



Funded by the
European Union
NextGenerationEU

EXECUTIVE AGENCY
"PROGRAMME EDUCATION"



MINISTRY
OF EDUCATION
AND SCIENCE



Химикотехнологичен и металургичен университет

Група № 3.1.2.

Авангардни материали и технологии

Ръководител: проф. д-р инж. Пламен Петков

Годишна среща- ХТМУ
09 Октомври 2025 г., София



Funded by the
European Union
NextGenerationEU

EXECUTIVE AGENCY
"PROGRAMME EDUCATION"



MINISTRY
OF EDUCATION
AND SCIENCE



Съдържание

- ☐ Структура и компетенции на научната група
- ☐ Постигнати резултати за периода
- ☐ Перспективни за бизнеса материали

Годишна среща- ХТМУ
09 Октомври 2025 г., София



Funded by the
European Union
NextGenerationEU

EXECUTIVE AGENCY
"PROGRAMME EDUCATION"



MINISTRY
OF EDUCATION
AND SCIENCE



Структура :

1. Управляващ борд
2. Работни пакети – 3 бр.;
3. Научни задачи – 9 бр.

Научен колектив:

- Изследователи R4 – 2 бр.
- Изследователи R3 – 5 бр
- Изследователи R2 – 2 бр.
- Изследователи R1 – 1 бр.

Годишна среща- ХТМУ
09 Октомври 2025 г., София



Funded by the
European Union
NextGenerationEU

EXECUTIVE AGENCY
"PROGRAMME EDUCATION"

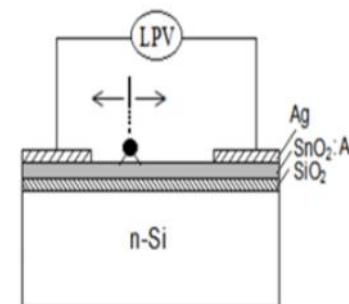


MINISTRY
OF EDUCATION
AND SCIENCE

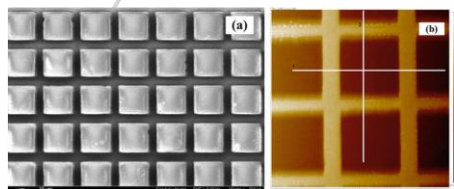
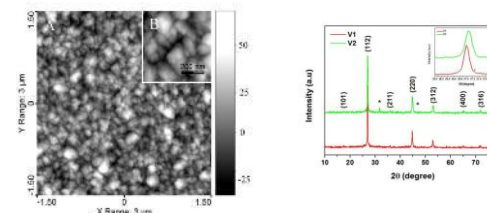


РП 1 - Авангардни материали за оптиката и оптоелектрониката

Задача 1.1. - Изследване на оксидни и халкогенидни
материали за сензорни приложения.

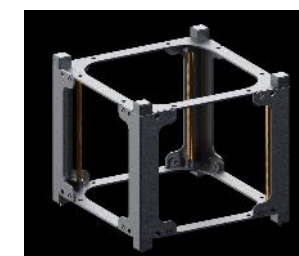
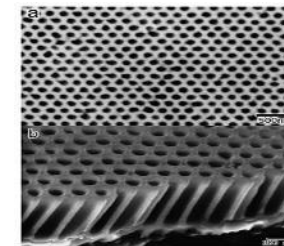


Работна програма



Задача 1.2. - Изследване на нови хибридни материали за приложение като
поляризационни оптични елементи.

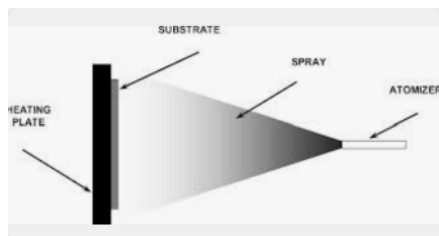
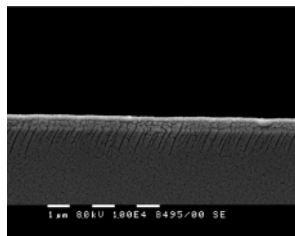
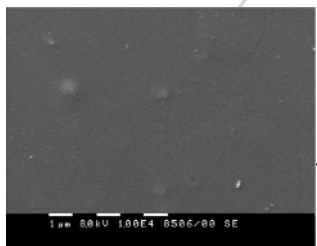
Задача 1.3.- Изследване на получаването на порьозни
алуминиеви анодни оксидни слоеве.



Годишна среща- ХТМУ
09 Октомври 2025 г., София



Funded by the
European Union
NextGenerationEU



EXECUTIVE AGENCY
"PROGRAMME EDUCATION"



MINISTRY
OF EDUCATION
AND SCIENCE

Основни резултати

Задача 1.1. - Изследване на оксидни и халкогенидни материали за сензорни приложения.

- Синтезираи са аморфни образци в тройната халкогенидна система Ge-Te-Cu, Ge-Te-In, Ge-Sb-Te и Sb-Te-Ag.
- Изясненана е кинетиката на слоеобразуване.
- Електронномикроскопските и елементни анализи показват хомогенни слоеве със състав, отговарящ на първоначално заложения.
- Обемните образци от горните системи са охарактеризирани физикохимично.
- Получени са слоеве от ZnO дотирани с Mo и Te.
- Разработени са среди за позиционен фоточувствителен сензор.

Годишна среща ХТМУ
09 Октомври 2025 г., София



Funded by the
European Union
NextGenerationEU

EXECUTIVE AGENCY
"PROGRAMME EDUCATION"



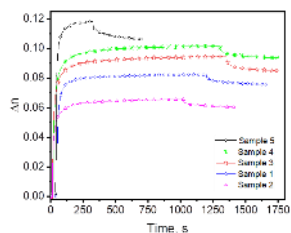
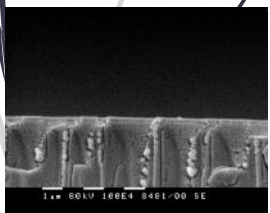
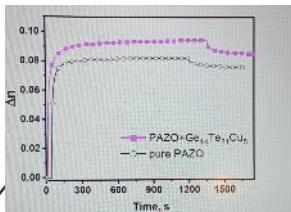
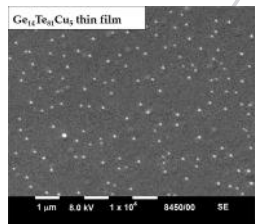
MINISTRY
OF EDUCATION
AND SCIENCE



Основни резултати

Задача 1.2. - Изследване на нови хибридни материали за приложение като поляризационни оптични елементи.

- Получени са нови тънкослойни композитни материали на базата на азополимер (поли[1-[4-(3-карбокси-4-хидроксифенилазо) бензенсулфонамидо]-1,2-етандиил, натриева сол]), слоеве $\text{Ge}_{14}\text{Te}_{81}\text{Cu}_5$ с различни дебелини.
- В получените композитни проби микроскопски се наблюдават халкогенидни клъстери.
- Двойно лъчепречупване (Δn) се индуцира във филмите при две различни дължини на вълната на облъчващия лазер (355nm и 444nm).
- По-високи стойности на Δn_{max} са получени за пробите, с дебелина на халкогенидния слой.
- Разработените композитни материали показват потенциал за приложение като среди за холографски запис.



Годишна среща ХТМУ
09 Октомври 2025 г., София



Funded by the
European Union
NextGenerationEU

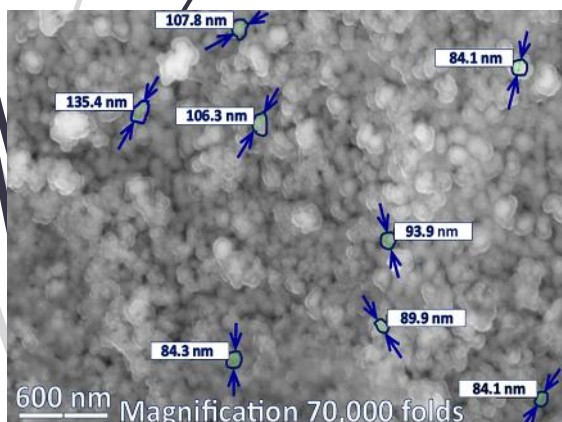
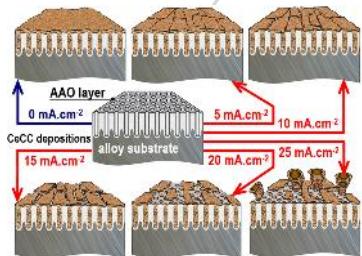
EXECUTIVE AGENCY
"PROGRAMME EDUCATION"



MINISTRY
OF EDUCATION
AND SCIENCE

Основни резултати

Задача 1.3.- Изследване на получаването на поръзни алуминиеви анодни оксидни слоеве.



- Успешно е отложено антикорозионно покритие от цериев оксид и анодиран слой от алуминиевоксид върху авиационна стомана тип AA2024, комбинирано с уплътняващ фосфат/боратен слой.
- Установено е, че електрохимичното получаване на конверсионни слоеве от цериев оксид е възможно само в катоден режим и за плътности на тока до 5 mA.cm^{-2} .
- Наблюдаван е синергичен ефект на адхезия на конверсионния слой цериев оксид и анодирания слой от алуминиев оксид върху стоманата AA2024 като полученият слой е съставен от глобуларни частици със среден диаметър около 100nm.
- Доказано е, че третирането на получения съставен слой с кипяща вода подобрява антикорозионните му свойства.
- Показано е, че третирането в боратен буферен разтвор дава по-добри резултати от това във фосфатен или смесен буферен разтвор.

Годишна среща ХТМУ
09 Октомври 2025 г., София



Funded by the
European Union
NextGenerationEU

EXECUTIVE AGENCY
"PROGRAMME EDUCATION"



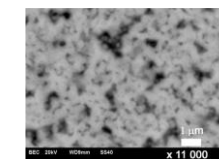
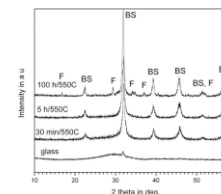
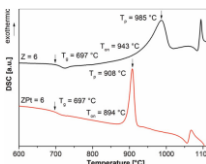
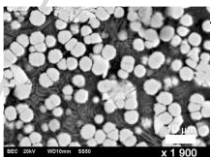
MINISTRY
OF EDUCATION
AND SCIENCE

Работна програма



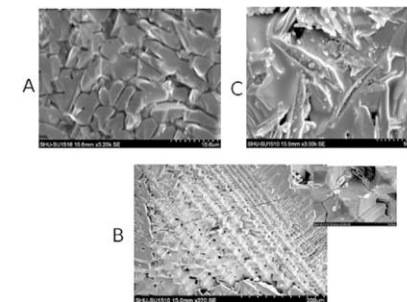
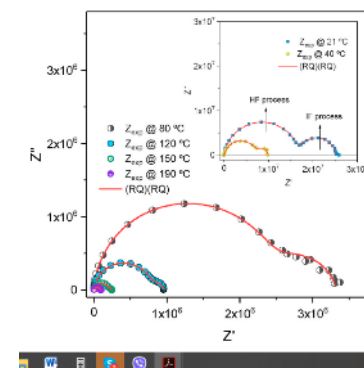
РП 2 - Авангардни структурни и функционални стъклокерамики и керамики за мехатрониката

Задача 2.1. - Синтез и характеризиране фазовия състав и микроструктурата на многокомпонентни обемни оксидни стъкла и стъклокерамики



Задача 2.2. - Комплексно характеризиране на структурата, състава и термофизичните свойства на аморфни и стъклокерамични материали.

Задача 2.3. - Изследване на електричните, механични и магнитните свойства и на потенциалните приложения в мехатрониката на получените материали.



**Годишна среща- ХТМУ
09 Октомври 2025 г., София**



Funded by the
European Union
NextGenerationEU

EXECUTIVE AGENCY
"PROGRAMME EDUCATION"



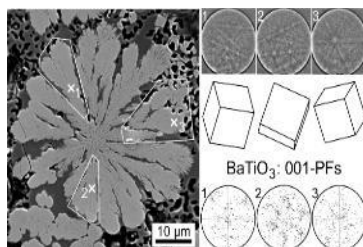
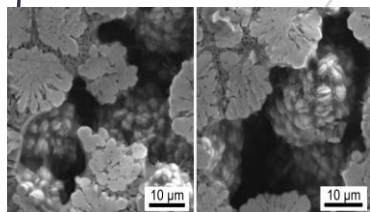
MINISTRY
OF EDUCATION
AND SCIENCE

Основни резултати



РП 2 - Авангардни структурни и функционални стъклокерамики и керамики за мехатрониката

Задача 2.1. - Синтез и характеризиране фазовия състав и микроструктурата на многокомпонентни обемни оксидни стъкла и стъклокерамики



- Синтез на стъкла и стъклокерамики в системите $\text{Na}_2\text{O}/\text{BaO}/\text{TiO}_2/\text{B}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2/\text{ZrO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{Na}_2\text{O}/\text{BaO}/\text{TiO}_2/\text{B}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2/\text{ZrO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{Nd}_2\text{O}_5/\text{GeO}_2/\text{Bi}_2\text{O}_3/\text{B}_2\text{O}_3$, $\text{GeO}_2\text{-BaO-Bi}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$, $\text{K}_2\text{O}/\text{GeO}_2/\text{Bi}_2\text{O}_3/\text{B}_2\text{O}_3$. Проведени са синтези на стъкла и стъклокерамики в системата $\text{Na}_2\text{O}/\text{MnO}/\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$ по метода на рязко охлаждане на стопилката.
- Фазовият състав е установен с помощта на прахова рентгенова дифракция (PXRD) и е установена кристализация на BaTiO_3 и $\text{BaZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$. При повишени температури на термично третиране и времена на задържане, кристализира и фресноит, $\text{Ba}_2\text{TiSi}_2\text{O}_8$.
- Експерименталната плътност на пробите е измерена по принципа на Архимед. Оценени са моларният обем и плътността на кислородната опаковка.
- Така получените стъклокерамики са с обемна фракция на диелектричната фаза над 50 об. % и потенциал за приложение в електрониката.



Funded by the
European Union
NextGenerationEU

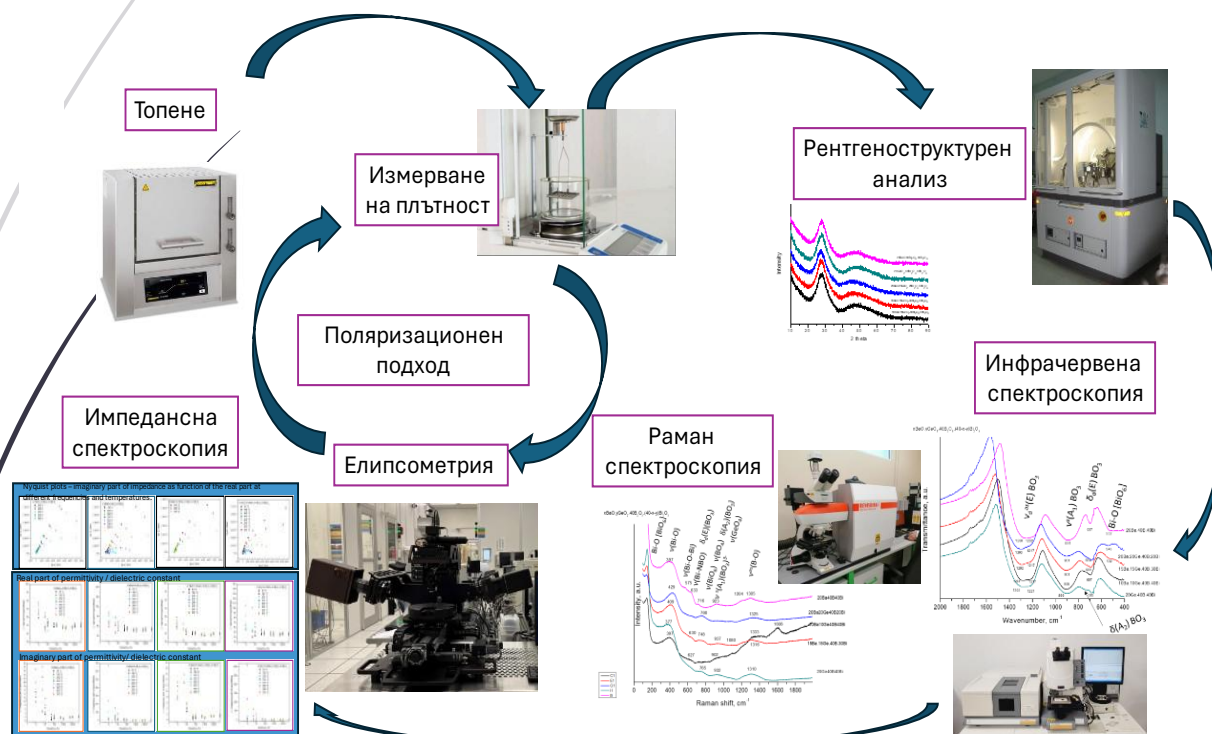
EXECUTIVE AGENCY
"PROGRAMME EDUCATION"



MINISTRY
OF EDUCATION
AND SCIENCE

Основни резултати

Задача 2.2. - Комплексно характеризиране на структурата, състава и термофизичните свойства на аморфни и стъклокерамични материали.



- Електронната поляризуемост е определена чрез „Поляризационния подход“.
- Структурата и елементния състав на стъклата е изследвана чрез XPS, FTIR и Раманова спектроскопия, които дава информация за структурните единици в стъклената матрица като SiO_4 , AlO_4 , AlO_5 , AlO_6 , GeO_4 , BiO_6 , BO_4 , BO_3 .



Funded by the
European Union
NextGenerationEU

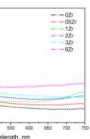
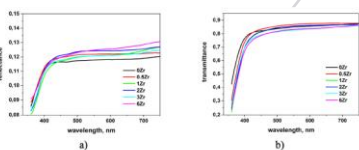
EXECUTIVE AGENCY
"PROGRAMME EDUCATION"



MINISTRY
OF EDUCATION
AND SCIENCE

Основни резултати

Задача 2.3. - Изследване на електричните, механични и магнитните свойства и на потенциалните приложения в мехатрониката на получените материали.



UV-Vis reflectance (a) and transmittance (b) spectra and calculated refractive index (c) as function of the ZnO concentration in the composition.



- Бяха направени редица експерименти с многокомпонентни обемни оксидни и неоксидни материали, базирани на основата на Al_2O_3 , SiC. Получените резултати от изследването са якостни характеристики близки до теоретичните, резултат от създадена минимална зърненост на микроструктурно ниво и допълнителното омрежване на кристалните структури с добавена стъклена фаза.

Бяха получени 20 образеца със сила на пресоване от 4 до 10 тона, температури от 1100 до 1500 °C, и коефициент на свиваемост от 10 до 15%. Резултатите ще послужат при разработване на патент и последващи разработки.





Funded by the
European Union
NextGenerationEU

EXECUTIVE AGENCY
"PROGRAMME EDUCATION"



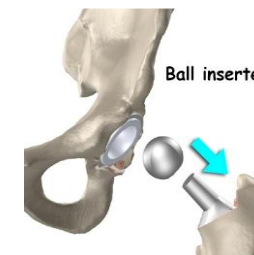
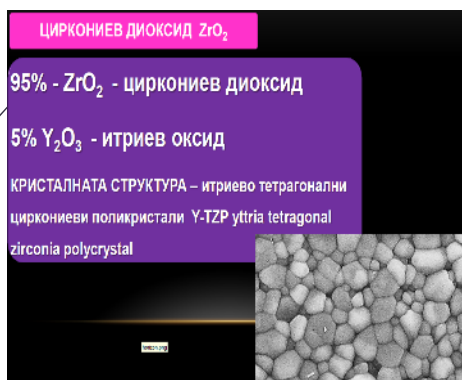
MINISTRY
OF EDUCATION
AND SCIENCE

Работна програма

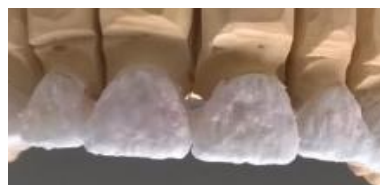


РП 3 - Мултифункционални биоматериали

Задача 3.1. -Биоактивни материали за костна регенерация – зол-гелни стъкла и стъклокерамики



Задача 3.2. Стъкла и стъклокерамики за възстановяване на зъбите.



3.3. Мултифункционални покрития за приложения в медицината

Годишна среща- ХТМУ
09 Октомври 2025 г., София



Funded by the
European Union
NextGenerationEU

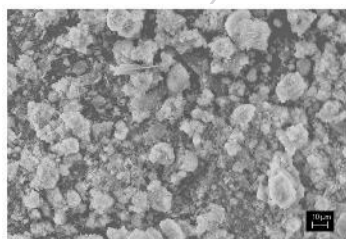
EXECUTIVE AGENCY
"PROGRAMME EDUCATION"



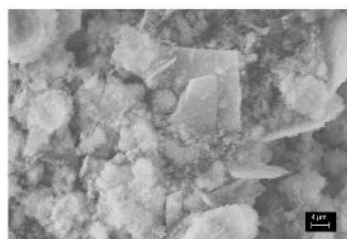
MINISTRY
OF EDUCATION
AND SCIENCE

Основни резултати от Първи етап

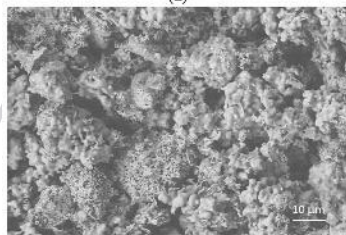
Задача 3.1. -Биоактивни материали за костна регенерация зол-гелни стъкла и стъклокерамики



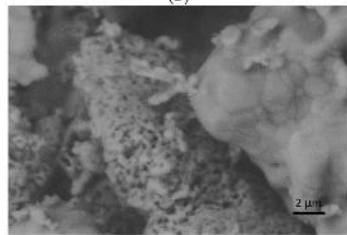
(a)



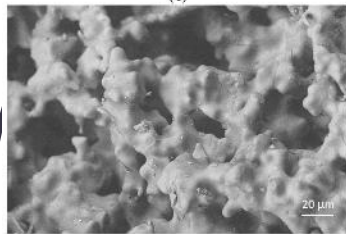
(b)



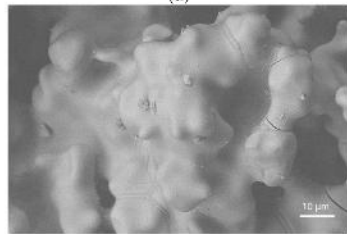
(c)



(d)



(e)



(f)

- Три стъклокерамични материала в системата Ca_2SiO_4 - $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ със състав $6\text{Ca}_2\text{SiO}_4 \cdot \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ($\text{Ca}_{15}(\text{PO}_4)_2(\text{SiO}_4)_6$) са синтезирани чрез зол-гел метод.
- Установени са различни микроструктури и фазов състав в зависимост от температурата на синтез, което определи съответното влияние върху клетъчната жизнеспособност и експресията на апоптотичния и остеокласт-свързан маркер TRAIL.
- Всички материали са биосъвместими при ниски концентрации за остеокластоподобни клетки HL-60.
- Материалът, синтезиран при 1400°C е перспективен за приложение като скеле поради своята микроструктура.

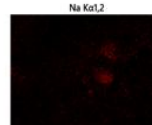
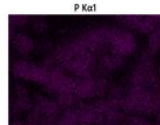
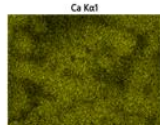
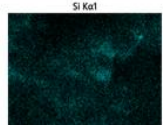
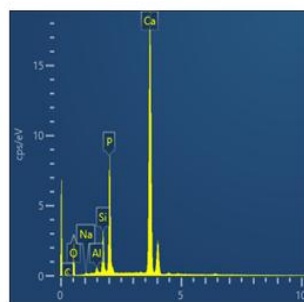
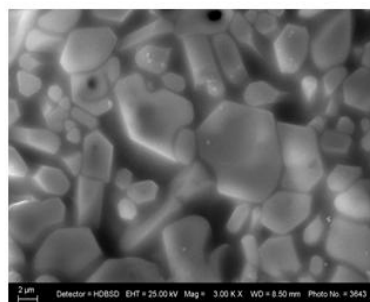


Funded by the
European Union
NextGenerationEU

EXECUTIVE AGENCY
"PROGRAMME EDUCATION"



MINISTRY
OF EDUCATION
AND SCIENCE



Основни резултати

Задача 3.2. Стъкла и стъклокерамики за възстановяване на зъбите.

- Получена е нова стъклокерамика с участие на 30 мас. % биогенен хидроксиапатит и SiO_2 , B_2O_3 и Na_2O след топене на 1200°C и бързо охлаждане.
- Получената стъклокерамика е с много добра биоактивност след 20 дни престой в SBF разтвор доказано със CEM от който е видно, че е образуван апатитен слой на повърхността на стъклокерамиката.
- Разработена е нова спичаща добавка на основата боросиликатно стъкло, съдържащо B_2O_3 , SiO_2 , Al_2O_3 и Na_2O и е получена плътна керамика от биогенен хидроксиапатит и добавка от боросиликатно стъкло, което улеснява спичането на керамиката чрез получаването на вискозна стопилка и стабилизиране на хидроксиапатита към термично разлагане.
- Керамиката съдържа добре оформени хексагонални кристали с размер под 10 микрона. Керамиката има добра биоактивност след 20 дни престой в SBF разтвор.



Funded by the
European Union
NextGenerationEU

EXECUTIVE AGENCY
"PROGRAMME EDUCATION"

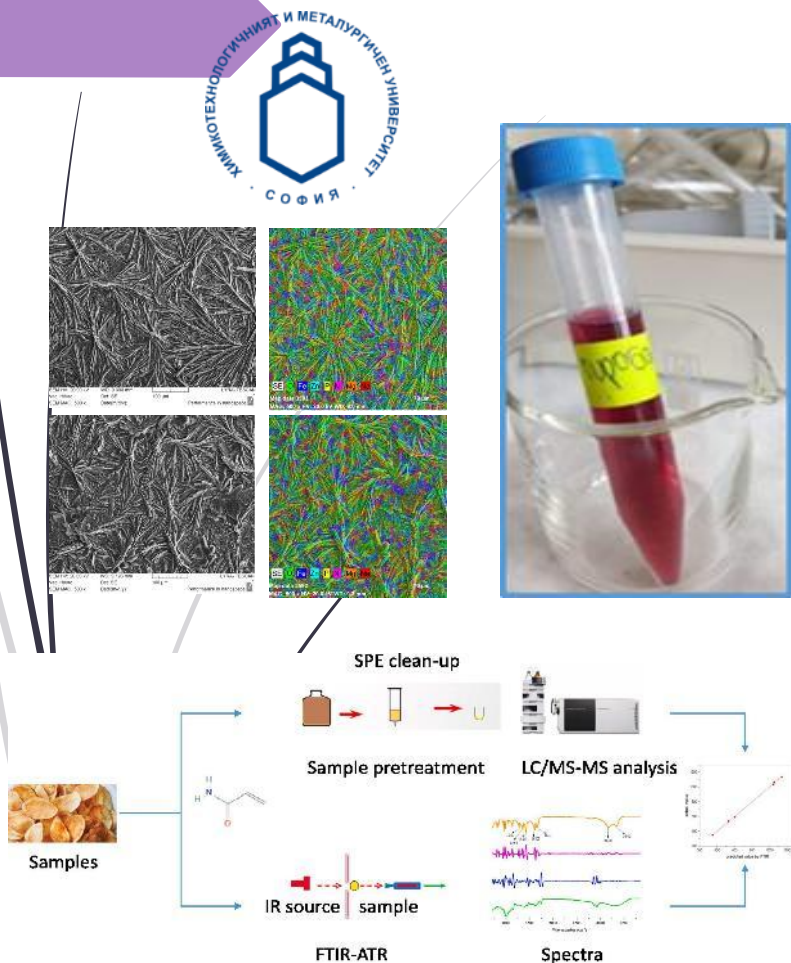


MINISTRY
OF EDUCATION
AND SCIENCE

Основни резултати

3.3. Мултифункционални покрития за приложения в медицината

- Изследвано е поведението на цинково-магнезиеви фосфатните покрития върху неръждаема стомана с високо съдържание на азот в моделни физиологични разтвори, подобни на тези в човешкото тяло.
- Изследвана е морфологията на покритията посредством SEM анализ и е определен химичния състав чрез EDX спектроскопия.
- Разработени са схеми за синтез на златни наночастици и композити с участие на RGO чрез редукция на хлороауринова киселина с помощта на натриев цитрат и едновременно стабилизация чрез използване на PEG и полибисфенол.
- Чрез електронна дифракция в избрана област (Selected Area Electron Diffraction - SAED) е доказано наличието на кубично злато.
- На основата на FTIR спектроскопия и хеометрични подходи за анализ на данни е разработен метод за определяне на съдържанието на регулаторно контролирани компоненти в термично третирани храни. Методът е калибриран и верифициран за определяне на съдържанието на акриламид в картофен чипс.





Funded by the
European Union
NextGenerationEU

EXECUTIVE AGENCY
"PROGRAMME EDUCATION"



MINISTRY
OF EDUCATION
AND SCIENCE

Постигнати резултати за периода

Отпечатани публикации – **18** бр. /Q1&Q2/ + **5** /Q3/
Приети за печат – 2 бр.
Подадени за рецензия – 6 бр.
Полезен модел – 1 бр.
Национален патент – 4 бр.
Международен патент – 1 бр.
Участие в международни конференции – 12 бр.



Годишна среща- ХТМУ
09 Октомври 2025 г., София



Funded by the
European Union
NextGenerationEU

EXECUTIVE AGENCY
"PROGRAMME EDUCATION"



MINISTRY
OF EDUCATION
AND SCIENCE

Интерсни за бизнеса резултати от научните изследвания

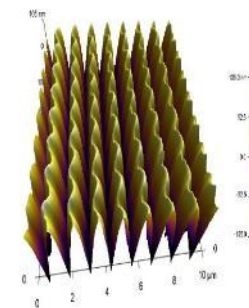
Диелектрични и високотвърди стъклокерамики, керамики и композити

Оксидни керамики (Al_2O_3 , ZrO_2 , BaO , MgO , TiO_2 , Al_2TiO_5 , BaTiO_3 , BaZrO_3 и др) с основни свойства като устойчивост към окисление; химическа инертност; ниска топло- и електропроводност.

Среди за оптичен запис на информация

Поляризационните холографски решетки записани в азополимерни слоеве са обещаващ компонент за приложение в биосензорни устройства и системи за доставка на лекарства.

Годишна среща- ХТМУ
09 Октомври 2025 г., София





Funded by the
European Union
NextGenerationEU

EXECUTIVE AGENCY
"PROGRAMME EDUCATION"



MINISTRY
OF EDUCATION
AND SCIENCE

Позиционно чувствителни детектори

Работна среда – ZnO дотиран с Mo или Te

Конверсионни цериеви покрития

Защита на сплав 2024-TA след анодиране за специално предназначение

“Биосъвместими материали за дентална медицина

Състав на стъкло - SiO_2 , Al_2O_3 , BaO, CaO, K_2O , Na_2O , B_2O_3 , Li_2O за приложение като глазурен слой върху циркониева дентална керамика.

Годишна среща- ХТМУ
09 Октомври 2025 г., София



Funded by the
European Union
NextGenerationEU

EXECUTIVE AGENCY
"PROGRAMME EDUCATION"



MINISTRY
OF EDUCATION
AND SCIENCE



Химикотехнологичен
и металургичен
университет

Благодаря за вниманието

Благодарности

Проектът е финансиран от Европейския съюз - NextGenerationEU, чрез Националния план за възстановяване и устойчивост на Република България, проект №BG-RRP-2.004-0002, "BiOrgaMCT"

Годишна среща- XTMU
09 Октомври 2025 г., София