулна дупка, централна серозна ретинопатия, друзи, нормална ретина. За класификацията се използват изображения от В-сканиране на OCT. Разработен е модел за класификация на ретинална болест на основата на модифицирана VGG16 дълбока конволюционна невронна мрежа. При обучението на невронно-мрежовия модел се използва подход за “data augmentation” за балансиране на обучаващите данни от различните класове изображения, както и трансферно обучение за преодоляване на ограничения и при използване на дълбоко обучение при автоматична класификация на ретинални заболявания. Проектирана и разработена е софтуерна платформа, която е лесно достъпна, използваема, надеждна и сигурна.

- Квантово-базиран подход за моделиране на дълбоки невронни мрежи с използване на квантово сплитане.

Предложен е квантово-базиран подход за моделиране на дълбоки конволюционни невронни мрежи с използване на квантово сплитане, базиран на класическия модел VGG16. Прилагането на qRAM води до логаритмично ускорение на изпълнението на алгоритъма за обучение на невронната мрежа. Мрежовата архитектура използва квантово сплитане и квантова телепортация, както и концепцията за тензорни мрежи. Разгледани са възможностите за прилагане на предложената квантово базирана дълбока конволюционна невронна мрежа с използване на квантовите логически схеми MERA и QEC, както и обучението на квантово базиран модел на невронната мрежа.

- Автоматична анотация на обекти във видео поток в реално време

Разработена е софтуерна архитектура на система за автоматична анотация на обекти във видео поток в реално време базирана на откриване и класифициране на обектите в изображения чрез комбиниране на SSD и дълбока конволюционна невронна мрежа MobileNet. Разработен е прототип на система за автоматична анотация на обекти във видео поток в реално време базирана на дълбоки невронни мрежи с възможност за имплементация във вградени системи за различни приложни задачи като алармени системи с видео наблюдение, камери за автомобилни парктоници, автономна навигация.. Експериментално е изследвана точността и скоростта на работа на разработения прототип при различни тестови сценарии.

- Интегриране на модели за машинно обучение в решения за мобилни устройства и в веб-базирани приложения

Разработена е софтуерна архитектура на система за автоматично разпознаване на обекти в изображения с използване на дълбоки конволюционни невронни мрежи. Ефективното обучение при тези мрежи изисква огромен брой данни с изображения. Един от най-използваните набори е ImageNet. Изработен е прототип на веб-базирано приложение с възможности за разпознаване на обекти, насочено към приложна задача, свързана със създаването на електронни наръчници за туристически забележителности с възможност за автоматично разпознаване и извличане на информация за туристическите обекти чрез подаван снимков материал или такъв, заснеман в движение с камерата на мобилно устройство. Създаден е модел за разпознаване на забележителности с TensorFlow. Анализът на изображенията използва невронна мрежа, специфично създадена да работи върху мобилни устройства с ограничени изчислителни възможности. Осъществена е интеграция на web-приложението с моделът за разпознаване на забележителности и интерактивна карта, с възможност за извличане на информация за дадената

забележителност. Извършено е обединяване в SPA (Single Page Application). Експериментално е изследвана точността и скоростта на работа на разработения прототип на уеб-базирано приложение при различни тестови сценарии.

Предложен е математически модел за изграждане на съставни квантови алгоритми за машинно обучение в квантово-сплетена среда, които могат да бъдат използвани и за други алгоритми от областта на изкуствения интелект. Предложен е математически модел, позволяващ преобразуването на фундаментални алгоритми за машинно обучение в техните квантови еквиваленти. Предложен е организационен модел за дизайн на квантови системи за решаване на задачи от областта на изкуствения интелект, технологично подпомогнати чрез софтуерни средства за изграждане на квантови среди. Предложена е методология, позволяваща математическо моделиране на квантови системи за изкуствен интелект, която се основава на принципите на работа на квантови сплитания. Направен е сравнителен анализ на съществуващи реализации на квантови изчислителни системи, позволяващи изграждане на съставни квантови алгоритми, както и на съществуващи софтуерни реализации, позволяващи дизайн и разработване на квантови алгоритми.

Разработен е прототип на квантова система за машинно обучение на базата на предложен квантово-базиран подход за моделиране на дълбоки невронни мрежи с използване на квантово сплитане на базата на класическия модел VGG16. Предложена е софтуерна архитектура на система за автоматична аотация на обекти във видео поток в реално време базирана на откриване и класифициране на обектите в изображения чрез комбиниране на SSD и дълбока конволюционна невронна мрежа MobileNet.

Разработен е прототип на система за автоматична аотация на обекти във видео поток в реално време базирана на дълбоки невронни мрежи. Изследвана е точността и скоростта на работа на разработения прототип при тестови сценарии. Разработената система позволява имплементация във вградени системи за различни приложни задачи като алармени системи с видео наблюдение, камери за автомобилни парктоници, автономна навигация.

Разработен е прототип на уеб-базирано приложение с възможности за разпознаване на обекти, насочено към приложна задача, свързана със създаването на електронни наръчници за туристически забележителности с възможност за автоматично разпознаване и извличане на информация за туристическите обекти чрез подаван снимков материал или такъв, заснеман в движение с камерата на мобилно устройство.

Проектирана и разработена е софтуерна платформа за автоматична класификация на ретинални OCT изображения на основата на конволюционна невронна мрежа с цел диагностика на ретинални заболявания.

Разработен е прототип на квантова система за машинно обучение на базата на предложен квантово-базиран подход за моделиране на дълбоки невронни мрежи с използване на квантово сплитане на базата на класическия модел VGG16.

Разработен е прототип на система за автоматична аотация на обекти във видео поток в реално време базирана на дълбоки невронни мрежи с възможност за имплементация във вградени системи за различни приложни задачи като алармени системи с видео наблюдение, камери за автомобилни парктоници, автономна навигация.

Разработен е прототип на уеб-базирано приложение с възможности за разпознаване на обекти, насочено към приложна задача, свързана със създаването на електронни наръчници за туристически забележителности с възможност за автоматично разпознаване и извличане на информация за туристическите обекти чрез подаван снимков материал или такъв, заснеман в движение с камерата на мобилно устройство.

Подготвени са две статии, представени на международна научна конференция: 21st International Conference on Computer Systems and Technologies (CompSysTech'20), проведена в

периода 18 – 20 юни в гр. Русе, България. Статиите са публикувани в ACM Digital Library (ACM International Conference Proceeding Series) и са индексирани в Scopus. Конференцията има SJR 0,169.

Подготвени са две статии, приети за публикуване в списание “Computer and Communication Engineering” (ISSN 1314-2291), бр. 14, No.1, 2020.

В рамките на конференцията научната конференция “Computer Science’2020”, която ще се проведе в периода 18 – 21 октомври в гр. Велинград, България, ще бъде организиран Workshop по проект ИКТbHOC за представяне на научни и приложни резултати по проекта от екипите от ТУ–София, участващи в отделните задачи.

Компонент 2: Цифрови технологии в обучението, преподаването, работата с млади таланти и специални целеви групи

Този компонент включва три работни пакета:

- Работен пакет 2.1. Отворени образователни ресурси
- Работен пакет 2.2. Езикови технологии и технологии, базирани на съдържание за по-добро образование
- Работен пакет 2.3. Съвременни средства за цифровизация в образованието и работата с млади таланти

Работен пакет 2.1. Отворени образователни ресурси

Цели на работния пакет

- Разширяване на участието на българската научна общност в европейското научноизследователско пространство.
- Разширяване на международното научно сътрудничество.
- Интензифициране на връзките на науката с образованието, с бизнеса, с държавните органи и с обществото.
- Избягване на фрагментацията в българската наука чрез насърчаване на интеграцията и взаимодействието между различните публични научноизследователски институти.
- Избягване на припокриване и дублирането на ресурси.
- Осигуряване на отворен достъп до електронната инфраструктура за екипи от учени и докторанти от различни научни дисциплини.

Научна задача 2.1.1 Създаване на общодостъпни образователни ресурси

Описание на задачата: Разработване на национални общодостъпни образователни ресурси с материали, така че обучението да може да се реализира по всяко време и на всяко място.

Изпълнение на задачата за отчетния период

Във връзка с извънредното положение и дистанционното обучение са разработени видеоматериали по текущо съдържание за предучилищното и училищно образование. Разработени са теми с приложения за откриване на зависимости, свързани със златното сечение. Публикации:

- Чехларова, Т. 2020. Сборник от работни листове „Златни фигури“ Макрос 2000. ISBN1978-954-561-493-4
- Чехларова, Т. 2020. Модели на златни правоъгълници. Proceedings of the Forty-ninth Spring Conference of the Union of Bulgarian Mathematicians.

Продължава работата по разработване на съвместни магистърски програми на ТУ-София с Университета Орхус, Дания и Университет на Малага, Испания.

На 19.02.2020 г. в Русенски университет беше организирана кръгла маса с представители на повече от 10 училища от Русе. По време на тази кръгла маса бяха обсъдени възможностите за сътрудничество между Русенски университет и училищата, бяха представени проект BG05M2OP001-1.001-0004 УНИТЕ (Университети за Наука, Информатика и Технологии в е-обществото) и Национална научна програма "Информационни и комуникационни технологии за единен цифров пазар в науката, образованието и сигурността" и се дискутираха възможностите преподаватели от

РУ да започната обучение с ученици от 11-ти и 12-ти клас, които се обучават или ще се обучават в профилираните модули по Информационни Технологии.

В периода Февруари - Септември 2020 г., екип от РУ извърши серия от срещи с администрацията и с преподавателите от няколко училища в Русе, Разград и Плевен. За втората половина на Март и за Април 2020 г. бяха планирани няколко срещи с представители на училища от Силистра и Бяла, но поради обявеното извънредно положение и пандемията с COVID-19 се наложи тези срещи да бъдат отложени. Независимо от това, са сключени меморандуми за партньорство със:

- СУ „Васил Левски“ – гр. Русе;
- СУ „Христо Ботев“ – гр. Русе;
- ПГ по Механоелектротехника – гр. Плевен;
- ПГ по Електроника и Химични технологии „Проф. Асен Златаров“ – гр. Плевен;
- ПТГ „Шандор Петьофи“ – гр. Разград.

На 01.09.2020 г., на основание чл. 21, ал. 1, т. 16 от Закона за висшето образование /ЗВО/ и чл. 28, ал. 3 и 4 от Закона за предучилищното и училищно образование /ЗПУО/, се сключи споразумение сътрудничество между Русенски университет „Ангел Кънчев“- гр. Русе, представлявано от чл.-кор. проф. д-н Христо Белолев, Ректор и Английска езикова гимназия „Гео Милев“ - гр. Русе, представлявано от г-жа Маргарита Янакиева-Йорданова - Директор. Предмет на това споразумение е сътрудничеството между Университета и Училището, за извършване на съвместна учебна и методологична дейност по учебни предмети и модули за придобиване на профилирана подготовка във втори гимназиален етап и получаване на висококачествени знания и умения в областта на информационните технологии, STEM направлението и предприемачеството. Основната функция на университета е:

- Да осигури методическа дейност по разработване на нови, синхронизирани и актуализирани на съществуващи учебни програми по дисциплини, включени в утвърдените учебни планове за профилирана подготовка;
- Заедно с Училището да извършват съвместна учебна дейност по разработените програми за учебни дисциплини по утвърдените учебни планове за профилирана подготовка;
- Да осигури квалифицирани преподаватели и специалисти, които да водят обучението по задължителните и избираеми модули по профилираната подготовка по информационни технологии, предприемачество, както и в други специализирани модули от STEM направление, договорени между двете страни;
- Да осигури ползването на съвременни оборудвани лабораторни и компютърни зали на територията на Русенски университет „Ангел Кънчев“, както и достъп до своя библиотечен фонд;
- Да осигури експертна подкрепа при изграждането и дейността на училищния STEM център за природни науки, изследвания и екоиновации;
- Да съдейства за организирането на научни и образователни събития, културни и развлекателни програми, провеждани в Университета.

За учебната 2020/2021 г., Русенски университет осигурява следното обучение (профилирана подготовка) по учебен предмет „Информационни технологии“ за следния модул: „Мултимедия“ – с хорариум общо 72 часа/годишно, по 36 часа/срок, за четири групи. 4. Обучението се провежда на територията на Университета, в осигурени специализирани оборудвани лаборатории и компютърни зали.

На 01 Юли 2020 г., в гр. Русе и в изпълнение на дейностите по Националната научна програма "Информационни и комуникационни технологии за единен цифров пазар в науката, образованието

и сигурността“ (ИКТв НОС) се сключи споразумение за сътрудничество между РУСЕНСКИ УНИВЕРСИТЕТ „АНГЕЛ КЪНЧЕВ“ представляван от чл. кор. проф. д-н Христо Белоев, ДНС mult. И ТОРНАДО СТУДИО представлявано от Мартин Атанасов Костов. В съответствие и за постигане на целите поставени от Националната научна програма ИКТ в НОС, страните декларират своите ангажменти да обединят усилията си за постигане на общата цел на програмата и Стратегията на Европейската комисия за единен цифров пазар. За посрещане на предизвикателствата на програмата в областта на дигитализация на образованието и създаване на нови образователни ресурси, приоритетите, около които се обединяват страните в областта на цифровите технологии в обучението, преподаването, работата с млади таланти и специални целеви групи, са създаване и развитие на:

- Отворени образователни ресурси;
- Езикови технологии и технологии, базирани на съдържание за по-добро образование;
- Съвременни средства за цифровизация в образованието и работата с млади таланти.
- За постигане на приоритетите, страните договарят следните форми на сътрудничество:
- Взаимен обмен на информация;
- Достъп до научна инфраструктура и оборудване;
- Обмен на знания, опит идеи и добри практики;
- Консултации на експертно и ръководно ниво;
- Участие в съвместни инициативи: форуми, семинари, кръгли маси;
- Популяризиране на постигнати резултати в изпълнение на дейности, свързани с постигане на целите на ИКТ в НОС.

Страните се договарят, чрез формите на взаимодействие в това споразумение, да си сътрудничат в предоставяне и използване на продуктите, получени при изпълнение на дейностите, заложи в програмата за Русенски университет на Националната научна програма "Информационни и комуникационни технологии за единен цифров пазар в науката, образованието и сигурността“ (ИКТ в НОС).

Всичко постигнато в рамките на втората година от изпълнението на проекта гарантира устойчивост на изградената от РУ образователна мрежа и предоставя възможности за допълнително сътрудничество с училищата на територията на Северен-Централен Регион на Р. България.

В допълнение, са получени следните важни научни резултати:

- Направено е проучване и анализ на технологии и средства за създаване на адаптивно електронно учебно съдържание.
- Направени са проучване и анализ на съвременни образователни технологии и платформи за игрово-базирано обучение.
- Разработени са образователни учебни материали, които са интегрирани в разпределената платформа DisPeL.
- Проведени са първи изпити със студенти в системата DisPeL.
- Проучени са съвременни облачни инструменти за изграждане на обучителни системи, като някои от тях се използват при дистанционното обучение на студенти от ФМИ на ПУ.

Целта на адаптирането на системите за електронно обучение е да се осигури ефективно обучение като се предостави възможност за общуване на обучаемите със среда, отговаряща на техните нужди, поведение и знания. Проектирането и създаването на учебни материали е пряко зависимо от целите на обучението. За колкото повече различни групи обучаеми е адаптиран един учебен курс, толкова по-висока е степента на персонализация на учебния процес. В тази статия представяме резултати от проучване относно видове адаптивни системи в зависимост от технологичните средства и методически подходи за реализиране на адаптивност и

персонализация в обучението. Специално внимание е отделено на прилаганите технологии при разработване и предоставяне на адаптивно учебно съдържание, както и на начините за моделиране на индивидуален учебен път .

- Gaydarova, M., T. Terzieva, A. Rahnev, Teaching during distance learning – shared experience of bulgarian teachers, Education and technologies, VOL. 11/2020, ISSUE 1, ISSN 1314 1791 (print), ISSN 2535 1214 (online), pp. 7-14.

http://www.edutechjournal.org/?page_id=376

В тази статия представяме резултатите от проучване, проведено чрез онлайн анонимно проучване сред 68 учители от град Пловдив, които работят в иновативно училище, одобрено от Министерството на образованието и науката. Предмет на изследването са професионалният опит, използваните електронни ресурси, информационни технологии, методи и педагогически подходи. Получените резултати показват ефективността на дистанционното обучение, комбинирано с прилагане на иновативни методи и веб-базирани образователни технологии, както и с голямо разнообразие от технологични средства.

Приети са за публикуване 3 научни статии за участие в международна конференция:

- Spirova, M., T. Terzieva and A. Rahnev, Digital Learning Environments. Anniversary International Scientific Conference “Synergetics and Reflection in Mathematics Education”, 16-18 October 2020, Pamporovo, Bulgaria.

В тази статия сме проучили и анализирали някои от най-често използваните дигитални образователни платформи в българското училище. Средите са представени от гледна точка на възможностите, които те предлагат в образователния процес: използване на готово учебно съдържание или създаване на собствено, възможности за оценка и самооценка, обратна връзка за постиженията на учениците, наличие на интерфейс на български език, насоченост към конкретен учебен предмет или предлагане на инструментариум за създаване и/или използване на учебни материали, независимо от предметната област.

- Todorova, E., S. Aneva and T. Terzieva, Creating a reflection in the informatics teaching by applying adapted ALACT Model., Anniversary International Scientific Conference “Synergetics and Reflection in Mathematics Education”, 16-18 October 2020, Pamporovo, Bulgaria.

Целта на настоящето изследване е целенасочено и активно формиране на рефлексивни умения у учениците и овладяването от тях на модели за рефлексивен анализ и самооценка. Рефлексивните способности са част от компетентността на учениците, които допринасят за повишаване на активността в обучението по информатика. Процесът на рефлексия е реализиран с адаптирания цикличен модел ALACT. Разгледан е конкретен пример от обучението по информатика, чрез които се формират рефлексивни умения у учениците.

- Ivelina Velcheva, Kosta Garov, Reflection in information technology training implemented during distance education, Anniversary International Scientific Conference “Synergetics and Reflection in Mathematics Education”, 16-18 October 2020, Pamporovo, Bulgaria.

Настоящата работа е посветена на идеята за реализиране на рефлексия по време на дистанционно обучение по информационни технологии чрез задаване на задания за стимулиране на рефлексивните способности на учениците. Целта е да се предостави

възможност за проява на по-голяма активност от тяхна страна по време на учебните часове, като се следва модела „учене чрез опит“. В статията е описана същността на рефлексията и цикълът на Дейвид Колб, при който тя може да се реализира. Описано е конкретно задание, което трябва да бъде разработено от обучаемите чрез използване на облачни технологии, базирайки се на условията за работа в екип и цикъла на Д. Колб. Реализацията е осъществена по време на дистанционно проведено обучение с група ученици от 7. клас.

Най-важни постигнати резултати с практическо приложение

В рамките на периода на този отчет е развита и разширена образователната мрежа, реализираната през първата година от ННП ИКТвНОС. Към мрежата са присъединени шест нови училища, като три от тях се намират извън територията на град Русе. Реализирано е едно събитие (кръгла маса), на което е популяризирана националната научна програма и са обсъдени възможности за сътрудничество и провеждане на бъдещи събития.

Разпространение и популяризиране на резултатите

- 09.12.2019 г., Отчетна научна сесия на секция „Образование по математика и информатика“ зала 478, ИМИ – БАН, Тони Чехларова Модели на златни фигури
- 15 февруари 2020 г., Конференция „Динамична математика в образованието“, Чехларова, Т. Образователни ресурси на тема „Златното сечение“
- http://dmo.cabinet.bg/content/bg/files/200215_DMO_ikt_golden_TCH.pdf
- 1-4 септември 2020, 49 Пролетна конференция на СМБ, Боровец, Тони Чехларова: Модели на златни правоъгълници.
http://www.math.bas.bg/smb/2020_PK/49PK-book+shema.pdf

Разпространение чрез:

- сайта на секция ОМИ на ИМИ-БАН
<http://www.math.bas.bg/omi/projects.php>
<http://www.math.bas.bg/omi/news.php>
- Виртуален училищен кабинет по математика
<http://cabinet.bg/index.php?status=pages&pageid=links>
- Сайта на ИМИ-БАН
<https://math.bas.bg/2020/03/17/%d0%be%d1%82%d0%b2%d0%be%d1%80%d0%b5%d0%bd%d0%b8-%d0%be%d0%b1%d1%80%d0%b0%d0%b7%d0%be%d0%b2%d0%b0%d1%82%d0%b5%d0%bb%d0%bd%d0%b8-%d1%80%d0%b5%d1%81%d1%83%d1%80%d1%81%d0%b8/>

Специализиран уебсайт: Периодично се поддържа и актуализира създаденият уебсайт за обслужване на дейностите и отразяване на резултатите на научния екип на ПУ „Паисий Хилендарски“.

Уебсайтът е достъпен на следния адрес: <http://npict.fmi-plovdiv.org>, като на него е поставена препратка към официалния сайт на Национална научна програма „Информационни и комуникационни технологии за единен цифров пазар в науката, образованието и сигурността (ИКТвНОС)“.

Освен това, в сайта на Факултета по математика и информатика на ПУ е поставена препратка към официалния сайт на НПП „ИКТвНОС“.

<http://fmi-plovdiv.org/index.jsp?ln=1&id=1867>

Подготвени проектни предложения за европейски научни програми

Изготвено и подадено проектно предложение по програма H2020 SC1-DTH-04-2020 съвместно с други европейски университети и изследователски центрове. Проектът е със заглавие SMILE (SMart Interactive Living Environment for ageing people), а партньорите са следните: Aarhus Universitet (Дания), University of Huddersfield (Великобритания), Hellenic American Education Center (Гърция), Smartavatar B.V. (Нидерландия), Technical University of Sofia (България), Ss. Cyril And Methodius University in Skopje (Северна Македония), Roessingh Research and Development B.V. (Нидерландия), Universitatea Politehnica din Bucuresti (Румъния), Wenovatar (Япония), Impute (Япония).

В периода Декември 2019 – Септември 2020 са подготвени и подадени две заявки за международни проекти. Проектното предложение „TalentMagnet - Improved Institutional Capacities and New Multilevel Governance for Talent Attraction and Retention in the Danube Region“ е подадено по програма INTERREG V-B Danube Transnational Programme и е одобрено със срок за изпълнение от 30 месеца. Проектното предложение „Social Enterprises For The Care Of Commons“ е подадено по програма Erasmus + KA2 – Strategic partnerships in the field of adult education – KA204 и е в процес на рецензиране, като предложението е с планиран срок на изпълнение от 36 месеца.

Сътрудничество с бизнеса и обществени организации

Развитие на сътрудничество с „Клъстер за Цифрова Трансформация и Иновации“. Участие в съвместни проекти.

Основни проблеми при изпълнение на задачата

Срокът за изпълнение на задачата се удължава с 6 месеца поради създалата се обстановка в следствие CIVID-19 и невъзможността за провеждане на някои от планираните командировки и работни срещи.

Научна задача 2.1.2 Отворени онлайн образователни курсове за свободно ползване

Описание на задачата: Обменяне на материали за отворени онлайн курсове за свободно ползване по подобие на финансираният от ЕК портал Отворено образование в Европа.

Изпълнение на задачата за отчетния период

Разработени са два курса за учители, които ще работят по подготовката на ученици за състезанието „Математика с компютър“. Курсът за ученици от 11-12 клас, който бе заявен за втората година, ще бъде реализиран през следващата година. На негово място бе разработен курс за ученици от 9 – 10 клас, който бе планиран за следващата година. Разместването се наложи поради това, че броят на участниците в състезанието от 9 – 10 клас значително надхвърля броя на участниците от 11 – 12 клас и е целесъобразно най-напред да се подготвят материали за по-многобройната група. Материалите са публикувани в печатен вид и са на разположение (със свободен достъп) както следва:

- Чехларова, Т. П. Кендеров. (2020) Подготовка за състезания по математика с компютър в 5. - 6. клас (помагало за учители) Регалия 6 ISBN 978-954-745-319-7
http://cabinet.bg/content/bg/pages/file/Books/course_mathcomp_5-6.pdf
- Кендеров, П., Т. Чехларова. (2020) Подготовка за състезания по математика с компютър в 9. - 10. клас (помагало за учители) Регалия 6 ISBN 978-954-745-321-0
http://cabinet.bg/content/bg/pages/file/Books/course_mathcomp_9-10.pdf

Разработен е и още един материал, който може да се ползва за подготовка за състезанието. Той е публикуван в печатен вид и също е на разположение със свободен достъп:

- Кендеров, П., Т. Чехларова. (2020). Използване на помощните файлове в онлайн състезанието "VIVA Математика с компютър". Proceedings of the Forty-ninth Spring Conference of the Union of Bulgarian Mathematicians 2020. 220-228
http://www.math.bas.bg/smb/2020_PK/tom/pdf/220-228.pdf

- Образователна мрежа

Направено е предложение за създаване на образователна мрежа с работно заглавие "Приложение на цифровите технологии в преподаването и обучението по STEM дисциплини". Основната цел на мрежата е споделяне на опит, добри практики и учебни ресурси, както и улесняване на участието на учителите в информационни, обучителни и други мероприятия, организирани от членовете на мрежата. Задачи на образователната мрежа са запознаване със съвременни технологични решения, подпомагащи процеса на обучение, както и осигуряване на свободна платформа за достъп и споделяне на учебни ресурси в различни научни области. Ролята на ИИКТ-БАН е организиране, координиране и подкрепяне на дейности по сътрудничество, както и провеждане на демонстрации и експерименти, които да запознаят учители и ученици със съвременните технологии, техните приложни аспекти и различни технологични решения.

Предложението е отправено до няколко училища, с които вече са установени контакти във връзка с участието им в Национална програма „Изграждане на училищна STEM среда“. Училищата са от различни региони на страната, предимно в по-малки населени места (област Хасково, Кърджали, Враца и др.). Предвижда се участието в образователната мрежа да е на доброволни начала и безплатно.

В процес на съгласуване е Рамков договор за сътрудничество и взаимодействие, който ще бъде предложен за подписване на членовете на мрежата.

- Пилотни проекти на курсове с отворен достъп с интегрирано учебно съдържание

Курс „Линейно оптимизиране за икономически специалности“: В процес на разработване е пилотен интерактивен учебен курс с интегрирано учебно съдържание. Темата на курса е „Линейно оптимизиране (програмиране) и математическо моделиране“. Направен е задълбочен анализ на съдържанието, на чиято база са определени и обособени отделни учебни единици. Размерът им е така определен, че да могат да се използват многократно, да са осъществяват смислови и логически връзки с други учебни единици, да могат да се използват с цел персонализиране на обучението спрямо нуждите на съответния учащ, да се вграждат в тестове с цел определяне степента на заучаване на учебния материал и т.н. Изградена е структура на взаимовръзките между учебните единици. Във всеки учебен ресурс е вградена интерактивност. Тя се използва, за да може обучаемият да отиде от една учебна единица в друга. Преминаването става при даване на верен отговор на въпрос/и, относно току-що изучения материал. При грешен отговор учащият получава информация, къде е сгрешил, както и препратка към учебната единица, свързана със съответния въпрос. Скоростта, с която даден обучаем преминава през учебния материал се определя от степента на неговото усвояване (дадени верни отговори). Също така е реализирана и възможност за оценяване на обучаемите на база на съвкупност от учебни ресурси, обединени тематично, или на база на целия курс. В учебното съдържание са интегрирани и приложни задачи, свързани със конкретни учебни единици. Ресурсите са в процес на подготовка за публикуване в разработвания уеб-портал с отворен достъп.

Курс „Статистическа обработка на данни с R“: Курсът по R освен лекционен текст, предлага и разработени интерактивни тестове за проверка на знанията. Курсът съдържа и видео презентации, които се вграждат в портала.

- Платформа за предоставяне на разнообразие от пътища за достъп и споделяне на образователни ресурси чрез цифрови технологии

Платформата за предоставяне на разнообразие от пътища за достъп и споделяне на образователни ресурси чрез цифрови технологии се изгражда на базата на Wordpress. Порталът се намира на следния адрес - <https://npict.eu/>.

Платформата се гради върху принципите на разработената на предишните етапи на ННП ИКТвНОС от колектива на задачата концепция за Централизиран портал за отворени онлайн образователни ресурси за свободно ползване. Порталът е разширяем, той позволява включване на разнообразни по вид, съдържание и формат образователни материали.

В разработения Интернет портал за достъп и споделяне на образователни ресурси към този момент са включени курсове „Статистическа обработка на данни с R“, автор Тодор Балабанов и „Линейно оптимизиране“, автор Татяна Атанасова. Планира се въвеждането на материалите по тема „Системи за подпомагане вземане на решения“, както и вграждането на разработеното приложение за обучение под формата на образователна игра по българска история.

- Приложения за обучение

Разработено е приложение за обучение под формата на образователна игра по българска история. Играта обхваща два периода: създаването на българската държава от хан Аспарух и златния век на цар Симеон Велики. В играта са поставени табла с тематична информация за съответния период. На играчите са предложени и редица предизвикателства - задаване на въпрос, стрелба с копие по неподвижни мишени и преминаване на лабиринт. Приложението е в процес на подготовка за публикуване в разработения уеб-портал.

- Проведено е научно изследване на тема: „Developing Spatial Mathematical Skills Through Augmented Reality and Geogebra“ с автори Пламен Петров, Татяна Атанасова. Изследването се описва опитът и резултатите, събрани в едно училище в София, при работата с модула за добавена реалност на GeoGebra. Описват се резултатите, постигнати от учениците при работа с приложението за мобилни устройства GeoGebra 3D Calculator, възможностите за персонализирано учене, което то дава, и предизвикателствата в процеса на обучение. Разглежда се и възможността за преподаване чрез използване на системата за добавена реалност zSpace в режим на работа „3D Grapher“, съвместно с 3D модула на GeoGebra.

Статията е приета за публикуване в материалите на 13th annual International Conference of Education, Research and Innovation, 9-10 ноември, 2020 г., Севиля, Испания. Сборниците с материалите от конференцията са индексирани в SCOPUS и Web of Science (<https://iaterd.org/iceri/publications>).

- Проведено е научно изследване на тема: „Reducing the Number of Incidents in Converged IT Infrastructure Using Correlation Approach“, ICAI 2020, 1-3 October 2020, Varna, Bulgaria с автори Георги Костадинов, Татяна Атанасова и Пламен Петров.

С новите изисквания за дигитална трансформация трябва да се променят традиционните техники за управление на ИТ. В духа на тези промени основно изискване е събирането и анализирането на данни за ИТ инфраструктурата. Използването на корелационния подход за анализ на събраните данни, откриване на аномалии и определяне на причинно-следствената

връзка са ключови за намаляването на броя на инцидентите в ИТ инфраструктурата. Тази статия обсъжда корелационен подход за идентифициране на непреки връзки между различните видове инциденти в конвергентна инфраструктура. В тази работа акцентът е върху обсъждането на изкуствения интелект за ИТ операции (AIOps), който описва промяната на парадигмата, необходима за обработка на дигиталната трансформация в ИТ операциите.

Статията ще бъде публикувана в IEEE eXplore digital library индексирана в SCOPUS.

Подготвян е материал, достъпен он-лайн (на сайта на Лабораторията) за свободно ползване на тема „Топ 5 най-често задавани въпроси в областта на киберсигурността“. Материалът дава обяснение на най-често задаваните въпроси от ученици по време на обучителни семинари, провеждани с лектори от Лабораторията. Въпросите включват:

- Какво е блокировчик на рекламите и защо е необходим?
- Какво е VPN и нужно ли е да ползваме такава?
- Какво е многофакторна аутентификация?
- Може ли някой от Интернет да ме шпионира през уеб камерата ми?
- Кой може да види какво правя онлайн?

Разработени са следните учебни материали и курсове за обучение:

- Лекции към курса „Планиране на експеримента. Запознаване и работа с Chemoface и Design-Expert software“
- Електронен ресурс за ползване на програмен пакет ChemoFace
- Лекции и упражнения към 11 от 14 теми от курса „Виртуална и добавена реалност“
- Лекции на български на курса „Създаване на учебна интерактивна компютърна анимация“
- Лекции на английски на курса „Създаване на учебна интерактивна компютърна анимация“
- Лекции и упражнения на курса „Алгоритми“
- Лекция на английски към 1 тема от курса „Математични и числени подходи за моделиране на процеси“

Планирани задачи (до края на ноември 2020)

- Упражнения на български на курса „Създаване на учебна интерактивна компютърна анимация“
- Упражнения на английски на курса „Създаване на учебна интерактивна компютърна анимация“
- Лекции и упражнения към 1 тема от курса „Виртуална и добавена реалност“
- Част от курса „Приобщаващо образование“
- Част от курса „Анализ и моделиране на данни“
- Завършване на курса „Математични и числени подходи за моделиране на процеси“
- Създаване на курс „Лесни стъпки в параметризацията на малки молекули чрез приложение на програмен пакет FFParm“

Продължава работата по разработването на онлайн образователни курсове в областта на: цифрова обработка на сигнали; основни принципи на криптографията; основи на изкуствения интелект.

Онлайн образователен курс по „Цифрова обработка на сигнали“: Курсът има за цел да представи основни, базисни знания на начинаещите в тази област. В курсът са включени теми, усвояването на които ще позволи по-нататъшно задълбочаване на знанията в широката област на цифровата обработка на сигнали. Предвидено е разработването на 8 теми. Към момента са

разработени първите 3 теми. Изготвени са слайдовете и придружаващия ги текст, който би могъл да се запише лесно като аудио файл, ако бъде възприета тази форма на представяне на материала. Другата възможност е записването на цялостен аудио файл, придружаващ Power Point презентацията. По първата тема с наименование „Сигнали – класификация и характеристики. Получаване на цифрови сигнали“ са подготвени общо 16 слайда, включващи графики, снимки и аудио файлове. Втората тема „Дискретни сигнали – описание във времева област“ също е в обем от 16 слайда, които включват примери за основните обработки, на които дискретните сигнали могат да бъдат подложени в областта на времето. Третата тема „Дискретни сигнали – описание в честотна област. Преобразувания на Фурие“ е оформена в 16 слайда. Представеният материал е придружен с числени примери с цел по-лесното му възприемане. Остава да се разработят още 5 теми, с подобен предполагаем обем, както и обяснителния текст към слайдовете. Подготвен е и материал за 2 практически упражнения. Практическо упражнение 1 „Дискретни сигнали във времева област чрез Octave (Matlab)“ включва дефиниране и графично представяне на най-често срещаните реални дискретни сигнали (делта импулс, единично напрежение, реални дискретни синусоидални/косинусоидални и експоненциални сигнали). Разгледани са примери с основни операции с дискретни сигнали (сумиране, умножение, отместване във времето и др.). Практическо упражнение 2 „Дискретни сигнали в честотна област чрез Octave (Matlab)“ включва примери с начините за преобразуване на различни реални дискретни сигнали в честотна област и тяхното графично представяне. И двете упражнения са разработени чрез програмен продукт GNU Octave, като същият скрипт може да се използва и в MATLAB среда. За тези две упражнения предстои записване на аудио или видео файлове. Предстои да се разработи материалът за още две практически упражнения, както и да се запишат съответните им аудио или видео файлове. Практическо упражнение 3 „ЦЛИС във времева област чрез Octave (Matlab)“ и Практическо упражнение 4 „ЦЛИС в z-област и в честотна област чрез Octave (Matlab)“.

Онлайн образователен курс по „Основни принципи на криптографията“: Курсът има за цел да представи основни, базисни знания на начинаещите в областта на криптографията. В курсът са включени 4 теми: Шифър на Цезар; Шифър на Виженер; Substitution box (S-box) – метод със заместване; Последователно шифриране. Всяка тема включва 3 компонента: кратка теоретична част, поднесена на достъпен, разбираем, но и технически издържан език; интерактивен пример за визуално обяснение на съответния процес за шифриране/ дешифриране, който може да работи в автоматичен режим или да бъде спиран и пускан от обучаемия; online симулатор за шифриране/ дешифриране на въведен от обучаемия текст. За разработването на всяка тема и отделните компоненти в нея се използва HTML5, CSS3 и JavaScript. Разработени са online симулаторите за 4-те теми, които са в режим на тестове и верификация. Подготвени са теоретичните части за всяка тема като остава създаването на HTML код за тях. Интерактивните примери са подготвени, но все още не са функциониращи и тяхната реализация предстои.

Онлайн образователен курс по „Основи на изкуствения интелект“: Курсът се състои от 2 модула, всеки от които има по 2 подмодула: Модул 1: Ученици (а) на възраст 12 – 15 години и (б) на възраст 15 – 18 години; Модул 2: Студенти (а) Бакалаври и (б) Магистри. Целта на курса е да се формират, за всяка от съответните групи, основни първоначални, но задълбочени и фундаментални познания в областта на основните методи, алгоритми и програмни приложения на изкуствения интелект. В лекционния материал на всеки модул се формират фундаментални знания за изкуствения интелект. В Модул 1 (а) (ученици на възраст 12-15 години) се разглеждат основни принципи на изкуствения интелект: въвеждане в курса, въвеждане в алгоритмите, етична матрица, самообучение с учител и алгоритмични пристрастия, анализ и обработка на данни с изкуствен интелект. За практичното приложение, учениците ще използват безплатна платформа с отворен достъп, на която ще могат да обучат компютъра да разпознава изображения чрез класификация. В

Модул 1 (б) (ученици на възраст 15-18 години) се разглеждат основни принципи на изкуствения интелект, като се надграждат придобитите знания и умения от Модул 1 (а): социален импакт на изкуствения интелект, дефиниция за възприятие, представяне на данни и разпознаване на изображения, обучение, приложения за взаимодействие на човека с компютри, роботи и др. За практичното приложение, учениците ще използват безплатна платформа с отворен достъп, на която ще могат да се създадат и обучат собствен модел на изкуствен интелект. *В края на обучението си в Модул 1, обучаемият ще може да: обяснява основните понятия и принципи на изкуствения интелект; прилага последователност от стъпки за създаването на алгоритъм; разбира и използва класификация при обучение и разпознаване.* В *Модул 2 (а)* се разглеждат основните принципи на изкуствения интелект: въвеждане, видове и подмножества на изкуствен интелект, запознаване с основни принципи: представяне на изкуствения интелект чрез „интелигентен агент“, „състезателно търсене“ в изкуствения интелект, представяне на знания в изкуствения интелект. За практичното приложение, студентите ще използват безплатна платформа с отворен достъп, на която ще могат да се запознаят с вграждания за графики на знанието, което е от съществено значение за прогнозирането на връзки, както и задачи за логически извод. В *Модул 2 (б)* се разглеждат основните принципи на изкуствения интелект, като се надграждат придобитите знания и умения от Модул 2 (а): интерпретация, анализ и обработка на данни, текстова, аудио и видео информация чрез методи и алгоритми за машинно и дълбоко обучение и класификация, създаване на програмни приложения в изкуствения интелект, изграждане на потребителски модели и приложения за прогнозиране и вземане на решения, взаимодействие на човека с компютри, роботи и др. За практичното приложение, студентите ще използват безплатна платформа с отворен достъп, на която ще могат да визуализират данни, да се запознаят с възможностите на машинното обучение с учител, да се запознаят с алгоритъм за вземане на решения. *В края на обучението си в Модул 2, обучаемият ще може да: обяснява основните понятия и принципи на изкуствения интелект; аргументира използването на методи и алгоритми в изкуствения интелект чрез машинно обучение, дълбоко обучение на невронни мрежи, класификация при обучение и разпознаване; анализира проблеми и предлага решения, свързани с разгръщането на приложения на изкуствения интелект за разпознаване на изображения, говор, обработка на естествени езици; познава приложения за изкуствен интелект за създаване на модели за взимане на решения, планиране, прогнозиране, формиране на разсъждения.* В края на Модули 1 (а), 1 (б), 2 (а) и 2 (б) знанията ще бъдат проверени чрез тест. За всеки модул (1 и 2) ще бъдат дадени линкове с допълнителни интересни видеоклипове. *До края на месец октомври ще е готов презентационният материал, а до края на месец ноември ще се заснемат допълнителни видеоклипове и насоки за практичната част от обучението.*

В периода Декември 2019 – Септември 2020 е реализирано съдържание на образователен курс за „Блоково програмиране на дронове“.

През Ноември и Декември 2020 е проведено пилотно обучение с разработените образователни материали и с безпилотни летателни апарати. Участници в обучението са повече от 50 ученици и учители от 6-ти и 7-ми клас на СУ „Васил Левски“ в Русе.

През Януари и Февруари 2020 е проведено второ обучение с разработените образователни материали и с безпилотни летателни апарати. Участници в обучението са 21 ученика от 6 до 12 клас на МГ „Баба Тонка“ в Русе.

В периода Декември 2019 – Май 2020 са разработени материали за курс „Създаване на приложения за мобилни устройства“, които включват 9 практически занятия и създаването на приложения за мобилни устройства с ОС Android. Предстои публикуване на разработените материали в платформата на адрес <http://academy-bg.eu>.

На 01.09.2020 г., на основание чл. 21, ал. 1, т. 16 от Закона за висшето образование /ЗВО/ и чл. 28, ал. 3 и 4 от Закона за предучилищното и училищно образование /ЗПУО/, се сключи споразумение сътрудничество между Русенски университет „Ангел Кънчев“ - гр. Русе, представлявано от чл.-кор. проф. д-н Христо Белоев, Ректор и Английска езикова гимназия „Гео Милев“ - гр. Русе, представлявано от г-жа Маргарита Янакиева-Йорданова - Директор. Предмет на това споразумение е сътрудничеството между Университета и Училището, за извършване на съвместна учебна и методологична дейност по учебни предмети и модули за придобиване на профилирана подготовка във втори гимназиален етап и получаване на висококачествени знания и умения в областта на информационните технологии, STEM направлението и предприемачеството. Основната функция на университета е:

- Да осигури методическа дейност по разработване на нови, синхронизиране и актуализиране на съществуващи учебни програми по дисциплини, включени в утвърдените учебни планове за профилирана подготовка;
- Заедно с Училището да извършват съвместна учебна дейност по разработените програми за учебни дисциплини по утвърдените учебни планове за профилирана подготовка;
- Да осигури квалифицирани преподаватели и специалисти, които да водят обучението по задължителните и избираеми модули по профилираната подготовка по информационни технологии, предприемачество, както и в други специализирани модули от STEM направление, договорени между двете страни;
- Да осигури ползването на съвременно оборудвани лабораторни и компютърни зали на територията на Русенски университет „Ангел Кънчев“, както и достъп до своя библиотечен фонд;
- Да осигури експертна подкрепа при изграждането и дейността на училищния STEM център за природни науки, изследвания и екоиновации;
- Да съдейства за организирането на научни и образователни събития, културни и развлекателни програми, провеждани в Университета.

За учебната 2020/2021 г., Русенски университет осигурява следното обучение (профилирана подготовка) по учебен предмет „Информационни технологии“ за следния модул: „Мултимедия“ – с хорариум общо 72 часа/годишно, по 36 часа/срок, за четири групи. 4. Обучението се провежда на територията на Университета, в осигурени специализирани оборудвани лаборатории и компютърни зали. За целта е стартиран процес по създаване на интерактивно учебно пособие по учебен предмет „Информационни технологии“ за следния модул: „Мултимедия“, което ще бъде публикувано на <http://academy-bg.eu>.

Разработени софтуерни решения

Платформата за предоставяне на разнообразие от пътища за достъп и споделяне на образователни ресурси чрез цифрови технологии се намира на следния адрес - <https://npict.eu/>.

В рамките на периода на този отчет е създадено съдържанието за образователен курс „Блоково програмиране на дронове“, който е фокусиран върху приложното програмиране с използване на обучителни платформи. Проведени са два курса с ученици и учители от две училища в Русе.

Създадено е съдържание за образователен курс „Създаване на приложения за мобилни устройства“.

Разпространение и популяризиране на резултатите

15 февруари 2020 г., Конференция „Динамична математика в образованието“, Доклад на Кендеров, П., Подготовка за онлайн състезания по математика с компютър

http://dmo.cabinet.bg/content/bg/files/200215_DMO_IKTVNOS_PK2.pdf

В извънредната рубрика на Съюза на математиците в България (СМБ) е дадена връзка към ресурси, разработени по компонент 2 на Национална програма ИКТ в НОС

<http://www.math.bas.bg/smb/izmat/>

1-4 септември 2020, 49 Пролетна конференция на СМБ, Боровец, Петър Кендеров, Тони Чехларова: Използване на помощните файлове в онлайн състезанието "VIVA Математика с компютър"

http://www.math.bas.bg/smb/2020_PK/49PK-book+shema.pdf

Разпространение на създадените ресурси чрез Виртуалния училищен кабинет по математика, сайта на ИМИ-БАН, сайта на секция ОМИ на ИМИ-БАН и социални медии във връзка с информация за извънредното издание на състезание „Математика с компютър“ на 25 април 2020 г. (с над 500 участници) http://vivacognita.org/_/viva-math

Подготвени проектни предложения за европейски научни програми

Партньор: РУАК

В периода Декември 2019 – Септември 2020 са подготвени и подадени две заявки за международни проекти. Проектните предложения „STEAM Teacher Education Programme“ и „STEM and Nanotechnology in Science“ са подадени по програма Erasmus + KA2 – Strategic partnerships in the field of higher education – KA203 и са в процес на рецензиране. Двете заявки са с планиран период на изпълнение от 24 месеца.

Научна задача 2.1.3 Осигуряване на образователни услуги, дисково пространство и софтуерни компоненти

Описание на задачата: Осигуряване на дисково пространство и специализирани образователни услуги от налични центрове за данни за пилотни проекти за отворени образователни курсове и материали.

Поставени цели и задачи

1. Осигуряване на дисково пространство и учебни ресурси и услуги от портали за свободно обучение и предоставяне на образователни услуги.
2. Създаване на образователни игри и специализиран софтуер за създаване и използване на ресурси в образователни игри.
3. Провеждане на масивни онлайн образователни курсове и обучения с помощта на специализирани портали и софтуерни системи за обучение.

Изпълнение на задачата за отчетния период

По първата цел резултатите бяха постигнати през първия шестмесечен отчетен период на проекта. По втората цел бяха постигнати нови резултати (различни от тези за първия шестмесечен отчетен период), касаещи създаването на три нови учебни игри. По третата цел работата продължава със следните две дейности:

- инсталиране на софтуерна платформа за управление на MOOC курсове
 - подготовка на MOOC курс в областта на проектиране на видео игри за обучение
- Екипът на СУ разработва 3 учебни онлайн видео игри, които ще са достъпни онлайн както следва:

- каталог на игрите: <https://games.npict.bg/>
- 2D учебна видео игра "Открий думите": <https://games.npict.bg/wordsfinder.html>
- 3D учебна видео игра за намиране на обекти: <https://games.npict.bg/objectfinder.html>
- 3D учебна видео игра за подреждане на обекти: <https://games.npict.bg/sodtthetiles.html>

Най-важни постигнати резултати с практическо приложение

- инсталирана е софтуерна платформа за управление на MOOC курсове
- подготвен ще бъде MOOC курс с име „Проектиране на видео игри за обучение“
- създадени са 3 учебни видео игри, които са достъпни онлайн

Разпространение и популяризиране на резултатите

Създадени ще бъдат 3 интернет страници с описание на игрите и една страница с каталог на игрите, която ще бъде периодично обновявана.

Резултатите по проекта ще бъдат публикувани в статия на индексирана международна конференция.

Сътрудничество и интеграция на научните екипи

Изградено е сътрудничество с Европейската научна организация IADIS.

<http://www.iadisportal.org/>

Подготвени проектни предложения за европейски научни програми

Подготвени проектни предложения за европейски научни програми. Подадено е проектно предложение: *“Include Me in The Future Society Technology” (INMETECH) – under the FETOPEN-01-2018-2019-2020: FET-Open Challenging Current Thinking call (Proposal Number 965077)*

Работен пакет 2.2. Езикови технологии и технологии, базирани на съдържание за по-добро образование

Цели на работния пакет

- Оказване на компетентна подкрепа за научни приложения в ключови области като медицина и биоинформатика, екология и биоразнообразие, нови материали, транспорт, енергийна ефективност, хуманитарни и социални науки и др.
- Формиране на интердисциплинарни екипи, използващи най-съвременни постижения в информационните технологии.

Научна задача 2.2.1 Развитие на езикови технологии и технологии базирани на съдържание. Създаване на научни образователни приложения в ключови области.

Описание на задачата: Развитие на езикови технологии и технологии, базирани на съдържание, които да са съвременни средства за подобряване на формалното и неформалното обучение, както и на преподаването в професионални, образователни и други контексти

Изпълнение на задачата за отчетния период

През отчетния период усилията на колектива бяха концентрирани върху разработка на нови специализирани архитектури за управлявано решаване на задачи по снемане на многозначността на думи чрез използване на резервоарни дълбочинни модели.

Първият слой на архитектурата се състои от два рекурентни резервоара, които се инициализират с нулево начално състояние, след което се "подгръват" до състояние, зависещо от първата и последната дума на контекста (текущия текст). След достигането на съответното на дадения контекст състояние на двата резервоара от първия слой, на входа им се подава ембединга на текущата дума $in(k)$, чийто смисъл трябва да бъде разпознат, до достигане на ново равновесно състояние, зависещо от тази дума.

Вторият слой на DBiESN модела се състои от друг ESN резервоар, с нулево изходно състояние, който има за вход извлечените от левия и десния контекстен резервоари състояния заедно с ембединга на целевата дума. Полученото равновесно състояние на този резервоар се използва за генериране на изхода на модела като линейна комбинация от полученото състояние на невроните във втория слой.

Обучението се извършва по рекурентния метод на най-малките квадрати, като целта е да се минимизира грешката между предсказания ембединг (векторното представяне на една дума) и правилния синонимен ембединг за съответната входна дума на модела.

Проведените изследвания потвърждават, че предложената DBiESN архитектура е една добра алтернатива на изследваните в предходните ни работи BiESN модели в контекста на задачата за разпознаване смисъла на думите, тъй като постига същата точност с по-малко обучавани параметри на модела.

Ефективността на процеса на семантичната анотация в голяма степен зависи от наличие на готови анотирани ресурси. При обогатяването на синонимните множества от BVB-WordNet с енциклопедично знание от Уикипедия полуавтоматично са извлечени 13173 многокомпонентни думи. От общия брой са изключени имена на хора, ежегодни събития, заглавия на филми, книги, песни и музикални албуми, които не подлежат на анализ на този етап. 2187 от тях са избрани за анализ и са групирани според вида опора на фразата – поради особеностите на съдържанието на Уикипедия, всички извлечени многокомпонентни думи са именни фрази, предимно конструкции от прилагателно и съществително име (магнитно поле), по-рядко числително и съществително (ЦСКА 194).

Многокомпонентните думи са ръчно групирани в шест условни тематични категории: Химия (30), Физика и астрономия (89), Биология и медицина (130), География (801), Социални (960) и Други (177). Извършено е и първоначално автоматично разпределение според категориите на Уикипедия, но категоризацията ще се подобрява. Едни от най-продуктивните групи са от категориите Химия и Физика и Астрономия – развитието на науката води до често възникване на нови понятия. Характерно за тези категории е, че съдържат сравнително дълги конструкции, включващи предлози и собствени имена, като: Уравнения на Максвел, Процес на Фишер-Тропш. Най-многобройната и разнообразна категория - Социални – съдържа многокомпонентни думи, означаващи институции, организации, събития, термини от областта на спорта, изкуствата и науки като психология, лингвистика и други. Някои от най-комплексните изрази са в този клас, например Българска народна македоно-одринска революционна организация.

За целите на изпълнението на задачата беше създадена нова методология за конструиране на преобразуватели за представяне на езикови модели, които по-прецизно да представят (в сравнение с използваните в момента методи) вероятностните разпределения на съответните езикови модели.

Разработена е обща конструкция за композиция на подпоследователен преобразувател (WFST), представящ условно вероятностен модел с подпоследователен преобразувател с преходи при неуспех (f-WFST), представящ вероятностен модел. За подпоследователни преобразуватели удовлетворяващи определени условия, е разработена допълнително и по-ефективна конструкция, която избягва създаването на ненужни състояния.

Също така, беше създаден набор от ефективни алгоритми за конструиране на подпоследователен преобразувател с преходи при неуспех (f-WFST), представящи вероятностни разпределения на последователности от думи. Конструкциите включват изграждане на условни вероятностни преобразуватели, вероятностни преобразуватели с преходи при неуспех и изтегляне на теглата (канонизация) на вероятностни преобразуватели с преходи при неуспех. Тези алгоритми са приложими за много задачи за представяне на вероятностни модели с подпоследователен преобразувател с преходи при неуспех.

За оценка на новата методология бяха извършени серия експерименти за измерване на прецизността на автоматичното разпознаване на реч (ASR), използвайки подпоследователен преобразувател с преходи при неуспех (f-WFST), за правилно представяне на вероятностното разпределение върху последователности от скрити състояния на модел на Марков (HMM). За разлика от широко използвания подход за замяна на преходи при неуспех в езиковия модел с епсилон преходи, ние ги третираме експлицитно, което води до правилно представяне на моделираното разпределение на вероятностите. За тази цел бяха приложени разработените за целта специализирани алгоритми за съставяне, изтегляне на теглата в различни полупръстени, минимизиране и декодиране на f-WFST, който представлява желаното разпределение на вероятността. Експериментите за оценка на прецизността бяха проведени върху следните речеви корпуси за ASR: LibriSpeech, TED-LIUMv3 и българският BG-PARLAMA. Експериментите показват, че използването на подпоследователен преобразувател с преходи при неуспех представя редица преимущества при първичното декодиране на ASR системата.

Допълнени са и разширени реализираните модули за провеждане на обучение, както и довършителни дейности по 4-ри модула за обучение от курс „Въведение в мрежовата сигурност“ / „Network security basics“. Предстои въвеждане на информацията от тези четири модула в реализираното приложение. Тези модули са:

- Анализ на функционалността на WEP и прилагане на атака над безжична мрежа защитена със стандарта/ Analysis of the functionality of WEP and penetration testing of a wireless network secured with the standard;
- Осъществяване на атака над безжична мрежа, която е защитена с WPA2 (Penetration testing of a wireless network secured with the WPA2 standard);
- Придобиване на достъп до операционна система Windows 7 чрез премахване на парола за съществуващ потребител (Obtaining access to a Windows 7 system by removal of the password for an existing user);
- Придобиване на отдалечен контрол над Windows ОС чрез Kali Linux, Metasploit и reverse_tcp с изпълним файл (Gaining remote access to a Windows OS using Kali Linux, Metasploit and reverse_tcp);

Разработени са материали за втори курс „Мрежово администриране / Networking administration“, които ще се провежда отново на български език и английски език, като целевата група ще е чуждестранни студенти, които са на обучение в Русенски Университет по програма Еразъм +. Реализирани са шест модула:

- Инсталиране на Windows Server 2012 върху новосъздадена виртуална машина / Installation of Windows Server 2012 on a newly created virtual machine;
- Инсталиране на Windows Server 2012 върху виртуална машина с инсталирана ОС Windows Server 2008 R2 / Installation of Windows Server 2012 on a virtual machine with Windows Server 2008 R2;
- Първоначално конфигуриране на ОС Windows Server 2012. Добавяне на роли и компоненти / Initial configuration of Windows Server 2012. Adding of roles and features;

- Премахване на роли и компоненти и работа с команди в режим без графичен интерфейс при Server 2012 / Removal of roles and components and work in command line mode and without graphical user interface in Server 2012;
- Конфигуриране на локални ресурси за съхранение на данни при Server 2012 / Configuration of local data storage resources in Server 2012
- Конфигуриране на споделен достъп до файлове при Server 2012 / Configuring shared file access in Windows Server 2012.

Извършени са процеси по реализиране, тестване и отстраняване на проблеми с реализираното самостоятелно приложение за осъществяване на обучение за ОС Android, което е базирано на разработените модули. Предстои публикуването на приложението в Google PlayStore и предоставяне на свободен достъп до него.

В рамките на периода на този отчет е довършено съдържанието за курс „Въведение в мрежовата сигурност“ / „Network security basics“ и е създадено съдържанието за курс „Мрежово администриране / Networking administration“.

Най-важни постигнати резултати с практическо приложение

Създаването на езиков ресурс от свързани данни в определени тематични области чрез свързване на VTB-WordNet и българската Уикипедия. Извлечени са 13173 многокомпонентни думи, които са групирани по шест условни тематични категории: Химия (30), Физика и астрономия (89), Биология и медицина (130), География (801), Социални (960) и Други (177).

Предложена е нова дълбока двупосочна архитектура на невронни мрежи (DBiESN) тип "ехо", която ефективно решава задача за снемане на многозначността на думи.

Създадена е нова методология за конструиране на преобразуватели за представяне на езикови модели, които по-прецизно да представят (в сравнение с използваните в момента методи) вероятностните разпределения на съответните езикови модели.

Разработени са 2 образователни курса с отворен достъп (курс „Въведение в мрежовата сигурност“ / „Network security basics“ и курс „Мрежово администриране / Networking administration“), които предстои да бъдат публикувани в платформата с отворен достъп с адрес <http://academy-bg.eu> и интегрирани в разработваното мобилно приложение).

Научна задача 2.2.2 Интегриране в учебното съдържание на елементи на изкуствен интелект

Описание на задачата: Интегриране в учебното съдържание на обработка на естествен език, машинно самообучение, семантични технологии, извличане на данни и други, в това число в контекста на големи данни и съвременни изчисления.

Изпълнение на задачата за отчетния период

Проучени са различни технологични решения за управление на адаптивността в системи за електронно обучение, както и техники и модели за постигане на адаптивност в интелигентните системи за обучение. Адаптивността е насочена към възможността за адаптация към нуждите на обучаемите и техните предпочитания; към поведението на обучаемите; към зависимостта от показаните резултати в процеса на обучение; към моментно психо-физиологично състояние; към личностни качества. На базата на петкомпонентен концептуален модел на адаптивна хипермедийна система, базиран на модел Dexter, е проектирана архитектурата и модел на база данни на изследователска адаптивна система за електронно обучение. За проектиране и доставяне на адаптивен курс следва да се използва методология, включваща различни педагогически стратегии,

подходящи за индивидуално или групово обучение в зависимост от показаните зния, стил на обучение и моментно психо-физиологическо състояние.

Управлението на адаптацията се базира на модул, който управлява всички важни аспекти на процеса на обучение: управление на съдържанието – тема, конкретен обучителен модул, вид на съдържанието, поредица и т.н.; управление на параметри за педагогическия аспект на обучението; управление на времената – продължителност на конкретната сесия, на отделните модули, слайдове, паузи и т.н.; управление на поредността на обучителните сесии, редувани с тестови и други спомагателни такива; управление на околната среда – фонови звуци, релаксираща музика, промяна на осветеността (светлинен спектър, осветеност). Модулът за управление на адаптацията използва данни от отделни подсистеми, които мониторират различните аспекти от поведението на обучаемия. На базата на невронно-мрежов модел, който се обучава въз основа на регистрираните и съхранявани данни се изгражда модел, който позволява определяне на приоритет на първичните данни от мониторинга в реално време по отношение на повишаването на ефективността на обучителния процес.

Извършено е експериментално използване за конкретен курс за обучение чрез проектиране на учебно съдържание и адаптивното му доставяне до обучаемия. Оценен е разработения софтуерен прототип чрез събиране и анализиране на изследователски данни, които са съпоставени с данни от конвенционална методика на обучение.

В периода декември 2019 – май 2020 бе разработена онлайн версия на курса "Практическа роботика и умни неща" (<https://learn.fmi.uni-sofia.bg/course/view.php?id=6176>), достъпна след регистрация в системата Мудъл на Факултет по математика и информатика на СУ „Климент Охридски“. Бяха записани 10 броя видеа (учебни материали) към отделните теми на курса, достъпни през системата Big Blue Button за Мудъл. Курсът беше проведен дистанционно чрез системата за електронно обучение Мудъл с 11 участника през летен семестър на 2019/2020 във ФМИ на СУ.

Беше разработен проект „Разпознаване на лица от автономни роботи с използване на OpenCV 4 Deep Neural Network (DNN), Caffe deep learning model for face detection, openface_nn4.small2 feature extraction model, и Scikit Learn SVM върху Raspberry Pi 3“ (<https://github.com/iproduct/course-social-robotics/tree/master/image-recognition-opencv-dnn>).

Разработен е емпиричен модел въз основа резултати от експлоатацията на пречиствателни съоръжения за питейна вода. Методиката може да бъде мултиплицирана за широк кръг технологични обекти. За разработване на Multi Input Multi Output (MIMO) динамичен емпиричен модел е избрана структурата на модела на Винер - последователно свързани линейна динамична част и нелинейна статична част. Предварително са комплектувани значителен брой данни за изследвания процес. Проведени са изследвания за извеждане на нелинейната статична част, гарантираща най-висока точност. За всяка междинна и целева променлива, които сумарно са 8 са изведени нелинейни зависимости във вида на регресионни уравнения и два вида изкуствени невронни мрежи. За намаляване на размерността на смущаващите и управляващите променливи, които са входни за математичния разглеждания обект и общият им брой е 9 е приложен методът на главните компоненти, при което размерността на входните променливи се редуцира до три. За математичното описание на динамичните характеристики са снети 72 преходни характеристики, които са описани с предавателни функции. Разработена е блоковата схема на математичния модел. Предстои софтуерна реализация на емпиричния модел в цялостност за симулационни изследвания.

За откриване на аномални явления при биологичното пречистване на отпадъчни води е приложен алгоритъм, който се основава на метода на главните компоненти. За наличен комплект данни от експлоатация на съоръжението са изведени главните компоненти. За всяко

новопостъпващо измерване се извършват изчисления съгласно алгоритъма и се проверява дали е налично аномално състояние по критерия на Хотелинг и по квадратичната грешка на предсказването (SPE). Въз основа на техните стойности се взема решение за наличие на аномално явление.

Разработени са нови материали и методи на обучение с прилагането на методите на изкуствения интелект. Индивидуалния стенд се състои от персонален компютър с инсталиран на него ИИ алгоритъм - примерно Невронна мрежа - и пасивен агент, който комуникира с компютъра посредством Bluetooth.

Пасивните агенти представляват платформа снабдена с индивидуално задвижвани колелета, сензори и Bluetooth комуникация с компютъра. Състоят се от два стъпкови електродвигателя и един ултразвуков сензор, който е поставен на въртяща се поставка. Поставката се движи в хоризонтална и вертикална плоскост с помощта на серво двигатели. Движението в хоризонтална плоскост, позволява идентифициране и заобикаляне на хоризонтални препятствия.

Извършено е цялостно реновиране на учебна лаборатория, която ще бъде използвана за нуждите на провеждане на практически и теоретични занятия по дисциплината Изкуствен интелект.

Изследван е подход за автоматично оценяване на ESG (Environmental, Social, Governance) рейтинги на компании, с отчитане на опазването на околната среда при дейността им, социалната им политика и организацията на управлението им. По този начин се определя устойчивото развитие на целевата компания или друг участник на пазара.

Разработеният подход се разглежда като обективен, тъй като се основава на анализ на обективни данни за изчисление на ESG рейтинги. За целта се построява на математически модел базиран на мултифакторно моделиране с включени еволюционни изчисления, използващи като входни данни цени на продукти, акции или други обективни данни на целевия участник и анализ на зависимостите му по отношение на други пазарни участници.

Резултатите са анализирани и е предложена техника за валидация. Изследвани са положително и негативно корелирани фактори към целевата компания, подлежаща на оценяване с ESG рейтинг.

Резултатите **могат да се приложат** както в дейността на агенциите за оценка на рейтинги, така и от всеки участник на пазара, с цел подпомагане на вземането на информирани решения при инвестиране.

Изследван е модел на невронна мрежа за предсказване на цена на криптовалута. За целите на изследването е използвана криптовалутата биткойн. **Разработена е система** за предсказване на цена на криптовалута биткойн на базата на невронната мрежа. Системата се състои от следните основни функционалности:

- Колектор на данни – извлича данни за цени на биткойн от различни отдалечени източници (социални мрежи и новинарски сайтове);
- Машинно обучение – преобразува данните в подходящ формат за обучение на невронната мрежа. Мрежата е с архитектура от тип LSTM (Long Short-Term Memory) и прогнозира цената на криптовалутата за период от един ден напред;
- Програмен интерфейс (REST API) – изпраща данните за прогнозираната цена на биткойн към крайни потребители;
- Сигурност – реализира автентикационна проверка на потребителите за достъп до прогнозираните цени;
- Потребителски приложения – Андроид и веб приложение за достъп на крайните потребители до прогнозираните цени на биткойн.

Резултатите са сравнени с резултатите от системата Cryptomon, която е известно приложение за прогнозиране на цени на криптовалюти. Точността на разработената невронна мрежа за предсказване на цена на биткойн е 96,39%.

Резултатите от разработката могат **да се приложат в две направления:**

- Предсказване на цена на биткойн за подпомагане на инвестиционни решения;
- Практическо внедряване на разработената система, която може да бъде разширена за предсказване на цени на множество криптовалюти за по-дълъг времеви период.

Изследвани са алгоритми с машинно обучение за класификация на произведения от класически български автори. Целта на изследването е сравнение на точността и времето за изпълнение на алгоритмите при класификация на текстове от български автори.

Експерименталните изследвания са проведени с произведения от Пейо Яворов, Димчо Дебелянов, Христо Смирненски и Иван Вазов. Алгоритмите са сравнени по отношение на точност на класификацията и време за изпълнение на класификацията.

Резултатите показват приложимостта на различните алгоритми при различни съотношения на класифицираните произведения от различните автори.

Резултатите от разработката **могат да се приложат** в системи за електронно обучение по български език и литература. Направените изводи за точността и времето за изпълнение на различните алгоритми могат да бъдат използвани като препоръки за избор на алгоритми с машинно обучение в по-широк клас от задачи за класификация на текст.

Изследвани са различни функции на ядрото на алгоритъма Support Vector Machines (SVM) при класифициране на текст. Целта на изследването е сравнение на точността на различните функции на ядрото по отношение на коректно разпознаване на текст. Като експериментална база в изследването са използвани рецензии на филми, написани на английски език, които са общоприети образци за класификация на текст.

За обучение и тестване на SVM с различните ядра са използвани 1000 документа, съдържащи рецензии на филми – положителни и негативни, написани на английски език. Задачата се състои в класифициране на рецензия в един от два класа – положителна или отрицателна рецензия. Различните функции на ядрото са изследвани по отношение на два критерия: Точност – съотношение на коректно класифицираните рецензии спрямо всички рецензии; Време за приключване на класификацията. Експерименталните изследвания показват, че линейната функция на ядрото на SVM алгоритъма постига най-висока точност и най-кратко време за класификация в сравнение с другите функции на ядрото. Формулирана е препоръка за използване на линейна функция на ядрото в SVM при класификация на текст в широк клас от задачи.

Резултатите от разработката **могат да се приложат** в следните направления:

- В софтуерни системи за разпознаване на публикации с неподходящо съдържание – напр. в социални мрежи, системи за генериране на новини, системи за електронно обучение и др.
- В софтуерни системи за автоматизирано генериране на препоръки за потребители чрез алгоритми с машинно обучение

Проектът допринесе за **защита на докторска дисертация** в областта на машинното обучение и е в подкрепа на **текущи докторски разработки** на други две дисертации в тази област.

- защита на дисертационен труд на тема: "Изследване на методи и алгоритми за класификация на текст в **машинното обучение**", дата 18.09.2020 от инж. Нели Ананиева Арабаджиева-Калчева.
- докторант Мая Петрова Тодорова, тема „Методи на **машинното обучение** за анализ на данни в областта на онкологичните заболявания”

- докторант Гинка Калева Маринова, Тема: „Изследване на психологически тестове чрез методите за **машинно обучение**“

Най-важни постигнати резултати с практическо приложение

Разработен е софтуерен прототип на изследователска адаптивна система за електронно обучение, който позволява с използване на машинно обучение системата да се адаптира към процеса на обучение на базата на мониториране на различни аспекти от поведението на обучаемия.

Много от направените разработки през първата година са с директно практическо приложения в борбата с дезинформацията в уеб.

Проведени са изследвания за създаване на математичен модел на сложен технологичен обект. Успешните практики при създаването му могат да бъдат мултиплицирани за създаване на емпирични модели на широк кръг технологични обекти.

Приложен е и е изследван алгоритъм за откриване на аномални явления, която процедура има приложение в учебния процес и мониторинга на технологични процеси в реалния живот.

Разработен е концептуален модел на индивидуален стенд за провеждане на упражнения по Изкуствен Интелект и се работи по реализацията му.

Разработен е сценарий за провеждане на упражнения по Изкуствен интелект, с помощта на индивидуалния стенд.

Цялостно е реновирана и преоборудвана лаборатория за провеждане на упражнения и лекции по изкуствен интелект.

Разпространение и популяризиране на резултатите

Подготвена е статия, представена на международна научна конференция 12th Annual International Conference on Education and New Learning Technologies (EDULEARN20), проведена в периода 6–7 юли 2020. Конференцията е индексирена в WoS.

Подготвена е статия за участие в научна конференция “Computer Science’2020”, която ще се проведе в периода 18 – 21 октомври в гр. Велинград, България. Конференцията е част от серия от научни форуми „Дни на науката 2020 на ТУ-София“.

В рамките на конференцията “Computer Science’2020” ще бъде организиран Workshop по проект ИКТвНОС за представяне на научни и приложни резултати по проекта от екипите от ТУ–София, участващи в отделните задачи.

За 28-мия Международен симпозиум "Управление на енергийни, индустриални и екологични системи" на 5 и 6 ноември 2020г. ще бъдат представени доклади, свързани с научната задача 2.2.2.3

Подготвена е статия „ Scanning of Elongated Constrained Areas in Mixture Spaces“, която е депозирана в списание „Information Technologies and Control“.

Работен пакет 2.3. Съвременни средства за цифровизация в образованието и работата с млади таланти

Цели на работния пакет

- Моделиране на процеси и явления с обработка на големи обеми от данни и сложни математически и компютърни модели.
- Разширяване на участието на български научни екипи в европейски проекти и в научноизследователски програми.

Научна задача 2.3.1 Добавена виртуална реалност в обучението

Описание на задачата: Въвеждане на добавена виртуална реалност и тримерни модели (реални и виртуални) за илюстриране на учебен материал. Привлекателен подход за усвояване на нови знания.

Изпълнение на задачата за отчетния период

Разработено е приложение в среда Unity, което позволява изучаването на проекции с избрани 2D и 3D форми - Vessya. Включена е възможност за интерактивно хващане и мащабиране на обектите, като е добавен и обучаващ аватар-момче за частично подпомагане на обучаемите. Приложението е инсталирано и изпробвано върху мултиплатформен VR комплект, интегриращ високопроизводителна гейминг компютърна система към HTC Vive Pro решение с два джойстика, изграден през първия етап на проекта. За 2019, през м. ноември, са организирани общо две демонстрации с доклади: по време на 6-то издание на УЧИ-БАН (<https://cutt.ly/NyLskkR>) и в рамките на Национален семинар по математическо образование (<https://bit.ly/2MhKga6>), като и двете представяния са отличени за своята иновативност и занимателност.

През 2020 година, допълнително е разработена и тествана интерактивна обучителна среда Blumber+. При това е изследвано тренирането на бързодействието и развиване на когнитивните способности на обучаемите, свързани с различни 3D модели от стереометрията. Основната идея е да се изградят максимално високи, кули от близко поставени кубове или призми, като се отчита време и точки при успех. Разработени са три нива на трудност, като се варира със скоростта и сложността на задачата. Разработката е резултат от работа на млади таланти в патньорство с международната мрежа Secure Digital Future 21, обхващаща около 50 държави от цял свят (<http://securedfuture21.org/>). Представена и наградена с медал по време на зимното XX издание на Ученическия институт по математика и информатика (УЧИМИ), към Съюза на математиците в България (СМБ). Играта Blumber+ е демонстрирана тестово и по време на конференцията „Динамична математика“, през м. февруари, 2020, (<https://bit.ly/3eBBOPf>).

Извършени задачи (до 30 септември 2020)

- Апробирани със 121 студента от ФМИ на виртуални модели за самообучение и оценяване
- Демонстрационни клипове на 5 виртуални модела за самообучение и оценяване
- Публикувана статия “Gamified Evaluation in STEAM for Higher Education: A Case Study” в издание със SJR
- Приет доклад „Gamified Evaluation in Game-Based Learning“ на международната конференция ICIST 2020, Литва

Създадено е приложение с добавена реалност за подобряване на физическа активност на деца.

Разработени са три отделни модула с различни функционалности.

- Модул „Приложение с добавена реалност с виртуален треньор“
- Модул „Разпознаване на активности в реално време“
- Модул „Разпознаване и преброяване на репетитивни движения по време на тренировки в реално време“

По времето на подготвяне на този отчет модулите функционират самостоятелно, като целта е да се разработи единно приложение комбиниращо и трите.

В периода Декември 2019 – Септември 2020, екип на РУАК извърши процеси по дигитализация на православната църква „Всех Святих“ в град Русе, както и на предмети от колекцията на РИМ-Русе.

За целта екипа на РУАК използва цифрови фотокамери, дроне и 3D скенери, а получената информация се обработва от сървърните масиви в Русенски университет.

На 01.09.2020 г., на основание чл. 21, ал. 1, т. 16 от Закона за висшето образование /ЗВО/ и чл. 28, ал. 3 и 4 от Закона за предучилищното и училищно образование /ЗПУО/, се сключи споразумение сътрудничество между Русенски университет „Ангел Кънчев“ - гр. Русе, представлявано от чл.-кор. проф. д-н Христо Белолев, Ректор и Английска езикова гимназия „Гео Милев“ - гр. Русе, представлявано от г-жа Маргарита Янакиева-Йорданова - Директор. Предмет на това споразумение е сътрудничеството между Университета и Училището, за извършване на съвместна учебна и методологична дейност по учебни предмети и модули за придобиване на профилирана подготовка във втори гимназиален етап и получаване на висококачествени знания и умения в областта на информационните технологии, STEM направлението и предприемачеството. Основната функция на университета е:

- Да осигури методическа дейност по разработване на нови, синхронизирани и актуализирани на съществуващи учебни програми по дисциплини, включени в утвърдените учебни планове за профилирана подготовка;
- Заедно с Училището да извършват съвместна учебна дейност по разработените програми за учебни дисциплини по утвърдените учебни планове за профилирана подготовка;
- Да осигури квалифицирани преподаватели и специалисти, които да водят обучението по задължителните и избираеми модули по профилираната подготовка по информационни технологии, предприемачество, както и в други специализирани модули от STEM направление, договорени между двете страни;
- Да осигури ползването на съвременно оборудвани лабораторни и компютърни зали на територията на Русенски университет „Ангел Кънчев“, както и достъп до своя библиотечен фонд;
- Да осигури експертна подкрепа при изграждането и дейността на училищния STEM център за природни науки, изследвания и екоинновации;
- Да съдейства за организирането на научни и образователни събития, културни и развлекателни програми, провеждани в Университета.

По покана на ръководството и археолозите на Регионален исторически музей – Русе, бе извършена 3D дигитализация на значими римски артефакти и разкопки от римска крепост в близост до село Широково, община Две могили. Създадените модели, ще бъдат интегрирани в платформа насочена за популяризация на историческо наследство сред учащите.

В резултат на съвместна дейност между екипа и Регионална библиотека – Русе, е създадено мобилно приложение, което разполага с четец за QR кодове и AR скенер за визуализация на добавена реалност. Приложението е разработено от екипа на РУАРК и е в подкрепа на проект „Послания на времето. Академик Михаил Арнаудов – познат и неизвестен“ на Регионална библиотека „Любен Каравелов“ – Русе, реализиран с финансовата подкрепа на Национален фонд култура, Програма „Публики“, Модул „Привличане и развитие на публики“.

Продължава работата за създаване на добавена виртуална реалност и тримерни модели (реални и виртуални) за илюстриране на учебен материал.

Приети са 2 научни статии за участие в международна конференция:

- Y. Chukanska, T. Terzieva, O. Rahneva and G. Koleva, Design and development of 3D Music instruments for training children with special needs. Anniversary International Scientific Conference “Synergetics and Reflection in Mathematics Education”, 16-18 October 2020, Pamporovo, Bulgaria.

В настоящата статия са проучени и представени възможностите на компютърните технологии и 3D принтиране в помощ на обучението по музика при деца със силно ограничено зрение. Съставена е форма на квинтов кръг, подходящ за транслитерация в Брайлова азбука. Проектиран е триизмерен обект, който описва квинтов кръг по Брайл.

- Golev, A., A. Rahnev and T. Terzieva, NSP „ICTinSES“– Achieved Results from the FMI Team at PU. I, Anniversary International Scientific Conference “Synergetics and Reflection in Mathematics Education”, 16-18 October 2020, Pamporovo, Bulgaria.

В настоящата статия са представени постигнатите резултати от научния екип на ФМИ при Пловдивски университет през първата година от изпълнението на ННП „ИКТвНОС“. Посочени са реализираните дейности в два от основните компоненти – Електронна инфраструктура за отворена наука и Цифрови технологии в обучението и преподаването. Получените резултати са публикувани в специализирани международни списания с импакт-фактор (IF) и/или импакт-ранг (SJR) и са представени на престижни научни форуми.

Завършена е актуализацията на всички необходими модули в средата на разработване на 3D моделите в ЮЗУ – Unity. Поради актуализацията са адаптирани всички 3D модели, в резултат на което е постигната оптимизация, по отношение на представяне на информационното съдържание (визуализация на тримерните модели и елементи с допълнителен контрол от страна на потребителя).

Изследване за съвместимостта между софтуерния модул и виртуална среда за визуализация (VR): Актуализираният модул (включващ отделните 3D моделите) е тестван за съвместимост при визуализация с устройството Oculus Go. Отстранени са технически затруднения, свързани със софтуерни пакети, които се поддържат от Android базирани устройства. Необходимо е да се оптимизират елементи, които ще подобрят визуализацията на тримерните модели.

Текущата дейност по задачата е свързана с оптимизация и подобряване на визуализацията на моделите при работа с различни устройства за виртуална реалност (Samsung Gear и др.). Предвидено е и адаптиране на информационното съдържание за VR устройства от най-ниския ценови клас. В този вариант ограничението се свежда до отсъствие на възможност за интерактивност, като моделите ще бъдат демонстрирани в режим на „виртуална обиколка“ с предварително зададен сценарий.

Най-важни постигнати резултати с практическо приложение

Разработени са три отделни модула с различни функционалности, функциониращи самостоятелно:

- Модул „Приложение с добавена реалност с виртуален треньор“
- Модул „Разпознаване на активности в реално време“
- Модул „Разпознаване и преброяване на репетитивни движения по време на тренировки в реално време“

Целта е да се разработи единно приложение с добавена реалност за подобряване на физическа активност на деца, комбиниращо отделните модули.

Извършени са процеси по дигитализация на обекти и сгради. Реализиран е 3D модел на православен храм „Всех Святых“ в Русе.

Разпространение и популяризиране на резултатите

Проведена е демонстрация по време на 6-та Ученическа научна сесия на Ученическият институт на БАН (УЧИ-БАН) през ноември 2019 г и по време на Националния семинар по математическо образование (ноември 2019 г.)

15 февруари 2020 г., Конференция „Динамична математика в образованието“ Петър Кендеров, Златогор Минчев: Тримерни модели за онагледяването на учебно съдържание: Оптимални конични съдове

http://dmo.cabinet.bg/content/bg/files/200215_DMO_IKTVNOS_PK1.pdf

Разработката Blumberg + е представена (и наградена с медал!) по време на XX-та зимна конференция на Ученическият институт по математика и информатика (УЧИМИ). Играта Blumberg+ е демонстрирана тестово и по време на конференцията „Динамична математика“, <https://www.facebook.com/zlatogor/posts/10216527944975929>

Планирани дейности до края на ноември 2020

- Предоставяне на свободен достъп до 10-те виртуални модела за самообучение и оценяване
- Създаване на демонстрационни клипове на останалите 5 модела за самообучение и оценяване
- Създаване на други 10 виртуални модела на компоненти от областта на електрониката, Интернет на нещата (IoT) и робото-техниката
- Тестване на виртуалните модели на електронни, IoT и робото- компоненти със студенти
- Вграждане на IoT моделите в дисциплината Практическа роботика и умни "неща"
- Предоставяне на свободен онлайн достъп до моделите.
- Участие на ICIST 2020 с изнасяне на доклада „Gamified Evaluation in Game-Based Learning“

Научна задача 2.3.2 Тримерни модели за онагледяването на учебно съдържание

Описание на задачата: Използване на тримерни модели за онагледяването на учебно съдържание, както и за илюстриране на обекти, които са невидими с просто око (например атоми, молекули и клетки).

Изпълнение на задачата за отчетния период

Работата по предвидените оптимални конични съдове (конус с максимален обем при зададена околна повърхнина, конус с минимална повърхнина при зададен обем, кофа със зададен радиус на дъното, кофа със зададена образуваща, кофа със зададена височина и “сладоледна фунийка“) продължава и ще бъде завършена в срок. С цел облекчаване на дистанционното преподаване в училище и по желание от страна на учители и ученици бяха разработени и поставени на свободен достъп във Виртуалния училищен кабинет по математика следните допълнителни ресурси за образованието в училище:

- ХОЛОГРАМНА ПРАВИЛНА ПРЕСЕЧЕНА ЧЕТИРИЪГЪЛНА ПИРАМИДА
<http://cabinet.bg/index.php?contenttype=viewarticle&id=257>
- Куб (4. и 5. клас)
<http://cabinet.bg/index.php?contenttype=viewarticle&id=262>
- Правоъгълен паралелепипед (4. и 5. клас)
<http://cabinet.bg/index.php?contenttype=viewarticle&id=263>
- Конус (4. и 6. клас)
<http://cabinet.bg/index.php?contenttype=viewarticle&id=266>

Разработени са над 10 експериментални 3D модели за обучение и квалификация на студенти и учители. <http://npict.fmi-plovdiv.org/index.php/development-3d-models/>

Публикационна дейност: Приети са 2 научни статии за публикуване в международна конференция.

- К. Гъргов, Г. Колева, Н. Тодорова. Компютърното моделиране в помощ на обучението на деца със специални образователни потребности.
- K. Garov, G. Koleva and N. Todorova. Computer modeling to help educate children with special educational needs Anniversary International Scientific Conference “Synergetics and Reflection in Mathematics Education”, 16-18 October 2020, Pamporovo, Bulgaria.

Настоящата работа е посветена на едно възможно приложение на знанията по компютърно моделиране при обучението на деца със специални образователни потребности. Идеята е с компетентностите, които децата придобиват при обучението по учебната дисциплина „Компютърно моделиране“ да се създават компютърни игри, които да подпомагат учебният процес при деца със специални образователни потребности.

Членове от екипа по проекта от БУ – проф. Сотир Сотиров и доц. Станислав Симеонов са сред учредителите на Югоизточен дигитален иновативен хъб Бургас, <https://digihub.bg/bg/iugoiztochen-digitalen-inovatsionen-khb-beshe-uchreden-v-burgas/>

Русенски университет участва в националната кампания за изработване на предпазни медицински шлемове, като за целта се използва закупеното по ННП ИКТвНОС оборудване и консумативи. Всички произведени предпазни шлемове се даряват безвъзмездно на болници, медицински заведения, зъболекари, санитарни, фармацевти и др. служители в сектор здравеопазване. До този момент са изработени и предоставени за безвъзмездно ползване над 2000 предпазни шлема.

По-голямата част от произведените предпазни шлемове са предоставени на повече от 35 болници, медицински центрове, дентални практики, центрове за спешна медицинска помощ и друдни медицински институции с държавен, общински или частен характер, включително УМБАЛ Канев АД (гр. Русе), МБАЛ Медика (гр. Русе), Белодробна Болница СБАЛПФЗ „Д-р Димитър Граматиков“ (гр. Русе), Комплексен онкологичен център (КОЦ) (гр. Русе), МБАЛ „Юлия Вревска – Бяла“ (гр. Бяла), УМБАЛ „Св. Иван Рилски“ (гр. София), МБАЛ- Кнежа (гр. Кнежа), МБАЛ "Св.Иван Рилски" (гр. Разград), СБАЛПБ "Проф.Ив.Киров" (гр. София) – 80 бр. (в сътрудничество с Фирма B2N), УМБАЛ „Д-р Г. Странски“ (гр. Плевен), ДКЦ Младост -М (гр. Варна), МБАЛ Павликени (гр. Павликени), МБАЛ "Хаджи Димитър" (гр. Сливен), Център за психично здраве (гр. Русе), АГ Комплекс (гр. Русе), ДКЦ-1 (гр. Русе), МОБАЛ „Д-р Стефан Черкезов“ (гр. В. Търново), МБАЛ – Силистра (гр. Силистра), МБАЛ "Проф. д-р Асен Шопов" (гр. Златоград), МБАЛ – Тутракан, Районен център по Трансфузионна Хематология – Плевен (гр. Плевен), Център за спешна медицинска помощ (гр. Русе), Медицински център Апогей (гр. Габрово), Клиника Миланов (гр. Русе), Клиника Дукови (гр. Русе), Медицински център Калимат (гр. София), Мобилмед – Русе (гр. Русе), Медицински център "Аетос" (Айтос), Медицински център „Медик консулт“ (гр. Русе), Групова частна стоматологична практика (гр. Бургас), Дентална практика ИППДП „Артистем“ (гр. София), Стоматологични кабинети "ПОЛИДЕНТ" (гр. Русе), Медико Диагностична Лаборатория – Разград (гр. Разград) и др.

Независимо от гореизброените институции, персонално или по куриер са предадени над 250 3D принтирани медицински шлема на общопрактикуващи лекари, зъболекари, медицински работници и фармацевти. В хода на кампанията, към РУАК се обърнаха и редица национални, регионални и общински административни органи. За техните нужди са изготвени и предоставили шлемове. Част от тези организации са Здравна каса – Русе (гр. Русе), Община Русе (гр. Русе), Община Павликени, МОН (гр. София), Арест Русе (гр. Русе), ОД на МВР – Русе (гр. Русе), Национална Агенция по приходите (гр. Русе), Регионална здравна инспекция - Русе (гр. Русе), МТСП (гр. Русе), Митница – Русе (гр. Русе), Генерално консулство на Руската Федерация (гр. Русе), Регионална дирекция Автомобилна Администрация (гр. Русе), Областен съвет на Български Червен Кръст (гр. Добрич) и др.

Освен всички гореизброени институции, персонално или по куриер са предадени още над 300 3D принтирани медицински шлема на различни органи на реда, институции и административни органи, както и на граждани със спешна нужда – като например за хемодиализа, кръвопреливане, явяване на ТЕЛК и др.

По задание на фирма „ANTOAN VILL“, екипа на РУАК , проектира и реализира 3D принтирани компоненти, които са интегрирани в производствените мощности на фирмата и се използват за производството на предпазни текстилни маски. Това взаимодействие между РУАК и фирмата стана предпоставка за подготовка и подписване на споразумение за сътрудничество между двете организации.

Разработени са 3D CAD модели на бижута (гривни и пръстени) с идентични обемни форми и различаващи се по допълнителните си декоративни елементи, което има за цел да определи разликата в масата с цел точно калкулиране на финансовите измерения, което е от особено значение при работата с благородни метали и други скъпоструващи материали. Резултатите са получени с голяма точност. Това е от съществено значение за прецизното реализиране на поставените цели.

Резултатите могат да се приложат:

- В бижутерията. Тази област винаги се характеризира с деликатност и прецизност. Представеният подход на работа дава ясна представа затова как може правилно да се подходи и прогнозира финансовия аспект и инвестиции в сферата на бижутерията, където е необходима точност при разхода на материала;
- В области, където се прилагат скъпоструващи благородни метали и е необходимо прецизно калкулиране на разходите и правилно прогнозиране на бъдещите инвестиции на етап проектиране.

Разработени са набор от тримерни дигитални и принтирани модели на фрактали на Кох. *Резултатите* са получени с използването на системи с отворен код, като моделите са разработени в 3D среда на Blender и специфичния аддон Snowflake в различни версии. Посредством тези технически средства е подобрен и оптимизиран процесът на дигитализация на тримерната геометрия на фракталите. Получените тримерно принтирани резултати са видни на интернет адрес: <https://www.youtube.com/watch?v=-MtGpnZ5HE4>. *Резултатите могат да се приложат* в електрониката, където е доказано, че чрез вграждане на антени със специфични геометрични форми идентични с тези на фрактала на Кох, подобряват капацитета на мобилните апарати. Получените резултати в дигиталния си вид могат да бъдат възпроизведени във всеки подходящ материал за конкретните нужди на приложението. 3D разработените модели служат за онагледяване на учебното съдържание, където са заложили модели невидими за човешкото око и релно съществуващи.

Разработени са 3D модели на кубични стенноцентрирани кристални структури (Face-Centered Cubic – FCC) на платината (Platinum 78 Pt) и златото (Gold Au 79). Моделите притежават прецизно изградена геометрия, отговаряща на техническите изисквания. Успешно са приложени конвенционални, параметрични и иновативни хибридни техники на работа създаващи качествена дигитална геометрия. В детайли са описани принципите на работа с общодостъпните програми Blender 3D + програмния език Python + Autodesk MeshMixer, чрез които става изработването на основната тримерна геометрична форма и последващото изграждане на плътност (solid). Получените тримерно принтирани резултати са видни на интернет адрес:

<https://www.youtube.com/watch?v=x00Oe09ZKrA>

Резултатите могат да се приложат:

- в биомедицината, където се търсят нови възможности за приложение на порести имплантни системи, взаимствани от природно създадени структури с цел оптимизиране на биомеханичните качества и осигуряващи условия за по-добра остеоинтеграция.
- в помагалата и ръководствата за работа със съвременни технически средства и в частност програмите с отворен код;
- в презентационни материали и литература визуализиращи реални модели невидими за човешкото око.

Подготвени проектни предложения за европейски научни програми

На 07.02.2020 е подадено проектно предложение с номер 619459-EPP-1-2020-1-BG-EPPKA2-SBHE-JP на тема "Modernization of Interdisciplinary Educational Programs In Archaeology and Laboratory Center Building". Предложението е подадено по покана Erasmus+ Call for Proposals 2020 - EAC/A02/2019 Joint Projects, като проектното предложение е реализирано и подадено от екипа на РУАК, които са и водещ партньор. Целта на проектното предложение е изграждане на Център за компетентност в областта на технологиите за 3D принтиране, сканиране и визуализация в Грузия, с акцент върху приложението им в археологията.

Научна задача 2.3.3 Разпространение на разработените иновативни приложения

Описание на задачата: Осигуряване най-широк обхват (не само за млади таланти) на разработените иновативни приложения, в това число в рамките на учебно съдържание със свободен достъп. Специална целева група са учениците с намалено зрение.

Изпълнение на задачата за отчетния период

Подготвени са 10 тактилни плочки за незрящи към картини из живота на София за Изложба в Софийска градска художествена галерия. Експозицията е посветена на София и 140 години, откакто градът е обявен за столица. Платната разкриват промяната – от малко населено място в значим и динамичен град със свой дух и култура. Картините представят знакови места и събития в София." Това каза кметът на София Йорданка Фандъкова при откриването на изложбата.

В резултат на сътрудничество с фирма SinCars, която се занимава с производство на състезателни и спортни автомобили за световния пазар, бяха сканирани и дигитализирани сложни автомобилни детайли за новата серия прототипи, които компанията разработва. В процеса по дигитализация бяха използвани високотехнологични 3D скенери, които имат изключително висока прецизност. Използването на такъв тип технологии позволява бързо прототипиране и прилагане на обратно инженерство. По време на съвместната работа с компанията бяха използвани серия от 3D скенери – Artec Space Spider, Artec Eva и Artec Leo, с помощта на които бяха дигитализирани 53 обекта.

Необходимостта от използването на различни скенери е породена от различната големина на детайлите, които се сканираха. Space Spider скенерът на Artec е най-прецизният. Той позволява сканиране на малки обекти и има способността да улавя детайли в модели дори с размер на монета. Точността, която този скенер предлага е 0.05 mm. Другите два скенера са приложими при сканиране на големи обекти, като Artec Leo е първият, който предлага автоматична обработка в самия скенер, тъй като е инсталиран с мощен изчислителен ресурс. Това не налага необходимостта от връзка с компютър по време на сканирането. Освен това Artec Leo е скенерът, който сканира с най-голяма честота. Тези скенери използват технология на сканиране със структурирана светлина и излъчват светлинна решетка върху повърхността на модела. Тази светлинна решетка се пречупва по

повърхността на модела и така скенерът записва информацията за геометрията на самият модел. Изчисленията са базирани на принципа на триангулация, където между всяка точка от повърхността на обекта, светлинният прожектор и камерата се образува триъгълник, за който действат синусовата, косинусовата и питагоровата теореми, както и свойството – сумата на ъглите в триъгълника е равна на 180°. Така се определя разстоянието до всяка една точка от повърхността на обекта, генерира се облак от точки, от който се реконструира модела. Всички тези стъпки и изчисления са част от процеса по дигитализация и се управляват от потребителя, който сканира обектите.

При 3D сканирането триизмерните обекти, които се генерират са полигонални модели. За обратното инженерство и въобще за задачите свързани с бързо прототипиране е необходимо тези модели да бъдат конвертирани в NURBS/CAD модели. Екипи от проекта съвместно с дизайнери от компанията работиха съвместно за параметризирането на обектите. NURBS/CAD модели не са изградени от полигони, а от математически описани криви с огромна точност. При получените с този метод модели няма нужда повърхността да се подразделя за по-голяма прецизност и повече детайли. Силата на този тип моделиране е в булевите операции и работата с криви. Основното приложение на NURBS/CAD моделирането е в индустриалния дизайн, където се изисква много висока степен на точност. Този вид моделиране позволява моделите след това да се произведат от машини (CNC фрезери, роботизирани системи и др.). Поради тази причина този тип моделиране се нарича техническо моделиране за производство. Използването на 3D скенери съвместно с подходите за обратно инженерство изключително улесняват създаването на параметризирани модели. За конвертирането на полигоналните 3D сканирани модели в NURBS/CAD модели с точни параметри бяха използвани различни програми, като една от тях е Geomagic Design X.

На 8 юли 2020 г. в Комплексен онкологичен център Бургас е проведено събитие за достъп на обучаеми до апаратура за позитронно емисионна томография и компютърна томография, на което присъстваха членове на екипа, преподаватели и студенти. Демонстриран бе новият позитронен емисионен томограф PET/CT - последно поколение апарат за хибридна образна диагностика на онкологични и неонкологични заболявания, използващ маркирана глюкоза с радиоактивен елемент, и позволяващ локализиране на туморни образования или метастази в човешкото тяло, най-вече в меките тъкани. Представени бяха предимствата на PET/CT за последователно провеждане на позитронно-емисионна томография и компютърна томография на един апарат, в който са интегрирани PET и CT.

Проведени са три събития за обучение и пряк достъп на обучаеми до уникална апаратура за компютърна томография, лазерно сканиране и 3D принтиране.

- TVN

<https://tvn.bg/obuchenie-po-tehnologii-za-3d-skanirane-v-rusenskiya-universitet/>

- RuseInfo

<https://rousse.info/%D0%BE%D0%B1%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D0%B8-%D0%B7%D0%B0-3d-%D1%81%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B5-%D0%BC%D0%BE/>

- DunavMost

<https://www.dunavmost.com/novini/nad-100-dushi-uchastvaha-v-obuchenie-po-3d-skanirane-na-rusenskiya-universitet>

- БТА

<http://www.bta.bg/bg/c/BO/id/2163036>

- Булпрес

<http://ruse.bulpress.bg/%D0%BD%D0%B0%D0%B4-100-%D0%B4%D1%83%D1%88%D0%B8-%D1%83%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0%D1%85%D0%B0-%D0%B2-%D0%BE%D0%B1%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D0%BF%D0%BE-3d-%D1%81%D0%BA%D0%B0%D0%BD/>

Арена Медия

http://www.arenamedia.net/news.php?newsandpromotion_id=40399

Сътрудничество с бизнеса и обществени организации

Екипът работи с 4 бизнес партньори:

- Клъстер по мехатроника и автоматика (КМА),
- AUTOMOTIVE Клъстер,
- Фирма „СПЕСИМА“,
- Фирма „РЕТЕЛ“.

Екипът работи с 2 неправителствени организации

- Българско дружество по роботика (БДР),
- Съюз по автоматика и информатика (САИ)

Компонент 3: Информационна сигурност

Този компонент включва три работни пакета:

- 3.1 Мониторинг, превенция и реакция при инциденти
- 3.2 Обучение и образование по информационна сигурност на ученици, студенти, граждани и администрация
- 3.3 Разработване и одитиране на сигурен софтуер и киберсигурност

Работен пакет 3.1. Мониторинг, превенция и реакция при инциденти

Основната цел на Работен пакет 3.1 е създаване на условия за анализ и осведомяване по текущите проблеми информационната сигурност на заинтересованите страни. Като следствие трябва да бъдат създадени на политики и предоставени консултации по информационната сигурност.

Търсен резултат за този пакет е да се повиши осъзнаването на предизвикателствата, стоящи пред информационната сигурност в нашето съвремие и подпомагане на превенцията, откриването и намаляване на влиянието от заплахите в киберпространството посредством научно-изследователска дейност и дейности, свързани с разпространяване на резултатите.

Задача: 1 е да се поддържа постоянно актуален „Бюлетин за десетте най-опасни заплахи за киберсигурността“ и публикуването му. Да се извършва актуализация при възникване на изменение на ситуацията с киберсигурността. По тази задача работи екип от НЛКВ-БАН, с р-л доц. д р Димитрина Полимирова, като резултатите може да се използват за дейности по превенция.

Задача 2 Разработване и защита на магистърски тези и работа с изявени студенти в областта на защита на информацията и информационната сигурност, която свързва оста „образование-наука“, както и работа с докторанти.

Задача 3 Участие в специализирани научни и популярни форуми, в които се дискутират или могат да се популяризират проблемите на онлайн пространството и информационната сигурност.

Научна задача 3.1.1. Годишен актуализиран анализ на десетте най-опасни заплахи за информационната сигурност с профилиране към отворените данни, академичната общност, училищата, гражданското общество и държавната администрация

Изпълнено:

1. Изграден постоянно действащ екип за регулярен анализ на заплахите към информационната сигурност
2. Разработен и подготвен от екипа на подробен научен материал „Анализ на заплахите за информационната сигурност“
3. Направени публикации:
 - 3.1. Georgi Tsochev, Roumen Trifonov, Ognian Nakov, Slavcho Manolov and Galya Pavlova, Mobile agents in Intrusion Detection Systems: Advantages and Disadvantages, WSEAS Transactions on Information Science and Applications, ISSN / E-ISSN: 1790-0832 / 2224-3402, Volume 17, 2020, Art. #7, pp. 61-68
 - 3.2. Roumen Trifonov, Ognian Nakov, Slavcho Manolov, Georgi Tsochev and Galya Pavlova, New approaches to the investigations and classification of cyber threats challenged by the application of artificial intelligence methods, 2nd Workshop on Information Security (ISEC2020) at The 13th International Conference on Information Systems and Grid Technologies (ISGT

2020), 29 - 30 May 2020, University of Sofia "St. Kliment Ochridski", Sofia, Bulgaria.

В процес на изпълнение:

1. Разработка на годишен актуализиран бюлетин за десетте най-опасни заплахи за информационната сигурност/киберсигурността с профилиране към академичната общност. Последният до момента публикуван бюлетин е за месец Април 2020 г. : https://www.nlc.v.bas.bg//cources/nnp_ikt_v_nos/bulletins/04_Apr2020.pdf

Въвеждане в експлоатация на 3D скенер XYZprinting 2.0 – триизмерно сканиране на обекти, трансформирането им в триизмерни модели, отпечатването на тези модели с 3D принтер.

Отпечатване на реално сканирани обекти с 3D принтер.

Разработване на разпределена (дистанционна) система за мониторинг чрез сензори и управление на електрически вериги – устройства, чрез микроконтролер Arduino, NodeMCU и Raspberry Pi.

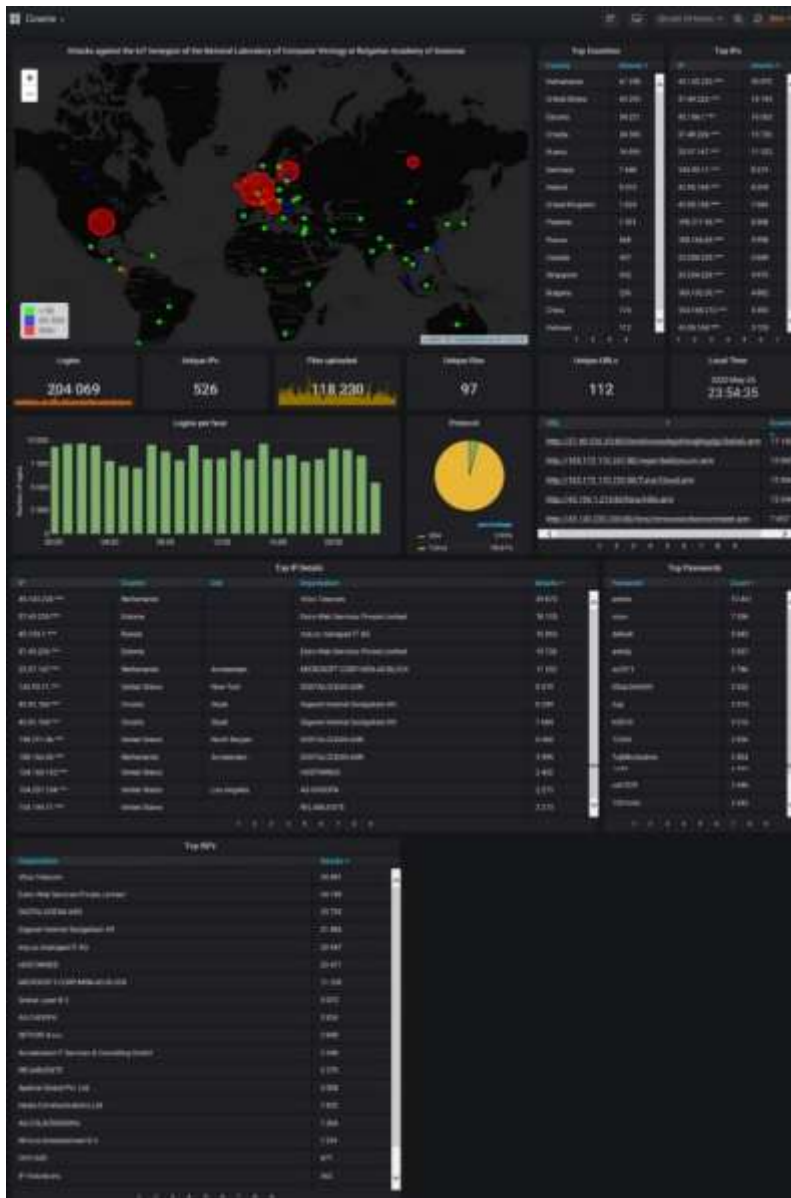
Участие в представянето на ХТМУ на 25.01.2020 – 26.01.2020 г. в Национален Научно-Образователен Фестивал в НДК с реализиран проект на роботизирана ръка с участието на младия учен ас. Кристиан Цветков и студента Георги Колев.

Лабораторията по компютърна вирусология издава ежемесечен бюлетин с анализ на най-честите атаки към академичното звено и свързаната с тях информация. Бюлетинът е достъпен он-лайн и се предоставя в отпечатан вид на заинтересовани организации (като Министерство на отбраната и ЮЗУ „Неофит Рилски“ - Природо-математически факултет).

Събираната информация за осъществените атаки от мониторинговата система на Лабораторията се визуализира он-лайн и е публично достъпна (съобразно GDPR изискванията). Елементи на визуализацията (Фиг. 28) са:

- Географска карта на света, показваща броя атаки срещу хънпота, идващи от всяка държава.
- Таблица на 15-те страни, от които идват най-много атаки, сортирана в низходящ ред по броя на атаките.
- Таблица на 15-те IP адреса, от които идват най-много атаки, сортирани в низходящ ред по броя на атаките. Последната група цифри от всеки адрес е анонимизирана, в съответствие с Европейската директива за защита на персоналната информация (GDPR).
- Пълният брой опити за логване за избрания период от време, с фонова хистограма, илюстрираща активността (брой логвания в минута).
- Пълният брой уникални IP адреси, от които идват атаките за избрания период от време.
- Пълният брой качвани файлове за избрания период от време, с фонова хистограма, илюстрираща активността (брой качвани файлове в минута).
- Пълният брой различни файлове, качени от нападателите през избрания период от време.
- Пълният брой линкове (URLs), от които се взимат качваните файлове.
- Почасова хистограма на броя логвания в час.
- Кръгова диаграма, илюстрираща процентното отношение на атаките по всеки от двата комуникационни протокола (SSH и Telnet).
- Петте най-често използвани линка за качване на файлове, сортирани по намаляващ брой на качванията.
- Таблица с подробна информация за 20-те най-често атакуващи IP адреса: анонимизиран IP адрес, държава и град, в които той се намира, както и притежаващата го организация.
- Таблица на 20-те организации, чиито IP адреси атакуват най-често, сортирани в низходящ ред според броя на атаките, идващи от тях.

- Таблица на 20-те най-често използвани от нападателите пароли.



Фиг. 2 Екранна снимка от мониторинговата система в реално време за наблюдение на атаките, реализирани към Лабораторията (към 26 май 2020 г., 23:54 ч.)

Научна задача 3.1.2. Разработка на политики по информационна сигурност с профилиране към университети, научни институти, училища, държавна администрация

В През първите шест месеца се работи интензивно по изготвяне на политики за киберсигурност на научен институт и училище, включващи отделни документи (политики), описващи политиките за сигурност в следните групи:

1. Общи политики (General Policies);

2. Хора (People);
3. Хардуер (Hardware);
4. Софтуер (Software)
5. Информация и данни (Information and Data);
6. Процедури в случай на инцидент (Incidents Procedures);
7. Е-услуги (E-Services).

Разработват се усилено отделните документи към всяка една от гореспоменатите групи – общо се работи над 47 документа.

На сайта на NIST е публикувана <https://www.nist.gov/cyberframework/framework> „Рамка за подобряване на киберсигурността на критичната инфраструктура. Версия 1.1.“ Превод проф. Владимир Димитров и научен редактор проф. Калинка Калоянова. По превода е отпечатано и хартиено издание със същото заглавие. В заглавната страница изрично е посочен проекта финансиращ превода.

Какво представлява „Рамка за подобряване на киберсигурността на критичната инфраструктура. Версия 1.1.“? Това е рамка приложима не само за критичната инфраструктура, но както практиката показва и за всякакъв вид организации. Рамката се състои от ядро на рамката, нива на изпълнение на рамката, профили на рамката.

Ядрото на рамката представлява съвкупност от дейности по киберсигурността, желани резултати и приложими референтни източници, които са общи за секторите на критичната инфраструктура.

Ядрото представя индустриалните стандарти, насоки и практики по начин, който позволява комуникиране на дейностите и резултатите в областта на киберсигурността в цялата организация – от ръководното ниво до нивото на изпълнение/операциите. Ядрото на рамката се състои от пет едновременни и непрекъснати функции: идентифициране, защита, откриване, отговор и възстановяване. Когато се разглеждат заедно, тези функции осигуряват стратегически поглед от високо ниво към жизнения цикъл на управлението на риска за киберсигурността на организацията. И така, ядрото на рамката определя базови ключови категории и подкатегории – които са отделни резултати – за всяка функция, и ги съчетава с примерни информативни референтни източници като съществуващи стандарти, насоки и практики за всяка подкатегория.

Нивата на изпълнение на рамката осигуряват контекста за това как организацията вижда риска за киберсигурността и наличните процеси за управление на този риск. Нивата описват степента, до която практиките за управление на риска за киберсигурността на организацията представят характеристиките, дефинирани в рамката (напр. осведоменост за рисковете и заплахите, повтораемост и адаптивност). Нивата характеризират практиките на организацията в интервала от Частично (Ниво 1) до Адаптивно (Ниво 4). Тези Нива отразяват преминаването от неформални, реактивни отговори към подходи, които са гъвкави и информирани на базата на риска. В процеса за избиране на Ниво организацията трябва да вземе под внимание текущите си практики в управлението на риска, средата на заплахи, правните и регулаторни изисквания, целите на бизнеса/мисията и ограниченията на организацията.

Профилът на рамката представя резултатите, базирани на бизнес нуждите, които организацията е избрала от категориите и подкатегиите на рамката. Профилът може да се определи като хармонизиране на стандартите, насоките и практиките към ядрото на рамката в конкретен сценарий на изпълнение. Профилите могат да бъдат използвани за идентифициране на възможностите за подобряване на състоянието на киберсигурността чрез сравняване на „Текущ“ профил (състоянието „такова каквото е“) с „Целеви“ профил (състоянието „такова каквото ще бъде“).

За да разработи даден профил, организацията може да разгледа всички категории и подкатегории и, на базата на двигателите на бизнеса/мисията и на оценката на риска, да определи

кои са най-важните; тя може да добави категории и подкатегории, според необходимостта, за да адресира рисковете за самата нея. След това текущият профил може да се използва в подкрепа на приоритизирането и измерването на напредъка към целевия профил, като същевременно се отчитат и други потребности на бизнеса, включително ефективността на разходите и иновациите. Профилите могат да се използват за провеждане на самооценка и комуникиране в рамките на организацията или между организациите.

Фундамент за създаване на политика в организацията е рамката. В процес на изграждане е примерна политика за университет с визия ФМИ при СУ „Св. Климент Охридски“.

Научна задача 3.1.3. Предоставяне на консултации по проблемите на киберсигурността на субекти от университети, научни институти, училища, държавна администрация.

Ръководител на научната задача е доц. д-р Димитрина Полимирова.

Продължава работата по тази задача от първата година. Предоставят се консултации по въпроси, свързани с информационната сигурност на граждани, училища, университети, малки и средни организации, научни организации, държавната администрация. Предлагат се услуги за:

- анализ и оценка на компютърна сигурност в мрежова среда;
- анализ и оценка на source code (в уеб страници, бази от данни);
- оценка и избор на антивирусни защитни програми и програми, свързани със сигурността;
- оценка на заплахите в SQL базирани приложения;
- анализ на системни регистри;
- оценка на възможностите за проникване в защитени мрежи;
- сканиране за уязвимости;
- определяне и конфигуриране на системни политики за сигурност;
- проектиране, изграждане и конфигуриране на мрежи, сървъри, защитни стени;
- изграждане на системи-примамки за мониторинг на атаки извършвани към дадена организация;
- инсталиране, конфигуриране и определяне на системни политики за сигурност на компютри, системи и мрежи;
- възстановяване на компрометирани системи след зараза;
- възстановяване на данни;
- диагностика и профилактика на компютри, системи и мрежи;
- проектиране, изграждане и внедряване на уеб-базирани системи и др.

В допълнение на тези услуги, през втората година бяха добавени и следните услуги:

1. Изготвяне на ежемесечни експертни доклади за състоянието на IP пространството в България с данни от създадените мониторингови системи за следене на различни типове атаки в кибер пространството до оторизирани държавни органи.
2. Предоставяне на сертифициран достъп до уеб-базирана система (HISS), даваща подробна информация за събраните вредителски програми, атакуващи IoT устройства. Информацията в системата не е анонимизирана и се предоставя само до оторизирани да ползват подобна информация държавни организации.

Съставени са 6 експертни доклада за Институт по отбрана „Цветан Лазаров“, включващи данни за IP адресите на атакуващите компютри, идентификация на вредителските програми, идващи от тях, както и географското им разпределение по страни, с извадка на тези от тях, които се намират на територията на страната.

Предоставен е сертифициран достъп до системата за проследяване на хакерски атаки на Институт по отбрана „Проф. Цветан Лазаров“ към МО с право на ползване една година. (URL достъп до системата: <https://pandora.nlcv.bas.bg/hiss/>).

Докладите са изготвени за Институт по отбрана „Цветан Лазаров“ (Таблица 4).

Таблица 1 Списък на експертните доклади

№	Институция	Заглавие на доклада	Изх. № от дата	Брой страници
1.	Институт по отбрана „Проф. Цветан Лазаров“	Активност на вредителски програми	Изх. № KB-04-163 / 04.12.2019 г.	51
2.	Институт по отбрана „Проф. Цветан Лазаров“	Активност на мрежите ботове	Изх. № KB-04-01 / 06.01.2020 г.	47
3.	Институт по отбрана „Проф. Цветан Лазаров“	IP адреси на атакуващите компютри по света с извадка за България	Изх. № KB-04-20 / 03.02.2020 г.	51
4.	Институт по отбрана „Проф. Цветан Лазаров“	Географско разпределение по страни на вредителски програми, атакуващи по Telnet и SSH протокол	Изх. № KB-04-33 / 10.03.2020 г.	61
5.	Институт по отбрана „Проф. Цветан Лазаров“	Атакуващи мрежи ботове и техните варианти	Изх. № KB-04-38 / 09.04.2020 г.	83
6.	Институт по отбрана „Проф. Цветан Лазаров“	Засечени успешни сесии на MiraiBotnet и негови варианти с географско разпределение по държави	Изх. № KB-04-48 / 08.05.2020 г.	86

Работен пакет 3.2. Обучение и образование по информационна сигурност на ученици, студенти, граждани и администрация

Научна задача 3.2.1. Анализ и разработка на учебни програми за обучение и по информационна сигурност на ученици, студенти, граждани и администрация.

Изпълнение на задачите по поставените цели за отчетния период

1. Проучване и анализ на учебно съдържание в областта в киберсигурността

Проучени са множество материали в областта на киберсигурността. Основен източник на информация е излязлата в края на 2019 година CYBOK v.1.0 (Cyber Security Body of Knowledge). Направено е съпоставяне с CSEC2017 по области на знанието. Резултатите са публикувани в статия в рамките на конференцията ISGT2020.

Преведена е Рамка за подобряване киберсигурността на критична инфраструктура, Версия 1.1 на Национален институт по стандарти и технология (превод – проф. Владимир Димитров, научен редактор – проф. Калинка Калоянова). Резултатът е достъпен от сайта на The National Institute of Standards and Technology (NIST):

<https://www.nist.gov/cyberframework/international-resources>, като самият превод е наличен на адрес: <https://drive.google.com/file/d/1gywujgP7sh8Ai0wUGEdUyntrPTOLzI0/view>

2. Подготовка на книга „Information Security in Education and Practice“

Книгата съдържа 9 глави, всяка от които посветена отделна тема в областта на информационната сигурност:

1. Cyber Threat Map for National and Sectoral Analysis, George Sharkov, Yavor Papazov, Christina Todorova, Georgi Koykov and Georgi Zahariev
 2. CVE Ontology, Vladimir Dimitrov
 3. Model of Healthcare Integrated System and Solving Security and Privacy Matters in Personal Health Records, Snezana Savoska, Ilija Jolevski, Blagoj Ristevski, Natasha Blazeska-Tabakovska, Andrijana Bocevska, Vassilis Kilintzis, Ivan Chorbev and Boro Jakimovski
 4. Towards Requirements for Cybersecurity Curricula, Kalinka Kaloyanova
 5. Basic Principles of the Planning of Cybersecurity Training for Students of Computer Science Specialties, Roumen Trifonov, Ognian Nakov, Georgi Popov, Slavcho Manolov, Georgi Tsochev, and Galya Pavlova
 6. Design of Bulgarian National Academic Cyber Network in the NATO and EU Context, Georgi Penchev and Velizar Shalamanov
 7. SSH Security Improvement with Blockchain, Ivaylo Chenchev and Adelina Aleksieva-Petrova
 8. Requirements for Securing User Data in Android Applications at Software Level, Peter Sabev and Milen Petrov
 9. Analysis of RPKI adoption from the perspective of AS5421, Nikolay Nikolov and Stefan Dimitrov
- Книгата е одобрена за издаване в Cambridge Scholars Publishing. В момента е на етап редакция.

Организация на Workshop ISec2020 в рамките на международната конференция INFORMATION SYSTEMS & GRID TECHNOLOGIES 2020 (ISGT2020), Sofia, 29-30 May

В рамките на конференцията INFORMATION SYSTEMS & GRID TECHNOLOGIES 2020 (ISGT2020), Sofia, 29-30 May бе организиран специализиран семинар ISec2020.

Семинарът, както и конференцията бяха проведени с виртуални сесии. В семинара бяха представени 3 доклада на участници от проекта: <https://isgt.fmi.uni-sofia.bg/>

New Approaches to the Investigations and Classification of Cyber Threats Challenged by the Application of Artificial Intelligence Methods - Roumen Trifonov, Ognian Nakov, Slavcho Manolov, Georgi Tsochev and Galya Pavlova

An Ontology of Top 25 CWEs - Vladimir Dimitrov and Ivan Kolev

Mapping Foundational Knowledge in Cybersecurity – Kalinka Kaloyanova

Тези материали са публикуване в CEUR – издателство с импакт ранг и вече са индексирани в Scopus.

Екипът към ТУ-София изпълни следните задачи:

1. Направен анализ на учебни програми за обучение по информационна сигурност за обучение в страните от ЕС и други, за университет
2. Разработени учебни програми за обучение по информационна сигурност за обучение в страните от ЕС и други, за университет – за бакалаври и магистри от инженерни компютърни специалности
3. Подготвено частично учебно съдържание по разработените програми за обучение на студенти от инженерни компютърни специалности.
4. Направени публикации:

4.1. Roumen Trifonov, Ognian Nakov, Slavcho Manolov, Georgi Popov, Georgi Tsochev and Galya Pavlova, Chapter Five: Basic Principles of the Planning of Cybersecurity Training for Students of Computer and Software Engineering Specialties, BOOK -- Cambridge Scholars Publishing

В процес на изпълнение:

Подготвяне на учебно съдържание по разработените програми за обучение на студенти от инженерни компютърни специалности.

Отпечатване на книгата „Information Security in Education and Practice“, Cambridge University Press. Материалите в книгата са базирани на резултатите получени по проекта през първата и втората година. Книгата е минала през необходимите редакции и е предоставена на издателството за отпечатване.

Научна задача 3.2.2. Провеждане на обучение по разработените програми, предоставяне на консултации по внедряването им.

Предвид извънредното положение тази задача е планирана да бъде довършена във втората половина на втората година. Предвижда се на есен да стартира обучение по темата на ученици от 9. до 12. Клас. Предвижда се и провеждане на съвместни срещи с учители по информатика за разработване на учебно помагало за учители по темата.

За отчетния период е съставена и програмно изработена учебна програма за GDPR, която е приложена към следния уебсайт: <https://us.sonix.bas.bg>

Политика на практика е вградена в сайта. При регистрация на потребител в този сайт, тази политика му се извежда и той се съгласява с нея.

Екипът към ТУ-София изпълни следните задачи:

1. Проведено обучение по разработените програми по мрежова и информационна сигурност през летния семестър на учебната 2019/2020 година със студенти от инженерни компютърни специалности в бакалавърска и магистърска степен
2. Участие в провеждането на семинар за популяризиране на разработените програми по информационна сигурност - 2nd Workshop on Information Security (ISEC2020) at The 13th International Conference on Information Systems and Grid Technologies (ISGT 2020), 29 - 30 May 2020, University of Sofia "St. Kliment Ohridski", Sofia, Bulgaria
3. Водят се преговори с EC-Council за откриване на серия от сертификационни курсове по киберсигурност в СУ „Св. Климент Охридски“.

Работен пакет 3.3. Разработване и одитиране на сигурен софтуер и киберсигурност

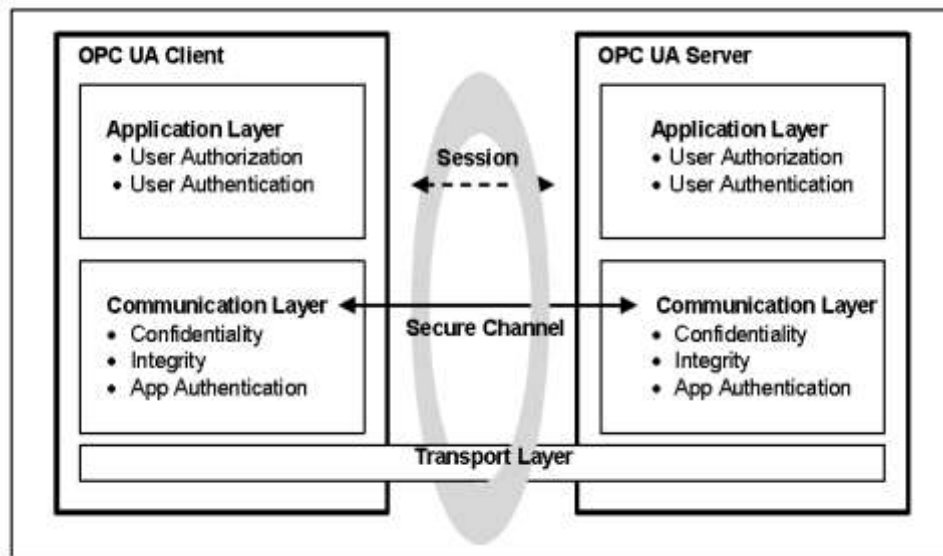
Научна задача 3.3.1. Анализ на наличните препоръки за разработка на сигурен софтуер.

Гръбнакът на четвъртата индустриална революция са кибер-физическите производствени системи (КФПС), които се считат за системи от нов тип, които разширяват възможностите на физическия свят чрез изчисления, комуникации и управление, и надграждат електронната автоматизация. Изключително важна задача е разработката и експлоатацията на надеждни и сигурни КФПС. Основният акцент на проведенения анализ е върху IEC-62541 (OPC UA) стандарта, който в момента е единственият препоръчван комуникационен стандарт, включен в референтната архитектура RAMI на концепцията „Industry 4.0“. В центъра на вниманието са два аспекта: информационното моделиране и проблемите на сигурността, които са залегнали в стандарта.

От анализа, представен в статията, става ясно, че всички горепосочени изисквания могат да

бъдат постигнати чрез широкото внедряване и развитие на различните аспекти на стандарта OPC UA, тъй като OPC UA работи на всички операционни системи и може да бъде приложен във всички езици. OPC UA е мащабируем, тъй като се използва във вградени полеви устройства, както и в MES и ERP системи, дори достига до проекти в облака на Amazon и Azure. OPC UA използва сертификати, удостоверяване на приложението, подписан и криптиран трансфер и функционалност за одит, налични в стека. OPC UA е независим от метода на транспорт и стековете гарантират постоянен транспорт. Фондация OPC работи в тясно сътрудничество с организации и компании като PLCopen, BACnet, FDI, ISA95 за подобряване на оперативната съвместимост и семантичното разширяване. По отношение на киберфизичните системи постигането на оперативна съвместимост на OPC UA със стандартите от другите слоеве на 5C архитектурата е от първостепенно значение.

Комуникацията клиент-сървър може да бъде осъществена по два начина - чрез и без сесия (фиг. 29). Сесията е организирана в приложния слой и в допълнение към рутинната работа на клиентски и сървърни приложения, тя има задачата да управлява целите за сигурност, автентификация и оторизация на потребителя. Сесията комуникира чрез защитен канал в комуникационния слой, който е организиран по много гъвкав начин и трябва да бъде активиран. Комуникационният слой осигурява защитни механизми за постигане на поверителност, цялост и удостоверяване на приложението чрез защитен канал, който осигурява криптиране за поддържане на поверителност, подписване на съобщения за поддържане на целостта и сертификати за предоставяне на автентичност на приложението. Механизмите за защита, предоставяни от услугите на Secure Channel, се реализират от стек от протоколи, избран за имплементация. Когато се използват OPC UA (UACP) протоколи, функциите за сигурност се специфицират по начина на SSL / TLS.



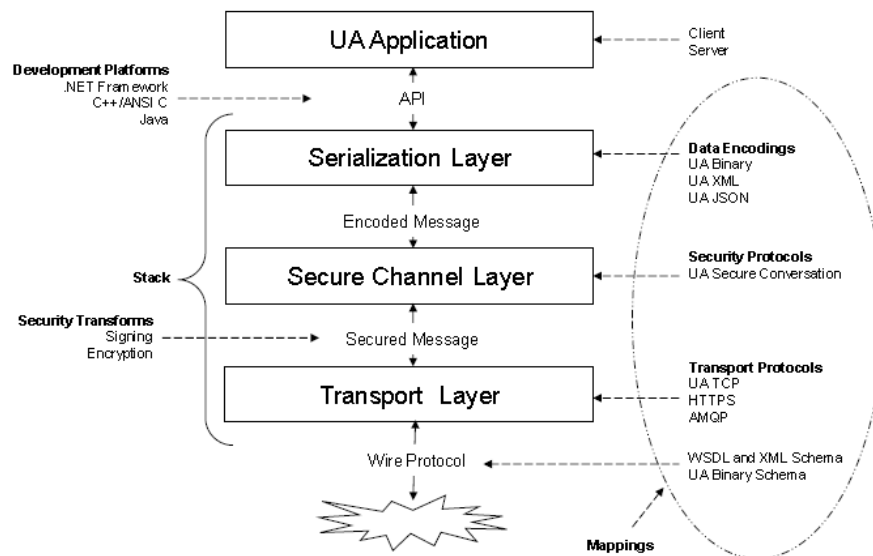
Фиг. 3 OPC-UA архитектура за сигурност за клиент – сървър комуникации¹

Комуникацията между приложенията се основава на съобщения, параметрите на които са определени в част 4 от стандарта и техния формат, специфициран от DataEncoding и TransportProtocol (фиг. 30). Стекът е набор от софтуерни библиотеки, които реализират един или повече стек профили. Интерфейсът между приложението и стека крие детайлите на реализацията

¹ OPC Foundation (2018), OPC UA Specification, Part 2: Security model <http://www.opcfoundation.org/UA/Part2/>

на стека, изцяло в зависимост от използваната платформа за разработка. Всеки OPC UA StackProfile е отделен приложен протокол. Дори когато SecurityMode = None е избран, т.е. не се поддържа защита, слой SecureChannel присъства, поддържайки логически канал с уникален идентификатор.

От направения анализ става ясно, че всички изисквания към сигурността на КФС могат да бъдат постигнати чрез широкото внедряване и развитие на различните аспекти на стандарта OPC UA, тъй като OPC UA работи на всички операционни системи и може да бъде приложен във всички езици. Стандартът OPC UA е мащабируем, тъй като се използва във вградени полски устройства, както и в MES и ERP системи, дори достига до проекти в Amazon и Azure Cloud. Стандартът OPC UA използва сертификати, удостоверяване на приложението, подписан и криптиран трансфер и функционалност за одит, налични в стека. Той е независим от метода на транспорт и стековете гарантират постоянен транспорт. Фондацията OPC работи в тясно сътрудничество с организации и компании като PLCopen, BACnet, FDI, ISA95 за подобряване на оперативната съвместимост и семантичното разширяване. По отношение на киберфизичните системи постигането на оперативна съвместимост на OPC UA със стандартите от другите слоеве на 5C архитектурата е от първостепенно значение.



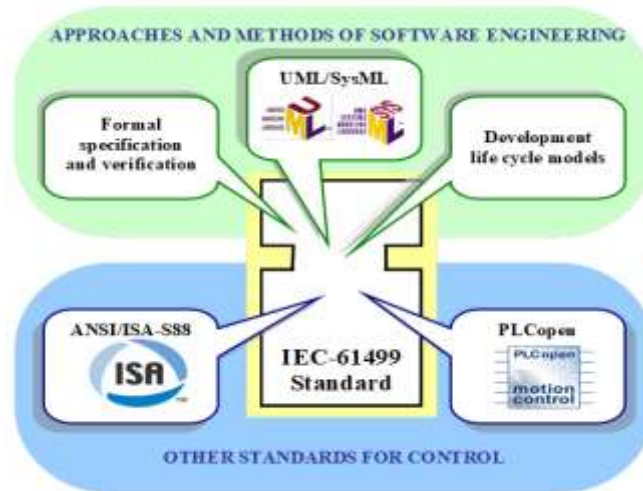
Фиг. 4 Комуникационни слоеве в OPC-UA архитектурата за сигурност²

Научна задача 3.3.2. Разработка на препоръки и предоставяне на консултации за разработка на сигурен софтуер

- Предложено е като препоръка за създаване на сигурен софтуер за реално време използването на модел на софтуерните процеси базиран на формални методи и стандарта IEC-61499
- Предложено е като препоръка за създаване на сигурен софтуер за реално време използването на модел на софтуерните процеси с използване на стандарта IEC- 61499 и UML / SysML.

²OPC Foundation (2017), OPC UA Specification, Part 6: Mappings <http://www.opcfoundation.org/UA/Part6/>

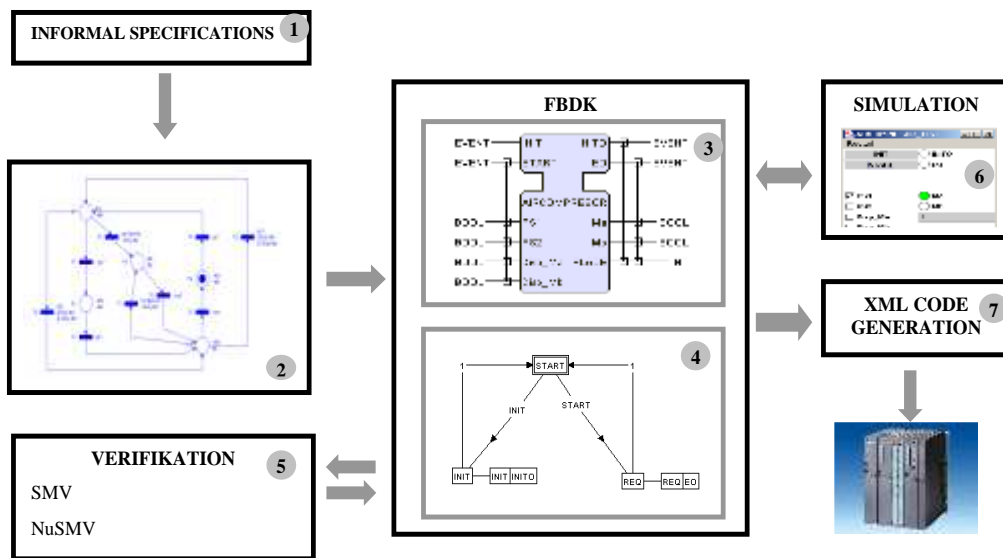
- Основните резултати с практическо приложение са свързани със създаване на софтуерни модели за създаване на сигурен софтуер за управление или реално време, които ще позволят да бъдат формулирани препоръки при разработката на софтуер.
- Участие на младите учени ас. Йордан Белев и докторант Даниела Цакова в научната публикация: I. Batchkova, Y. Belev, D. Tzakova, IEC 61499 based control of cyber-physical systems, International Scientific Journal "Industry 4.0", Year V, Issue 1/2020, pp.10-13. <https://stumejournals.com/journals/i4/2020/1/10>
- През първата година на проекта са предложени два модела на софтуерни процеси, отразяващи добрите практики и правила за разработка на сигурен софтуер за управление и реално време:
- Модел на софтуерните процеси с интегрирани изисквания за сигурност с използване на UML/SysML;
- Модел на софтуерните процеси с използване на формални методи.
- Един от начините за справяне с предизвикателствата, пред които са изправени съвременните информационни и управляващи системи, свързани с постигане на висока степен на оперативна съвместимост, гъвкавост и реконфигурируемост, е преходът от централизирана към разпределена архитектура. Това обаче значително усложнява сигурността на тези системи. Обещаваща тенденция в тази посока е прилагането на стандарта IEC-61499, предлагащ референтна архитектура и модели за разработка на разпределени системи за управление. Основната цел на предлаганото изследване е да разшири предложените в първата година на проекта модели на софтуерните процеси с използването на референтна архитектура и модели, базирани на стандарта IEC-61499. Резултатите ще послужат за дефиниране на препоръки за разработката на сигурен софтуер в системите за управление и реално време. Стандартът IEC-61499 дефинира основните понятия и референтна архитектура за проектиране на разпределени системи за управление за многократна употреба и базирани на компоненти. В основата на стандарта е понятието "функционален блок" (FB), който е основната структурна единица на приложението. Функционалният блок може да се използва за дефиниране на софтуерни компоненти за многократна употреба, които въз основа на избрана методология могат да бъдат използвани за проектиране на сложни, децентрализирани, разпределени системи за управление.
- Фиг. 31 обобщава предложените подходи, които имат за цел да подобрят софтуерните модели чрез прилагане на стандарта IEC-61499 и по този начин да повишат ефективността и качеството на разработките. Те оформят две групи:
 - Подходи, представляващи комбинация на базираните на стандарта IEC-61499 модели със съвременните подходи и средства на софтуерното инженерство, като предложените в първата година на проекта софтуерни модели;
 - Подходи, които съчетават стандарта с успехите, постигнати при управление на конкретни типове производства, като например управление на периодични процеси (ANSI / ISA S88 - стандарт ISO-61512) или инициативата PLCopen за управление на движенията, базирана на стандарта IEC -61131-3



Фиг. 5 Систематизация на подходите за разработка на системи за управление, базирани на стандарта IEC-61499

А. Създаване на модел на софтуерните процеси с използване на формални методи и стандарта IEC-61499

Комбинирането на концепцията залегнала в стандарта IEC-61499 с възможностите, предлагани от формалните подходи за спецификация и верификация на приложенията, води до значително повишаване на ефективността и сигурността на разработката поради факта, че на сравнително ранни етапи специфицираната система за управление може да бъде верифицирана чрез прилагането на различни формални методи и подходи. Фиг. 32 илюстрира по общ начин идеята за включване в разработването на етапите на формална спецификация и верификация на моделите, използвайки метода за проверка на модела (model checking). Трябва да се отбележи, че този подход може да бъде приложен с използване на различни формални методи и софтуер. Например за целите на формалната спецификация на системата могат да се приложат сигнално-интерпретиращи мрежи на Петри (SIPN), а за нейната верификация - възможностите за преобразуване на мрежата във времеви автомати и продукта NuSMV, прилагащи метод за верификация на модела, използвайки BDD диаграма и SAT метод. Алтернативно, NuSMV може да бъде заменен с UPPAAL. Този продукт може да се използва и самостоятелно, като се уточни моделът на системата за управление с времеви автомати, а изискванията могат да бъдат дефинирани с помощта на времева логика. Създаденият модел на софтуерните процеси за разработката на сигурен софтуер на системи за управление и реално време ще послужи за разработката на конкретни препоръки.



Фиг. 6 Софтуерен модел, базиран на стандарта IEC-61499 и формални методи

Б. Създаване на модел на софтуерните процеси с използване на стандарта IEC-61499 и UML / SysML

Унифицираният език за моделиране на UML и неговият профил за системно инженерство SysML могат да се използват по различни начини във фазите на разработване на системи за управление, базирани на IEC-61499. Подходите се различават по степента на разработка на UML моделите, по средата за разработка и използваната версия на UML или допълнителното включване на профила SysML. Например възможен е подход, използващ версията UML1.4, базирана на програмната среда на IBM Rational Rose и профила UML-MAST, който има за цел да моделира характеристиките на системата в реално време. Старите версии на UML се използват и в случаите на използване на инженерната среда CORFU, пряко свързана с IEC-61499 базираната среда за разработка - FBDK. Развитието на UML и създаването на профила за системно инженерство SysML подобряват използваемостта на езика за разработката на системи за реално време, което му позволи да покрие целия жизнен цикъл на разработката. В тази връзка са изследвани различни подходи със и без помощта на профила SysML, в средата Telelogic Rhapsody, собственост в момента на IBM. Трябва да се отбележи, че предложените подходи са приложими както за дискретни, така и за непрекъснати системи. Значителен е успехът при формализирането на UML и възможностите за верификация и валидация на предложените модели на различни фази на тяхната разработка, което е предизвикателство за по-нататъшно подобряване и усъвършенстване на предложените подходи. Налице са опити за проектиране на мултиагентна система за управление, базирана на стандарта IEC-61499 и използвайки UML / SysML. Комбинираното използване на стандарта IEC-61499 води до значително подобряване на качеството, безопасността, сигурността и ефективността на проектираната система за управление.

Научна задача 3.3.3. Разработка на средства за одитиране на софтуер.

Разработени са 2 модела за киберсигурност на компютърни системи: 1. Алтернативен метод за оценка на риска от кибератака върху интелигентен дом и 2. Приложение за оценка на кибератаки върху дронове.

Приети за печат 2 статии в изданието Springer series "Communications in Computer and Information Science", индексирани в Scopus:

- "An alternative method for evaluating the risk of cyber attack over the management of a smart house with Intuitionistic fuzzy estimation" с автори Тихомир Видев (докторант), проф. Сотир Сотиров, и Борис Бозвелиев (докторант);
- "A new approach to assess the risk of cyber intrusion attacks over drones using intuitionistic fuzzy estimations", с автори Борис Бозвелиев (докторант), проф. Сотир Сотиров, Тихомир Видев (докторант) и доц. Станислав Симеонов.

В изпълнение на предложения план, с оглед на извънредната ситуация около пандемията с COVID-19, бяха извършени следните по-важни дейности:

- Разработка на експериментална методика за оценка и одитиране на сигурен софтуер, на базата на стохастични и евристични алгоритми по модели от Теория на надеждността, и Cyber Kill Chain, която бе съгласувана с IFIP TC 11 "Information Security" и експериментално използвана по време на курса „Основи на сигурността в киберпространството“, към ПУ „Паисий Хилендарски“ по време на зимния триместър, януари-март, 2020. В резултат на това усилие са успешно сертифицирани и обучени 32 студенти от курса. Предстои доусъвършенстване на методиката и интегрирането ѝ в мобилно приложение, достъпно в рамките на портала към инициативата „Secure Digital Future 21“, www.securedfuture21.org;
- Допълнително беше организирано изследователско учение CYREX 2020 (http://securedfuture21.org/cyrex_2020/cyrex_2020.html), където експериментално бе тествана част от методиката в международен форма;
- Индустриалното сътрудничество по работата в пакета бе разширено с колеги от асоциацията e-Sigurnost.

Подготвени и изпратени са и две вече приети публикации за печат:

- Gaydarski, I. & Minchev, Z. Insider Threats to IT Security of Critical Infrastructure Objects, In "Studies in Systems, Decision and Control", Springer, Verlag, 2020
- Gaydarski, I. Discovery & Protection from Internal Threats in Critical Infrastructures's Objects, Proceedings of BISEC 2019, Belgrade, September, 2019

Резултатите от работата са отразени и в едно медийно интервю:

- Следобед с БСТВ (12.03.2020), гост: доц. Златогор Минчев, <https://bstv.bg/news/sledobed-s-bstv-12-03-2020-gost-dots-zlatogor-minchev>

Във ФМИ при СУ „Св. Климент Охридски“ се разработват препоръки за набор средства за одитиране на софтуер. Подбраните инструменти са свободно достъпни и могат да се използват не само от университетите, но и от други организации. В препоръките са посочени източниците и приложимостта на отделните инструменти.

Допълнителни задачи

През отчетния период на ННП ИКТ в НОС (година II, първо шестмесечие) ТУС работи по следните задачи, възложени по споразумение Д0-1-235/18.12.2019 г.:

1. Разработване на информационната система за анонимни анкети, оценка на курса и издаване на квалификационен сертификат (създадена през 2019г.) като регистър с пълна функционалност, с отворен, множествен вход, управление на процесите по повишаване квалификацията в педагогическите специалности на средното образование в страната.
2. Разработване на допълнителни средства за киберзащита. Провеждане на реп тестове и подсигуриране стабилна работа в режим на постоянен отворен вход в web пространство.
3. Разработване на алгоритъм и софтуерен модул за електронно плащане на таксите за разглеждане на заявления и извършване оценка на програмите за обучение.
4. Създаване на голяма база данни (big data) за целите на квалификациите, пазара на труда и др. съпътстващи НЕИСПУО системи в средното образование. Системата ще поддържа в отворен достъп до 100000 регистрирани фирми и обучители, до 200000 преподавателя и обучаеми(активни, пенсионирани и студенти в педагогически профили), както и до 50000 активни връзки.
5. Изследване и синтезиране алгоритми и софтуерни модули за киберзащита към открити web системи: пазар на труда с географска визуализация и регистър на квалификационните програми в средното образование. Софтуерните модули трябва да са съобразени с различните платформи, на които са създадени базови версии.
6. Създаване на статистически модел за оценяване като основна част на методология за обективизиране оценяването на курсисти в педагогически специалности.
7. Синтез на алгоритъм за разработената методология, софтуерно имплементиране, тестване и верификация в реална среда;
8. Разработване на софтуерен протокол или набор web services за интегрирането им в регистър на квалификационните курсове и платформа за прогнозиране заетостта и покритието със специалисти в средното образование с кореспондиращи системи: интегрирана база на НЕИСПУО, регистри на студенти, фирмени регистри и др. , както и използване на съответните протоколи от другата страна.
9. Разработване на протокол за обмен и разработка на система за електронни разплащания в квалификациите и интегрирането им в системата за документооборот в МОН;
10. Разработване на критерии и индикатори за рейтингова система в системата на квалификациите.
11. Създаване на комплексна среда и критерии за обективизиране оценката от провеждане и резултати на обучителни курсове, методология и имплементация на система за отхвърляне на обучители, недостигнали зададени за годината критерии.
12. Създаване на система за добавяне на документи, които съответстват на новите добавените функционалности - около 50 броя.
13. Създаване на поход за управление на програмите за квалификация- подаване, одобрение, редактиране, управление по нива с различен достъп, съобразно нормативната база.
14. Разработване на система за архивиране на различни версии на съдържанието на регистъра и достъпа. Осигуряване на възможност за исторически преглед на съдържанието и промените извършени по него.
15. Реализиране на функционална възможност за генериране през системата на информация за програмите и обучителите подадени за одобрение/ корекция с заявление.
16. Реализиране на цялостен работен процес, отразяващ промяната в статуса на подадено

- заявление (от подаване до публикуване).
17. Осигуряване на функционална възможност за зачисляване за проверка на дадено заявление – проверка при административна и техническа оценка
 18. Създаване на алгоритъм и софтуерен модул „Списък с работни задачи“ (checklist), който проверяващият следва да извърши. Модулът да предоставя възможност за отбелязване на изпълнените задачи. Списък със задачите следва да бъде наличен за определени проверяващи по едно и също заявление.
 19. Поддържане на работен процес по одобрение на подадена за одобрение и корекция програма/обучител.
 20. Създаване на софтуерен модул за одит- таблици, с информация за потребителя извършил дадена промяна.
 21. Разработване на ролеви модел на достъп, предоставящ съответна информация спрямо предоставения достъп.
 22. Разработване на софтуерен модул „Обобщени страници с калкулиран рейтинг по програми и организации“.
 23. Разработване на софтуерен модул към Регистъра, осигуряващ защитена връзка за пренос на данните.
 24. Интегриране на функционалността на Teachers.bg, с цел унификация на входа на регистъра.
 25. Преобразуване на разработената система за регистъра от статична в динамична за осигуряване на мониторинг в реално време.

Всички по-горе софтуерни модули, функционалности и процеси са разработени и предоставени в МОН (Национална програма „Квалификация“, дирекция "Политики за стратегическо развитие, квалификация и кариерно развитие") за тестване и верификация на 7 Май (входящ номер 9104-52) и на 12 Май (входящ номер 9105-157) 2020 г.

Беше представено и съответно описание на функционалността на модулите и доказателствени материали.

В периода 01.06.2020 – 30.09.2020 беше извършвано тестване на съответните софтуерни модули. Бяха отстранени възникнали проблеми/грешки в работата на някои от софтуерните модули.

Предвижда се тестването на модулите да приключи до 30.10.2020 и всички софтуерни модули да бъдат пуснати в редовна експлоатация не по-късно от 06.11.2020г.

Заклучение

Тук включваме резюме на най-важното, постигнато по ННП ИКТвНОС до момента. В това резюме наблягаме на резултатите с конкретен приложен ефект и значим обществен интерес, докато по-подробният отчет представя резултатите от научната част от изпълнението на програмата. По всички задачи от работния план се работи активно, целенасочено и няма изоставане. Всички планирани дейности вече бележат значителен напредък и се очертава отново много успешно изпълнение и преизпълнение на всички дейности от работния план.

В частност в компонент 1 са добавени допълнителни задачи, свързани с борбата с коронавируса, по които вече има получени съществени резултати.

Колектив от СУ е включен в <https://foldingathome.org/covid19/> - световен изчислителен проект, чиято основна цел е да се разбере начинът на действие на коронавируса върху клетки и способността му да оживява дълго време на повърхности. Нуждите от високопроизводителни изчислителни кълстери в Европа и по света е огромна и ние изпълнихме нашия дълг да участваме в този проект.

Закупеното специализирано оборудване на 3D печат от РУ се използва приоритетно за изготвянето на 3D принтирани предпазни шлемове, които се даряват безвъзмездно на медицинските заведения и персонал в Русенска област <https://bit.ly/39dwLTs>

Също нови задачи се появиха в рамките на Компонент 2, свързани с подпомагането на масовото дистанционно обучение в страната по време на извънредното положение. Изготвени са 3D модели с учебно съдържание за незрящи. Създават се нови тримерни модели за използване в обучението. Най-важните за обществото резултати са посочени също в т.3.

Създаден от РУ е образователен курс за „Блоково програмиране на дронове“, който е достъпен на следната страница: <https://bit.ly/3fEslaR> . Беше проведено пилотно обучение с разработените образователни материали и с безпилотни летателни апарати с 21 ученика от 6 до 12 клас на МГ „Баба Тонка“ в Русе.

Бяха проведени три модулни обучения с ученици от област Русе и две професионални гимназии от гр. Плевен. Обученията бяха модулни и включваха по три курса - "Технологии за 3D сканиране и принтиране на обекти", "3D моделиране, рендиране и импортиране на модели в платформи за създаване на компютърни игри" и "Създаване на приложения с добавена и виртуална реалност". На събитието в Русе (19.02.2020) присъстваха над 120 ученика от 11-ти и 12-ти клас от повече от 10 училища. Обученията в двете плевенски гимназии на 05.03.2020 бяха посетени от повече от 100 ученика.

Беше предоставена технология и методология за онлайн провеждане на Олимпиадата по ИТ, което поволи в условията на пандемия нормално и без проблеми да се включат голям брой ученици от цялата страна, без това да представлява риск за тяхното здраве или за влошаване на пандемичната обстановка. Екипът от програмата, основно от ФМИ при СУ, участва в тясно взаимодействие с МОН и натрупания опит може да бъде много полезен не само за подобно онлайн провеждане и на други Олимпиади в бъдеще, но също така и показва иновативни практики и методи, които учителите могат да използват в учебния процес във всички училища в Република България.

В компонент 1 бяха получени някои важни за практиката резултати:

- На високопроизводителния изчислителен клъстер PhysOn е инсталиран и калибриран специализиран софтуер WRF-ARW, в резултат на което се дава възможност за получаване на добри краткосрочни метеорологични прогнози.

- Разработени са голям брой нови математически модели, алгоритми за точни и приближени числени пресмятания на големи обеми от данни.
- Изяснена е взаимовръзката между топологията на фенолните киселини и механизма на антиоксидантно действие, на ролята на страничната верига, на полярността и рН на средата.
- Изследване на механизъм на действие на ензими за разграждане на алергени от растителен (ядки и плодове) произход чрез действие на ензими от групата на протеазите (PDB code: 5dyp -B. fragilis cysteine protease, human microbiom);
- Вграждане на група лекарства в противовъзпалителни средства с широко приложение при редица заболявания с различна етиология във формирана структура (мицел) от йони течности;
- Изследване на нови динамични модели, базиращи се на модификации на съществуващите, при интересната и недостатъчно проучена хипотеза за възможен "polynomial variable transfer" и използването им при анализ на актуални и още недостатъчно анализирани в световен мащаб данни - "Corona Virus" (заболели, смъртност и др.).
- Разработване на модел за определяне на общите параметри на подобие и за предсказване на физико-химични параметри за група от „зелени“ разтворители;
- Получени са класификационни резултати за кодове с точно две разстояния. Предложени са комбинаторни конструкции на такива линейни кодове и са представени таблици с най-добрите известни граници за мощността им.
- Продължава работата по изучаване на биомеханичните процеси в човешкото коляно и по-конкретно на вътреставните движения по време на активно изометрично разтягане на мускулните групи на долния десен крайник. Работи се по проектиране и изработване на мехатрони системи за рехабилитация, които да са насочени към индивидуалния потребител, или групи от потребители със сходни физиологични характеристики. Работи се по разработване на платформа за жестово управление на роботизирана ръка с кибер ръкавица.

По Компонент 2 бяхат създадени множество учебни курсове, материали и ресурси:

- Образователни ресурси в областта на биостатистическите изследвания;
- Образователни ресурси в областта на професионалните болести и факторите на работната среда;
- Образователни ресурси по анатомия и хистология;
- Ресурси за обучение по молекулярна медицина;
- Общодостъпни образователни ресурси и в областта на епидемиологията на социално-значими болести - захарен диабет и хипертония и на редки ендокринни заболявания.
- "Виртуална и добавена реалност" (продължава от първата година); английска версия на курса "СУИКА";
- "Приобщаващо образование";
- "Математични и числени подходи за моделиране на процеси"
- "Планиране на експеримента. Запознаване и работа с Chemoface и Design-Expert software" (продължава от първата година);
- "Анализ и моделиране на данни" ("Exploratory data analysis");
- "Алгоритми"
- приложение на изкуствени невронни мрежи за диагностика и приложение на метода на главните компоненти за откриване на наличието на аномалии в технологични процеси;
- създадени учебни материали за лекции и упражнения по дисциплините „Информационно моделиране и мениджмънт на данни“ и „Бизнес информационни технологии“;

- изготвяне на прототипи за упражнения, които ще подпомагат усвояването на материала при преподаването на дисциплината „Изкуствен интелект“;
- Въвеждане на добавена виртуална реалност и тримерни модели (реални и виртуални) за илюстриране на учебен материал, което да предлага нов по-привлекателен подход за усвояване на нови знания.

Продължи успешното разработване на Образователни тримерни интерактивни виртуални модели от областите на Компютърната графика и Геометрията (продължава от първата година); Образователни тримерни интерактивни виртуални модели от областта на електрониката, Интернет на нещата (IoT) и робото-техниката (продължава от първата година) образователен курс с отворен достъп „Анализ на Данни с R” за докторанти.

Създадени са два безплатни MOOC курса за свободно ползване:

- Система за управление на игрови ресурси за образователни игри;
- Система за оценяване на образователни игри.

Осъществен е пълен превод на Рамката за киберсигурност от националния институт за стандарти и технологии към правителството на САЩ - NIST. Същата е размножена и се разпространява в страната.

Разработена е програма на курс за напреднали в киберсигурността.

Създадени са три нови образователни игри и е разработена мобилна модулна станция за екологичен мониторинг.

Организира се в онлайн режим уъркшоп по резултатите постигнати от компонент 3. Завършена е в работен вариант разработката на политика за киберсигурност за университет.

Продължава работата по създаване на рамка и методология за реализация на откриването на нахлуване в университетска компютърна мрежа.

Допълнителната задача също се изпълнява с ускорени темпове, като приключи разработването първите версии на всички софтуерни компоненти по отделните задачи и започна тяхното тестване и верификация в работен режим на сървърите на МОН.

Към момента не планираме значителни промени в работната програма, стараем се всичко касаещо пандемията да изпълняваме в рамките на наличните задачи.

Най-големите трудности и проблеми са свързани с невъзможност за участие в научни конференции, и по-конкретно за изразходване на планираните средства, тъй като научните конференции или се отлагат, или се провеждат онлайн без да са необходими разходи за участие. Поради това имаме остра нужда от разрешение от МОН за преразпределение на бюджета, така че значително да са намалят средствата за командировки и да бъдат прехвърлени в други пера, без да се нарушават определените максимално допустими прагове.

Очакваме значителна подкрепа от МОН във връзка с измененията в бюджета, наложени от невъзможност за изразходване на планираните средства за командировки и участие в конференции, и за пренасочването им в други пера от бюджета.

Постигнати индикатори (общи за програмата)

По-долу е дадена таблица 6 с постигнатите стойности след първите шест месеца на втората година и заложените като план индикатори за постигане за целия период на научната програма.

Таблица 2 Постигнати индикатори (обща за програмата)

	Постигнати индикатори (обща за програмата)	K1	K2	K3	Общо за отчетния период	План за програмата
1.	Брой научни публикации в специализирани списания и/или научни поредици с импакт-фактор (IF) и/или импакт-ранг (SJR)	67	24	2	93	60
2.	Брой разработени и предложени тримерни модели	0	46	0	46	30
3.	Брой участия в национални и международни научни форуми и изложения	35	16	9	60	30
4.	Брой мероприятия за популяризиране на получените резултати (конференции, семинари, кръгли маси, информационни дни)	9	40	6	55	6
5.	Брой на млади учени, докторанти и студенти, участвали в програмата	34	46	12	92	20
6.	Брой изградени международни научни мрежи	10	2	0	12	4
7.	Брой бизнес партньори, привлечени в изпълнение на програмата	5	2	0	7	5
8.	Брой браншови и други организации, привлечени за изпълнение на програмата	1	12	2	15	3

От стойностите получени за текущия отчетен период се вижда, всички индикатори са изпълнени.

Предстоящи задачи до края на втората година

Във връзка с възникналата ситуация с COVID-19 голяма част от планираните участия в научни конференции и семинари са отложени или ще бъдат проведени онлайн. Предстои довършване и експериментално прилагане на голяма част от теоретичните постижения, описани подробно в този съдържателен отчет.

Приложения

Приложение 1 – Екипи по задачи

Приложение 2 – Списък с научни публикации

Приложение 3 – Списък на разработвани електронни курсове за обучение, на налични електронни материали, ресурси, 3D модели и други артефакти, произведени по програмата

Приложение 4 – Списък на организирани и посетени научни конференции

Приложение 5 – Списък на проведени публични събития за популяризиране на програмата

Приложение 6 – Списък на установени връзки и сътрудничества с бизнеса и публични организации

Приложение 7 – Списък на нови подадени проектни предложения, сключени проекти, създадени научни мрежи

Приложение 8 – Списък на млади учени, подпомогнати и включени в изпълнението на програмата