

ХИМИКОТЕХНОЛОГИЧЕН И МЕТАЛУРГИЧЕН УНИВЕРСИТЕТ



CENTRE FOR DISRUPTIVE INNOVATION Ltd.



Тема на договора:

РАЗРАБОТВАНЕ НА ЕЛАСТОМЕРНИ КОМПОЗИТИ С МИКРОВЪЛНОВИ, АНТИСТАТИЧНИ И АНТЕННИ ПРИЛОЖЕНИЯ

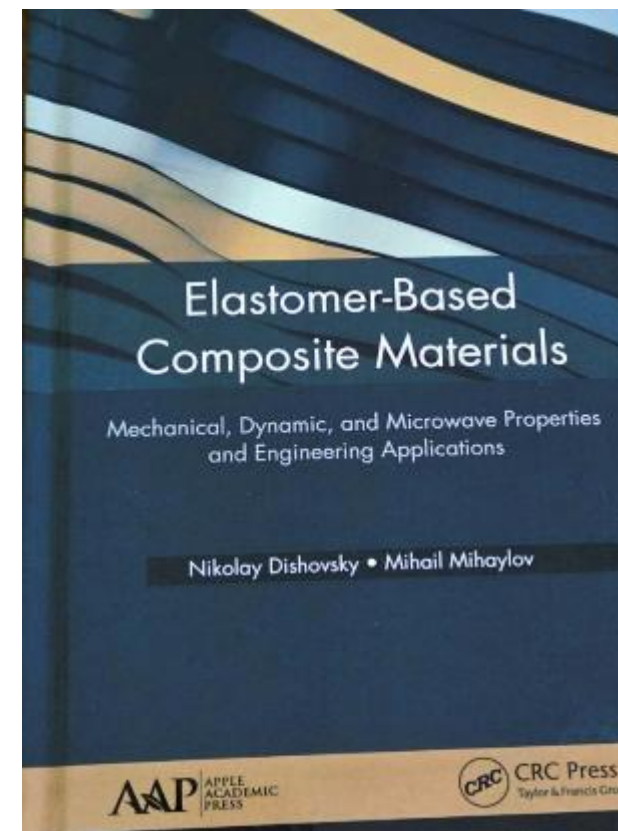
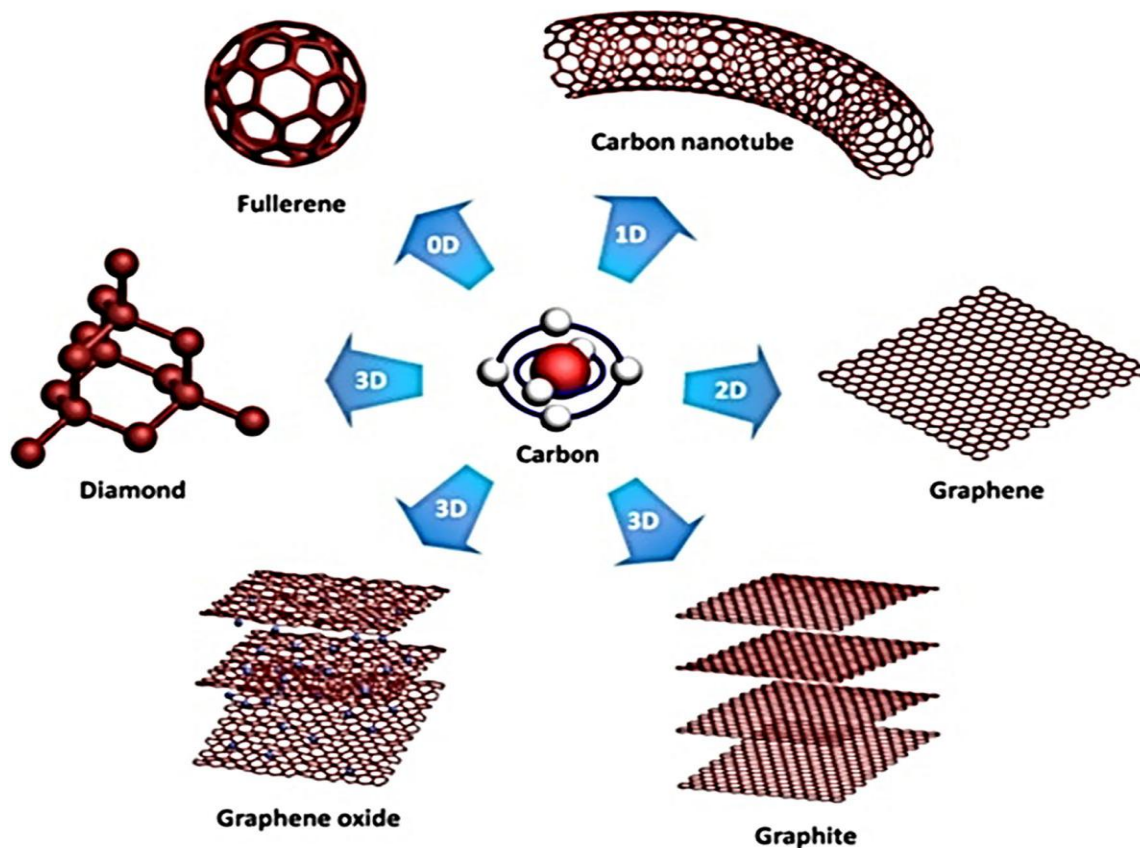
Научен ръководител: проф. дтн. Н. Дишовски

5 юни, 2025 г.

Договор №: BG-RRP-2.004-0002-C01, „BiOrgaMCT“ (Биоактивни органични и неорганични авангардни материали и чисти технологии)
по процедура: BG-RRP-2.004 – Създаване на мрежа от изследователски висши училища в България по Национален план за възстановяване и устойчивост



Въглеродните наноструктури като функционални пълнители в еластомерни композити

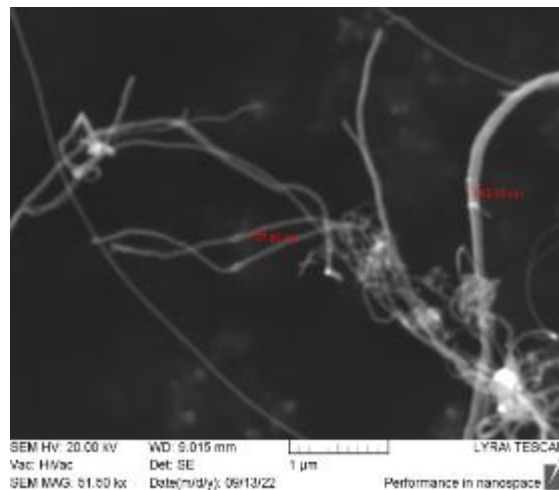


Nikolay Dishovsky, Mihail Mihaylov, **ELASTOMER-BASED COMPOSITE MATERIALS**, Mechanical, Dynamic, and Microwave Properties and Engineering Applications, © 2018, Apple Academic Press, Inc.

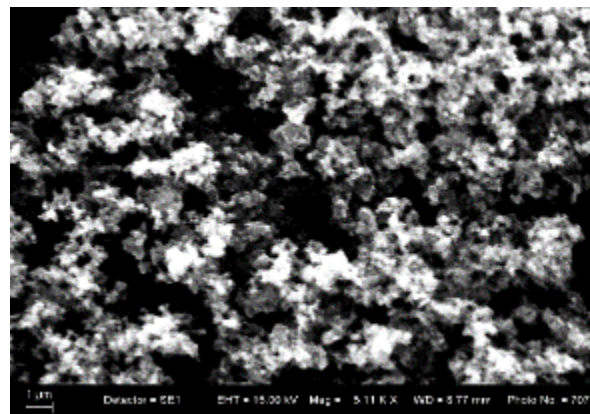


Използвани въглеродни наноструктури в разработката

- Въглеродни нанотръбички (производство на АРТ МОНБАТ)

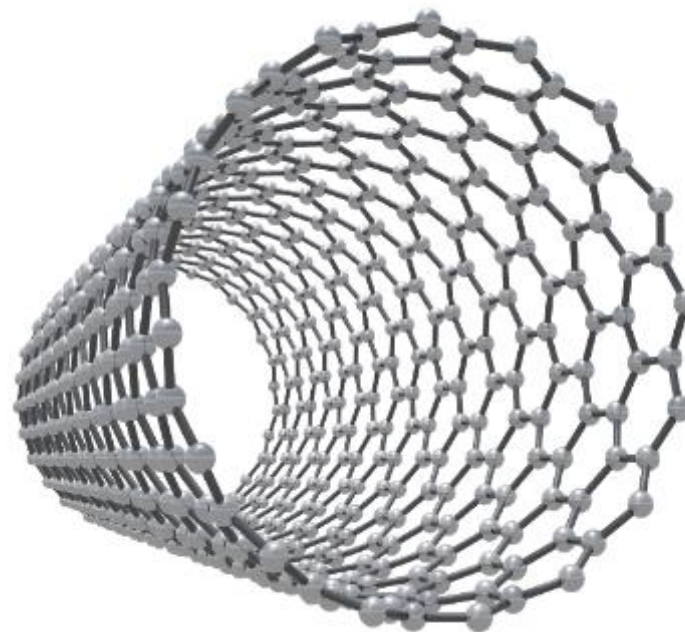
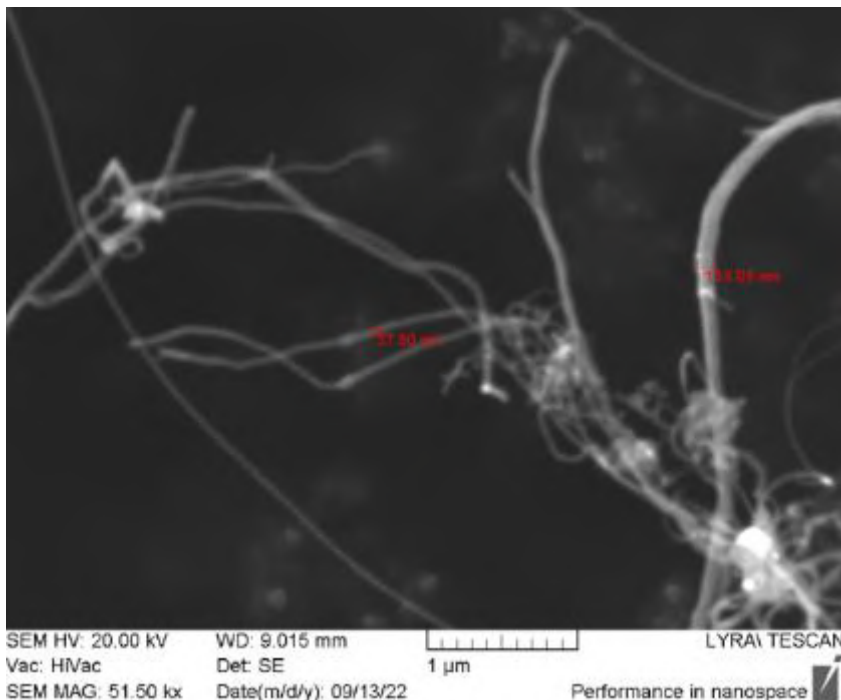


- Продукт от плазмено разлагане на метан (производство на HIRock-България по поръчка на CDI)





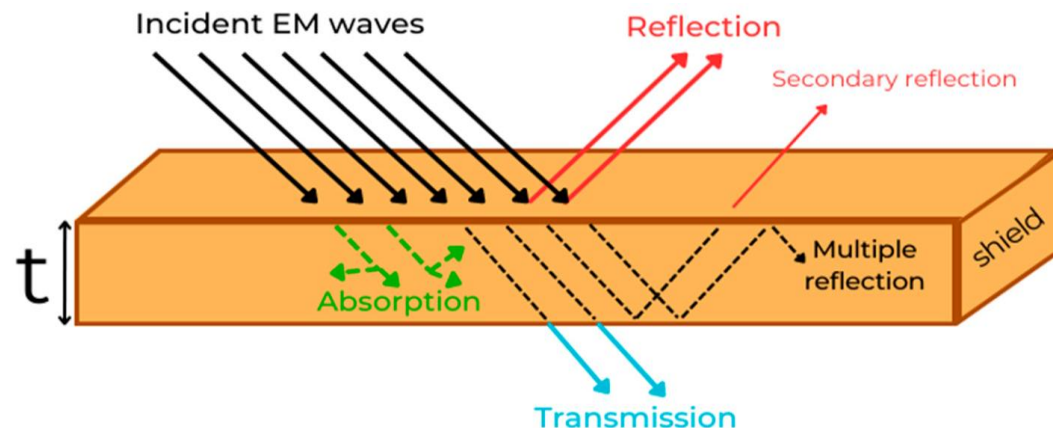
Въглеродни нанотръбички (MWCNT)



Преобладаващ диаметър под 50 nm. Дължината в границите на 3-7 микрона, има вероятно и с по-голяма дължина, специфична повърхност 55 m²/g. Характерни са сплитанията, наблюдавани в долния десен ъгъл на изображението.



Електромагнитно екраниране на композитите (EMI SE). Измервани характеристики



- ефективност на екраниране при отражение SE_r (-dB);
- ефективност на екраниране при поглъщане SE_a (-dB);
- сумарна ефективност на екраниране (SE - shielding effectiveness, -dB).

$$SE = SE_r + SE_a + M; SE = 10 \cdot \log P_1 / P_2 \text{ [dB]}$$

Честотен диапазон – от 1 до 18 GHz.

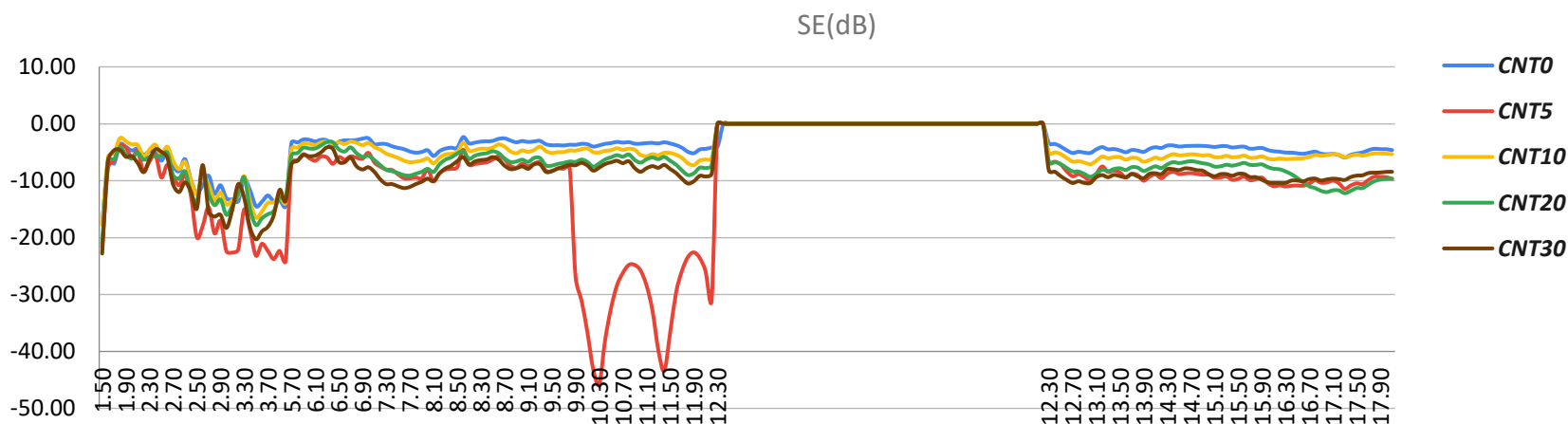
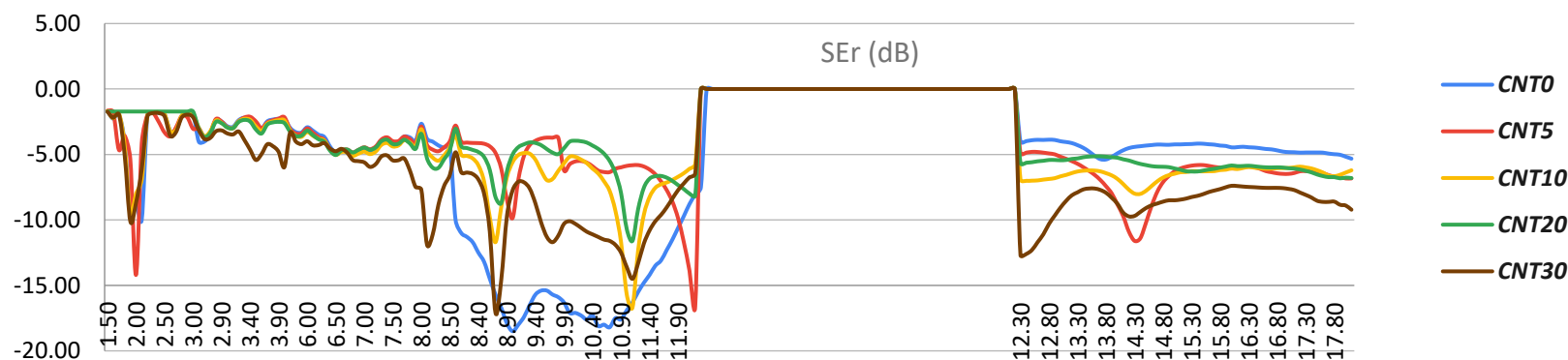
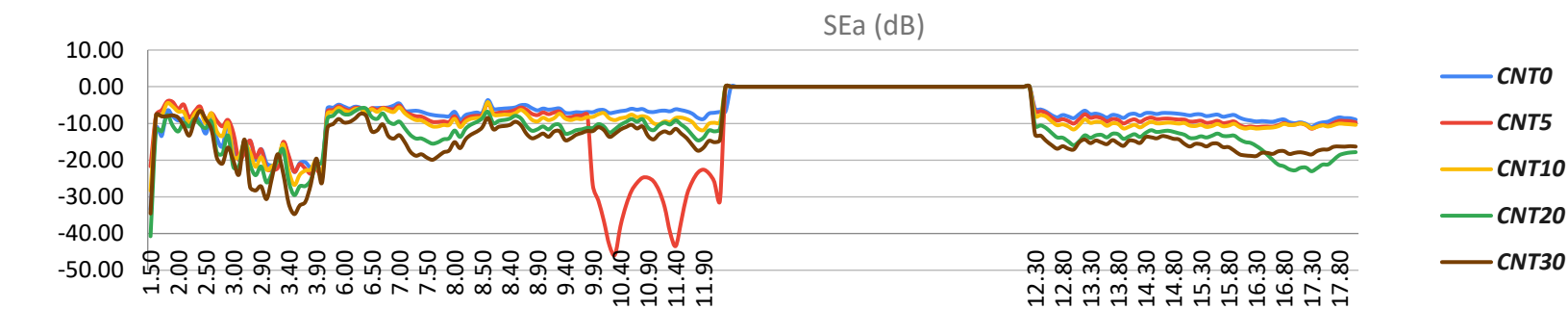
- Измерванията са извършени на лабораторна вълноводна линия, включваща векторен мрежов анализатор и специални вълноводи.
- Измерванията са проведени в ТУ-София, Факултет по телекомуникации, кат. Радиотехника, лаборатория LASER (Land and Space Radio) от доцент д-р Петър Петков)



Изследвани композитни материали на базата на бутадиенакрилонитрилов каучук

- Съдържащи само въглеродни нанотръбички като функционален пълнител
- Съдържащи хибридни комбинации от въглеродни нанотръбички и различни видове магнетит – природен микроразмерен, синтетичен микроразмерен, синтетичен наноразмерен
- Съдържащи хибридни комбинации от въглеродни нанотръбички и електропроводящи сажди





CNT

Екраниране:

SEa:

В диапазона:

2÷4 GHz от -20 до -30 dB

6÷8 GHz до -20 dB (100 пъти
затихване на сигнала);

10÷12 GHz до -40 dB

В диапазона:

2÷6 GHz-SE от -15 до -20 dB

10÷12 GHz-SE от -30 до -40
dB

При останалите честоти - SE
около -10 dB т.е. 10 пъти
затихване на сигнала



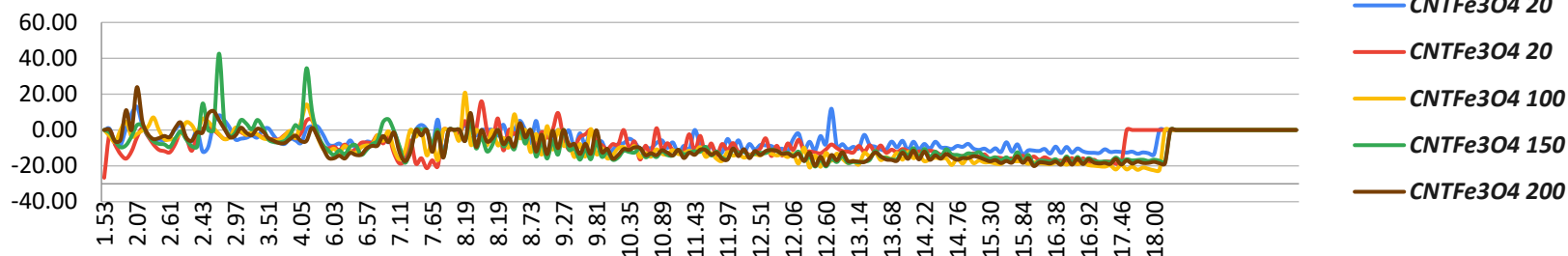
Финансирано от
Европейския съюз
NextGenerationEU



BiOrgaMCT
Bioactive Organic and inorganic
advanced Materials and Clean Technologies

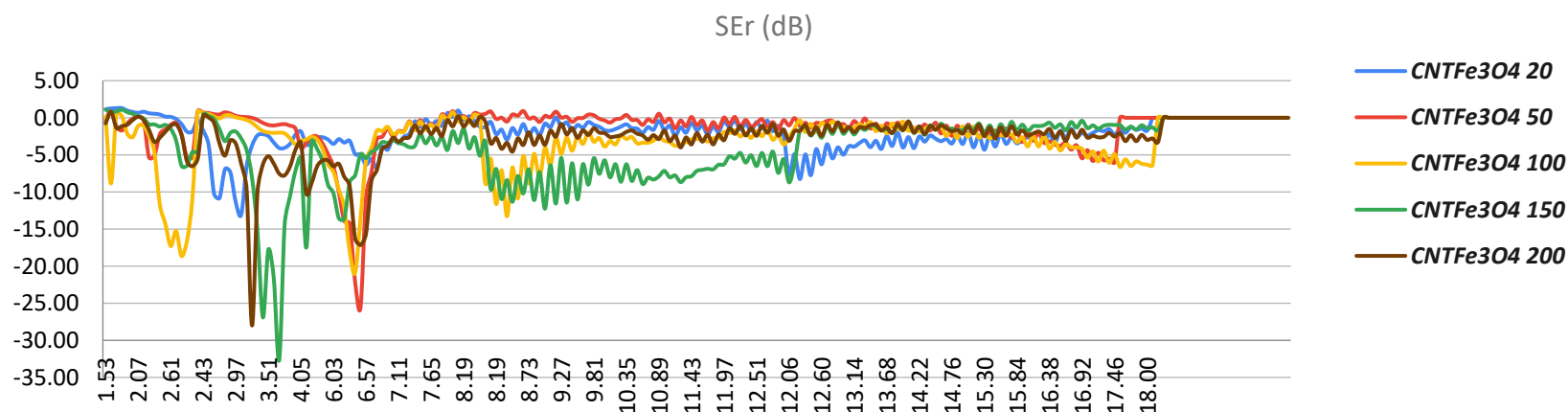


SEa (dB)

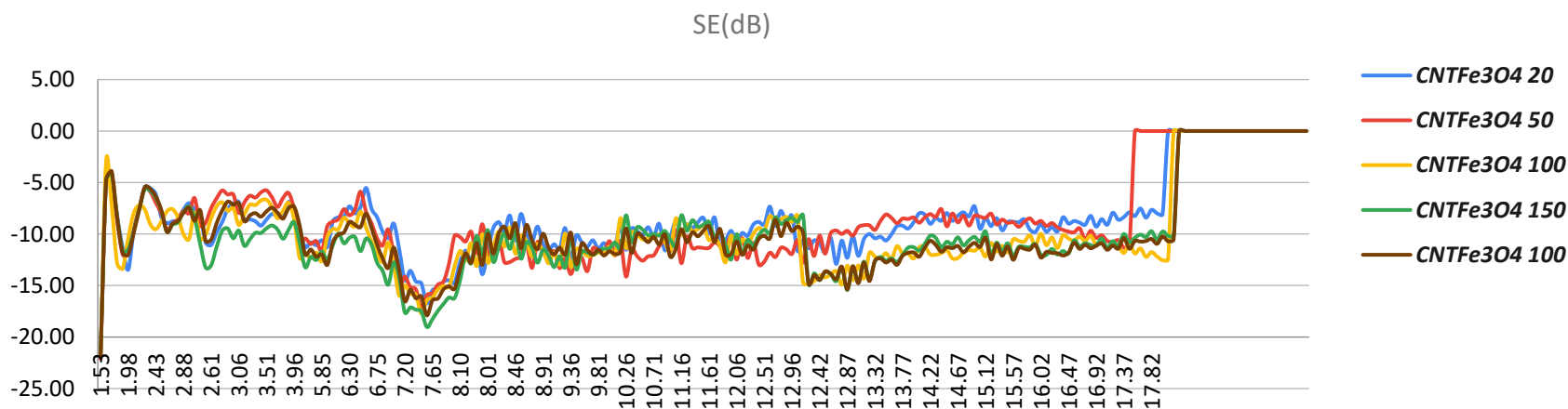


CNT 50 - магнетит

в диапазона 2÷4 GHz
SEr от -20 до -30 dB



в диапазона 6÷8 GHz
SE от -15 до -20 dB



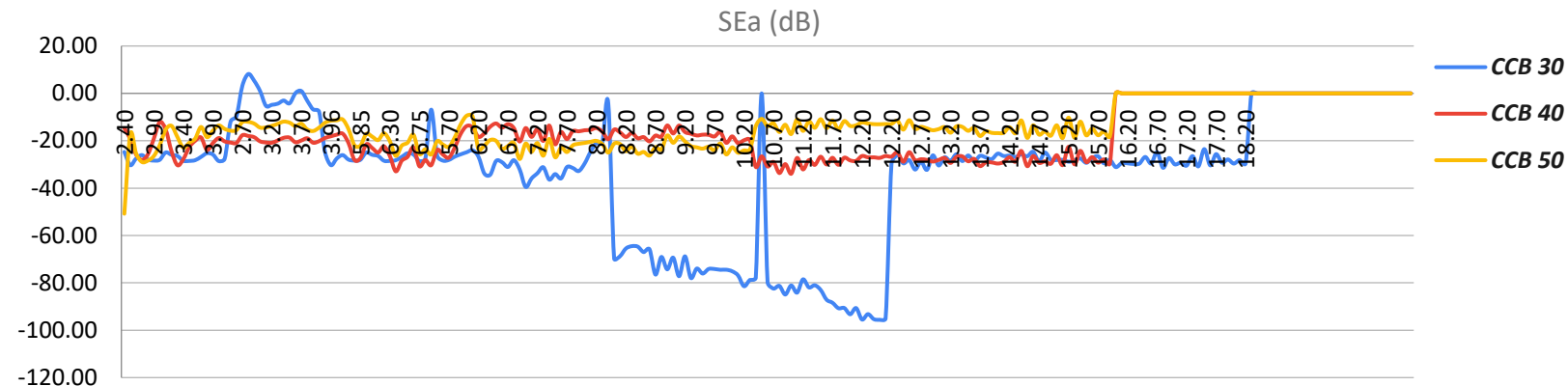
в диапазона 8÷18 GHz
SE от -10 до -15 dB



Финансирано от
Европейския съюз
NextGenerationEU

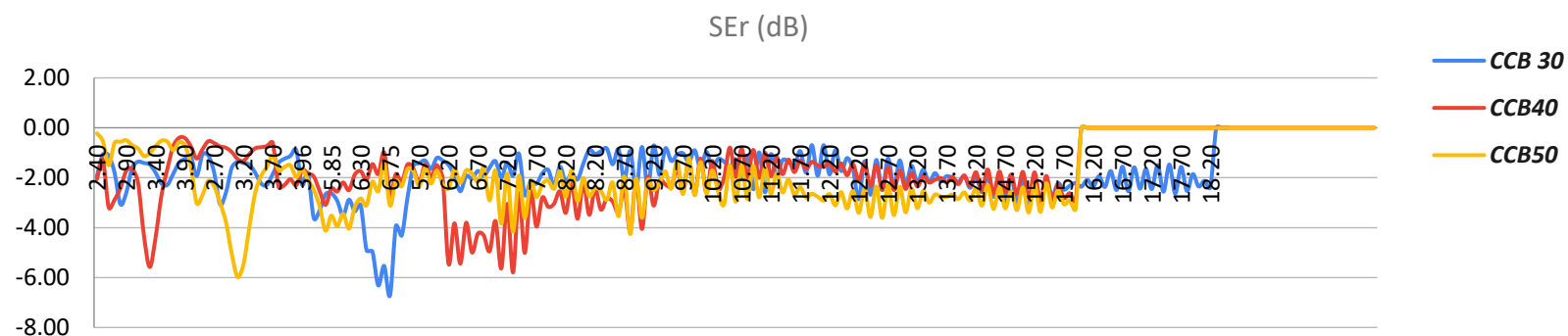


BiOrgaMCT
Bioactive Organic and inorganic
advanced Materials and Clean Technologies

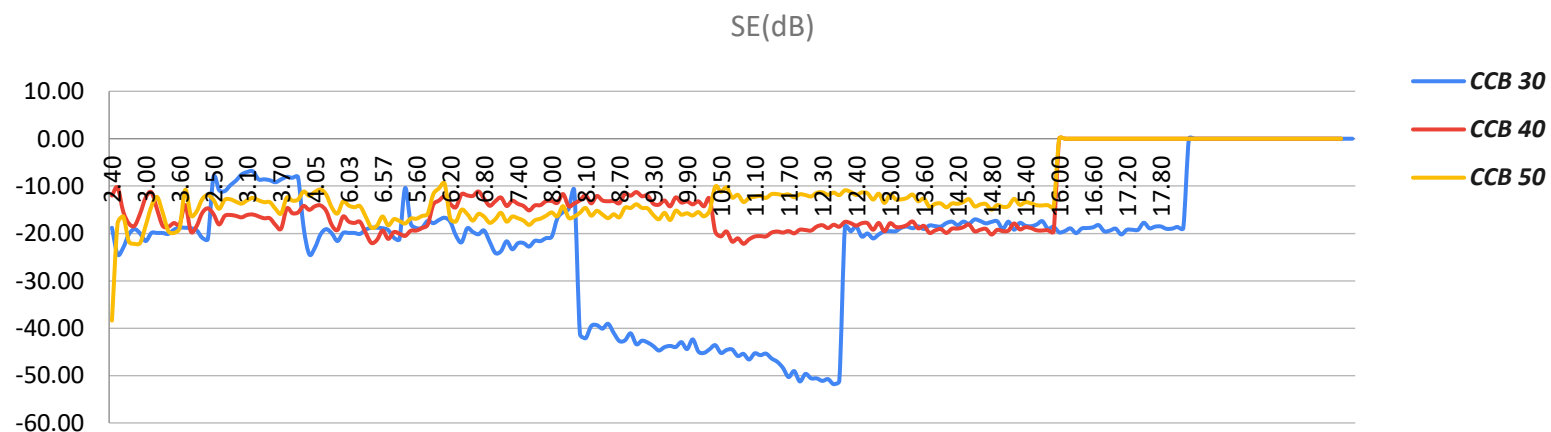


CNT-CCB

КОМПОЗИТ
CNT 50 – CCB 30

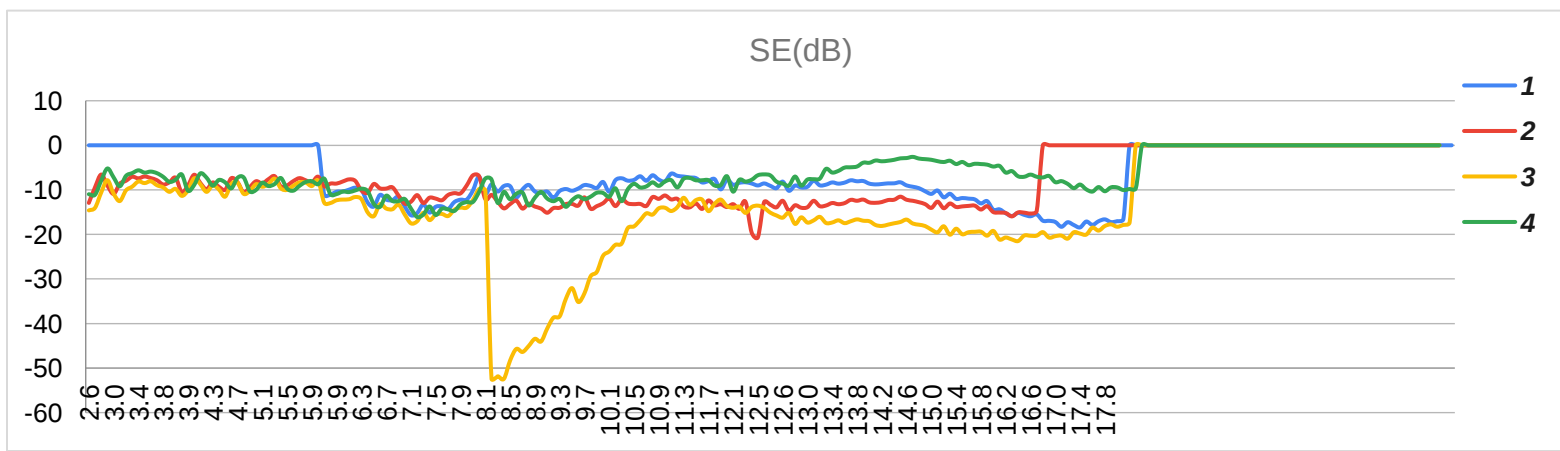
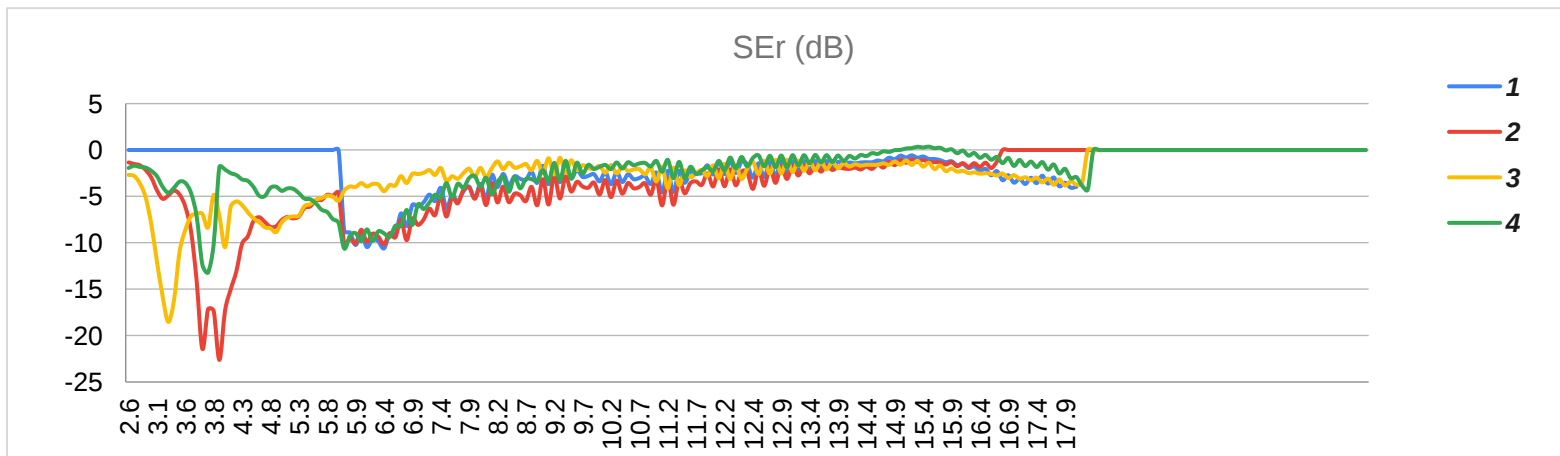
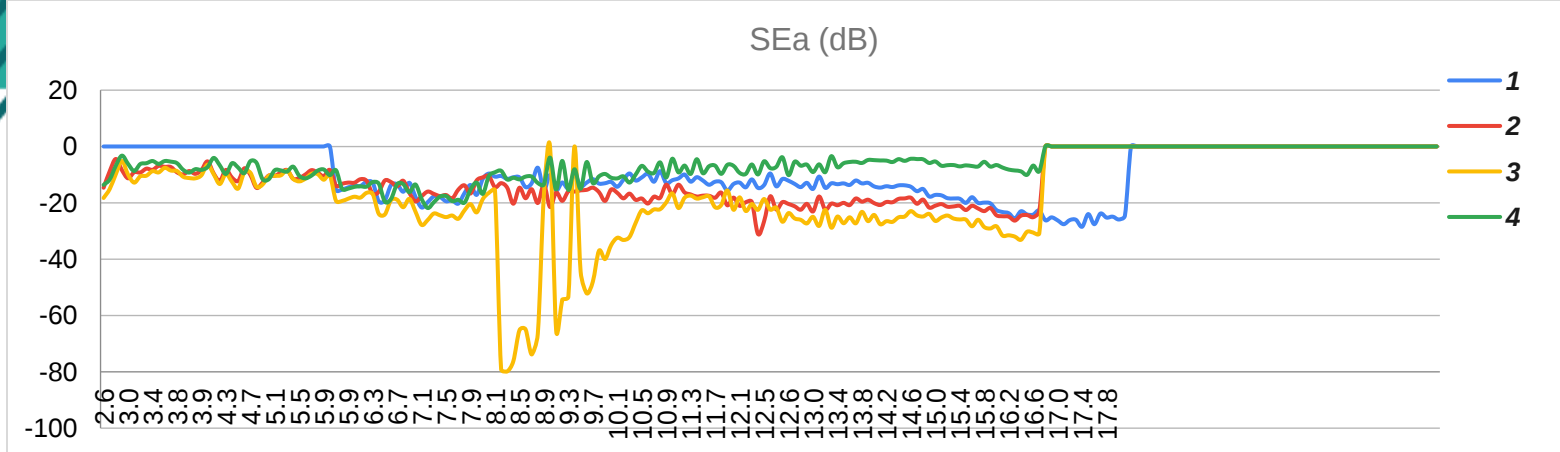


SE в целия изследван
диапазон – около -20
dB



В диапазона
4 GHz ÷ 7 GHz
SE до – 25 dB

в диапазона 8÷12 GHz
SE от -40 до -50 dB



Оптимизационни процедури

1 - природен магнетит
(50 CNT - 250 магнетит)

2 - магнетит

3 - синтетичен магнетит

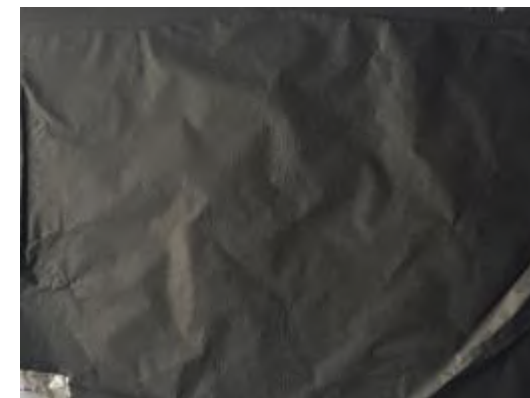
50 CNT - 250 магнетит

4 - наноразмерен
магнетит

3 - SE 8÷12 GHz до -50 dB
SE 5÷18 GHz -20 dB
възможни индустриални приложения



Течни композиции като микровълнови абсорбери

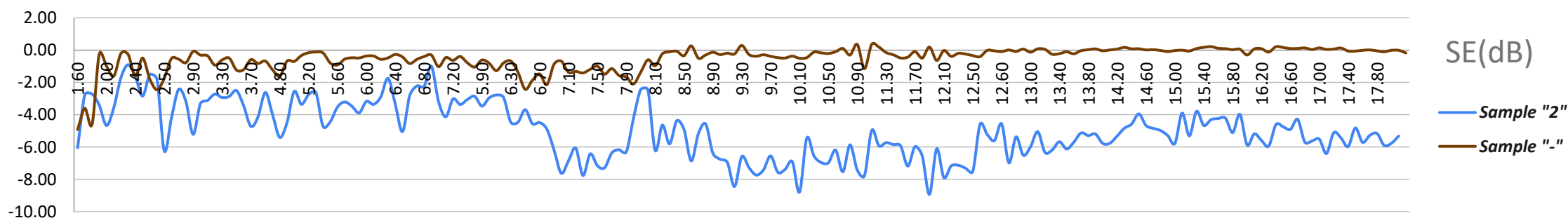


Покрития, получени от разработените течни композиции, върху:

а) картон;

б) стъклопласт;

в) алуминиево фолио



Екранираща ефективност на покритие с дебелина 0,7 mm, нанесено върху картон (образец “-” е контролна проба от картон без нанесено покритие върху него).

SE в целия изследван диапазон – от -6 до -8 dB



Антистатични приложения на композитите



Surface Resistivity (Ohms)	Material
10 ⁻¹ – 10 ⁻⁵	EMI SHIELDING
<10 ⁶	CONDUCTIVE COMPOUNDS
10 ⁶ – 10 ⁹	STATIC DISSIPATIVE COMPOUNDS
10 ¹⁰ – 10 ¹²	ANTISTATIC COMPOUNDS
>10 ¹²	INSULATIVE POLYMERS





Антистатични свойства на течни композиции

Течна композиция върху картон, дебелина 0,3 mm	$3,98 \cdot 10^6$	Static dissipative
Течна композиция върху картон, дебелина 0,7 mm	$2,25 \cdot 10^5$	Static dissipative
Течна композиция върху алуминиево фолио, дебелина 0,07 mm	$1,8 \cdot 10^6$	Static dissipative
Течна композиция върху алуминиево фолио, дебелина 0,15 mm	$2,5 \cdot 10^6$	Static dissipative
Течна композиция върху картон, дебелина 0,15 mm	$7,11 \cdot 10^{10}$	antistatic
Течна композиция върху картон, дебелина 0,24 mm	$4,48 \cdot 10^{10}$	antistatic
Картон без покритие - контролна проба	$3 \cdot 10^{12}$	изолатор
Стъклопласт без покритие – контролна проба	$3 \cdot 10^{12}$	изолатор
Стъклопласт с покритие, дебелина 0,05 mm	$2,5 \cdot 10^8$	Static dissipative



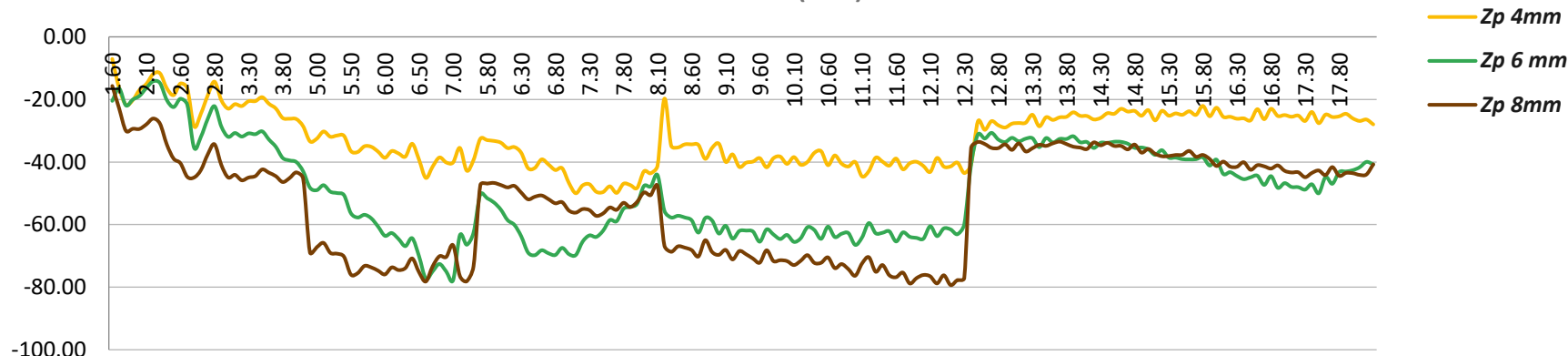
Финансирано от
Европейския съюз
NextGenerationEU



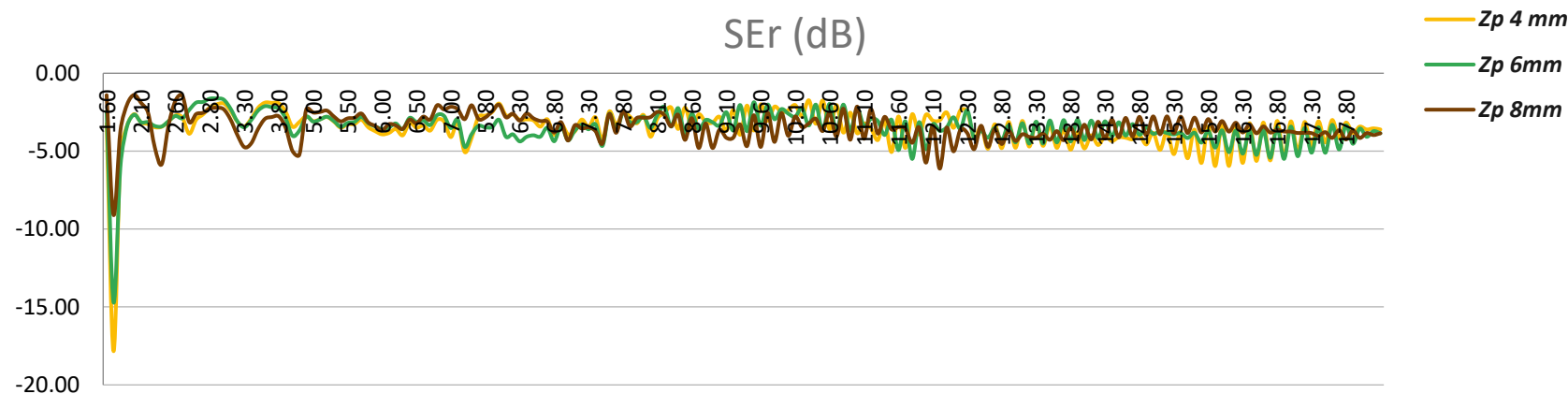
BiOrgaMCT
Bioactive Organic and inorganic
advanced Materials and Clean Technologies



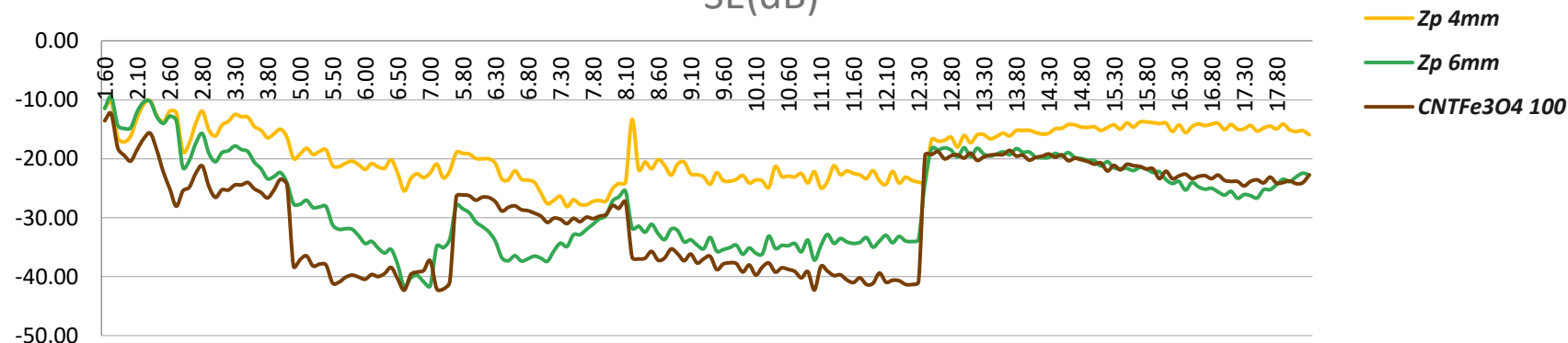
SEa (dB)



SER (dB)



SE(dB)



Заводски експерименти – Полимерметал АД



при дебелина 8 mm
от 2 до 4 GHz и от 12 до 17
GHz:
SE от -20 до -25 dB;

от 6 до 8 GHz:
SE около - 30 dB;

от 5 до 6 и от 8 до 12 GHz:
SE около - 40 dB.



Интелектуална собственост


ПАТЕНТНО ВЕДОМСТВО
на Република България

СВИДЕТЕЛСТВО
ЗА
РЕГИСТРАЦИЯ НА ПОЛЕЗЕН МОДЕЛ

Reg. № 4988 U1

Заявка № 6307
Дата на заявяване: 27/09/2024
Приоритет:
Срок на действие: 27/09/2028
Публ. за регистрация: 31/12/2024
Наименование:
ЕЛАСТОМЕРЕН КОМПОЗИТ

Притежател/и:
Сентър Фор Дисраптив Иноуейшън
ООД
ул. "Петрова нива" № 57,
4004 Пловдив, п. к. 4004 [BG]

Изобретател/и:
Ангел Иванов Семерджиев
Иван Ангелов Семерджиев
Слав Ангелов Семерджиев
Николай Тодоров Дишовски

Olya Georgieva Dimitrova
ОЛЯ ДИМИТРОВА
ПРЕДСЕДАТЕЛ

Digitally signed by
Olya Georgieva
Dimitrova
Date: 2025.01.07
14:21:41 +02:00


ПАТЕНТНО ВЕДОМСТВО
на Република България

СВИДЕТЕЛСТВО
ЗА
РЕГИСТРАЦИЯ НА МАРКА
(111) Reg. № 175311

(210) Заявка № 175311
(220) Дата на заявяване: 29/10/2024
(310) (320) (330) Приоритет:
(181) Срок на действие: 29/10/2034
(151) Дата на регистрация: 20/02/2025

(732) Притежател/и:
СЕНТЪР ФОР ДИСРАПТИВ
ИНОУВЕЙШЪН ООД,
ул. „ПЕТРОВА НИВА“ № 57,
4004 Пловдив, [BG]
(550) Вид: Словна
(551) Тип: Търговска
(591) Защитени цветове:
Съгласно представянето
(526) Незащитими елементи:
Няма деклариране
(511) Класове на стоките и/или
услугите: 2, 17, 19, 22, 23, 27, 40

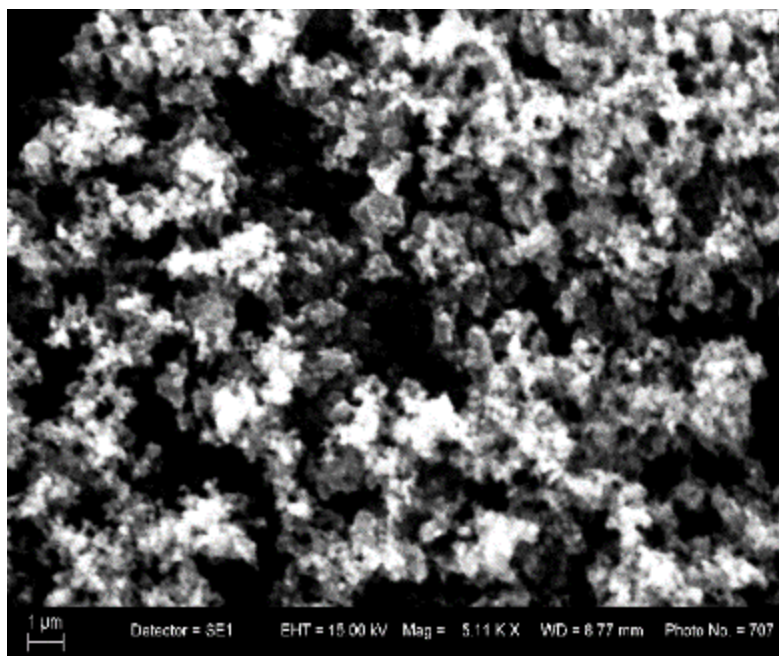
ABREAN

Olya Georgieva Dimitrova
ОЛЯ ДИМИТРОВА
ПРЕДСЕДАТЕЛ

Digitally signed by
Olya Georgieva
Dimitrova
Date: 2025.01.06
10:49:52 +02:00



Продукт от плазмено разлагане на метан



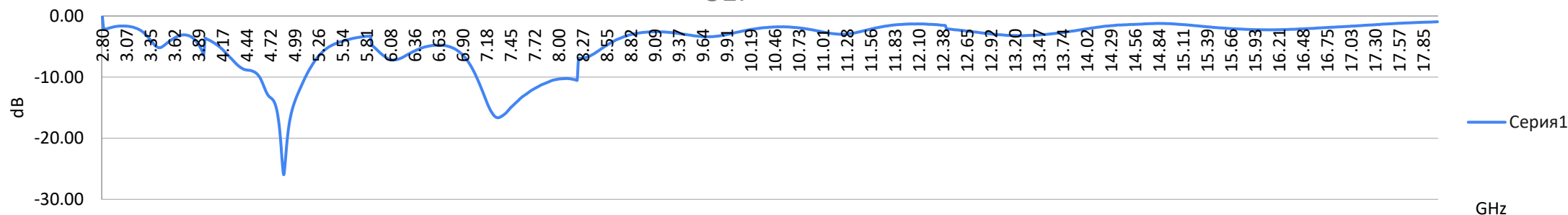
EDS Map Sum Spectrum				
Element	Line Type	Weight %	Weight % Sigma	Atomic %
C	K series	88.33	0.26	90.98
O	K series	11.66	0.25	9.02
Tm	M series	0.01	0.05	0.00
Total		100.00		100.00

Представява експандиран графит (т.е. графит с деформирано, увеличено разстояние между графитните слоеве) и аморфна въглеродна фаза, въглеродни сажди, като и двата компонента според рентгенографските данни, са наноразмерни с размер на кристалитите 2-3 nm. Състои се от агломерати, които имат дребнодисперсна, наноразмерна по данните от XRD структура. С форма, близка до сферичната. Енергоразсейващата рентгенова спектроскопия показва присъствие основно на въглерод и кислород.

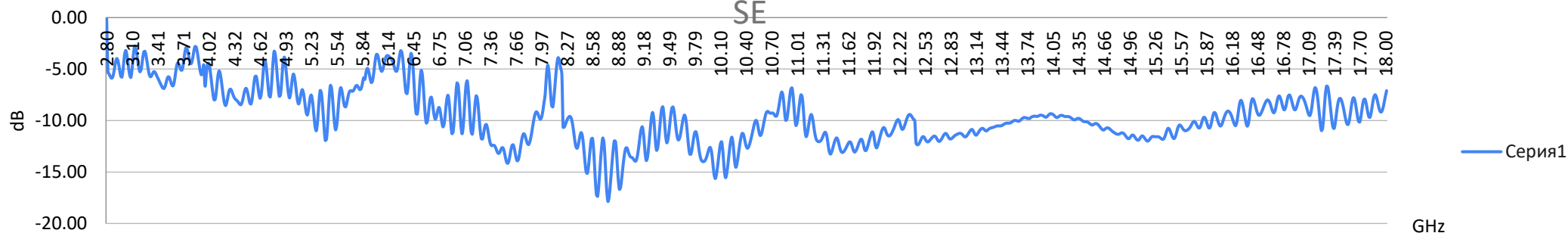


Електромагнитно екраниране на композитите

SEr



SE



Ефективността на екраниране при отражение на композита, съдържащ продукта е висока, но той е сравнително теснозonen, т.е. отражението на сигнала е много ниско най-вече при определени честоти (напр. при 4,67 GHz е -25 dB, при 7,19 GHz е -15 dB. Всичко това открива специфични възможности за приложение на продукта като пълнител в еластомерни композити, когато е необходимо ниско отражение на сигнала и висока степен на електромагнитно екраниране при точно определени честоти (като цяло в диапазона 5÷18 GHz – SE е около и под -10 dB, в диапазона 8÷12 GHz – от -14 до -16 dB.

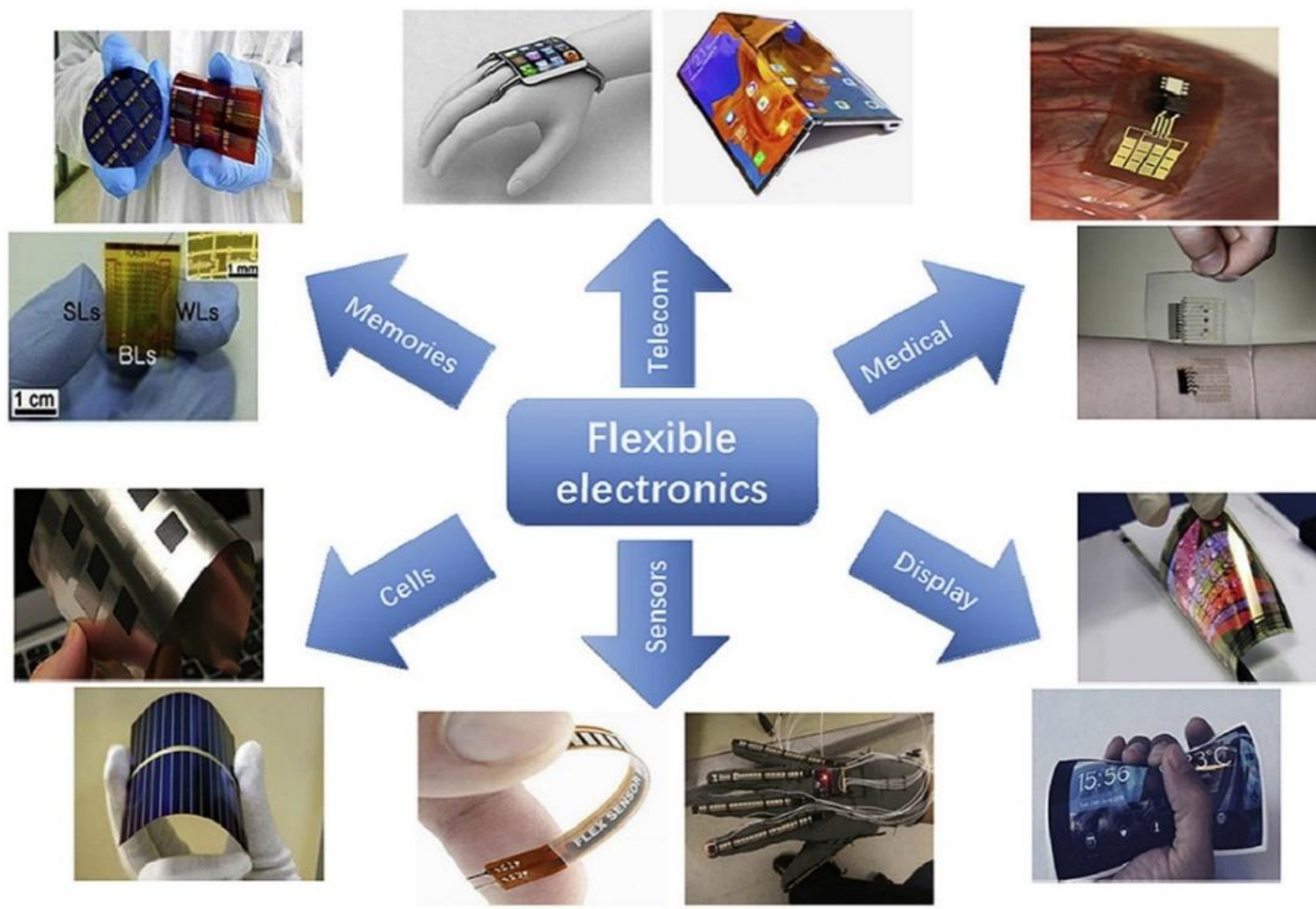


Антистатични свойства

Параметър	Стойност
Повърхностно съпротивление, (Surface Resistance), R_s , Ω , ohms	$6,19 \cdot 10^8$
Специфично повърхностно съпротивление, (Surface Resistivity), ρ_s , Ω , ohms	$5,00 \cdot 10^{10}$

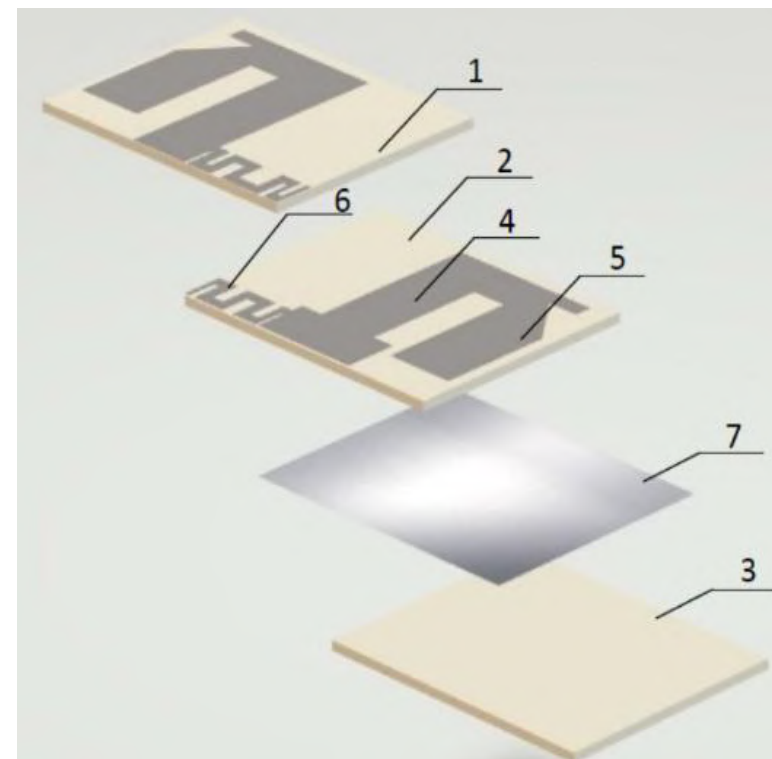
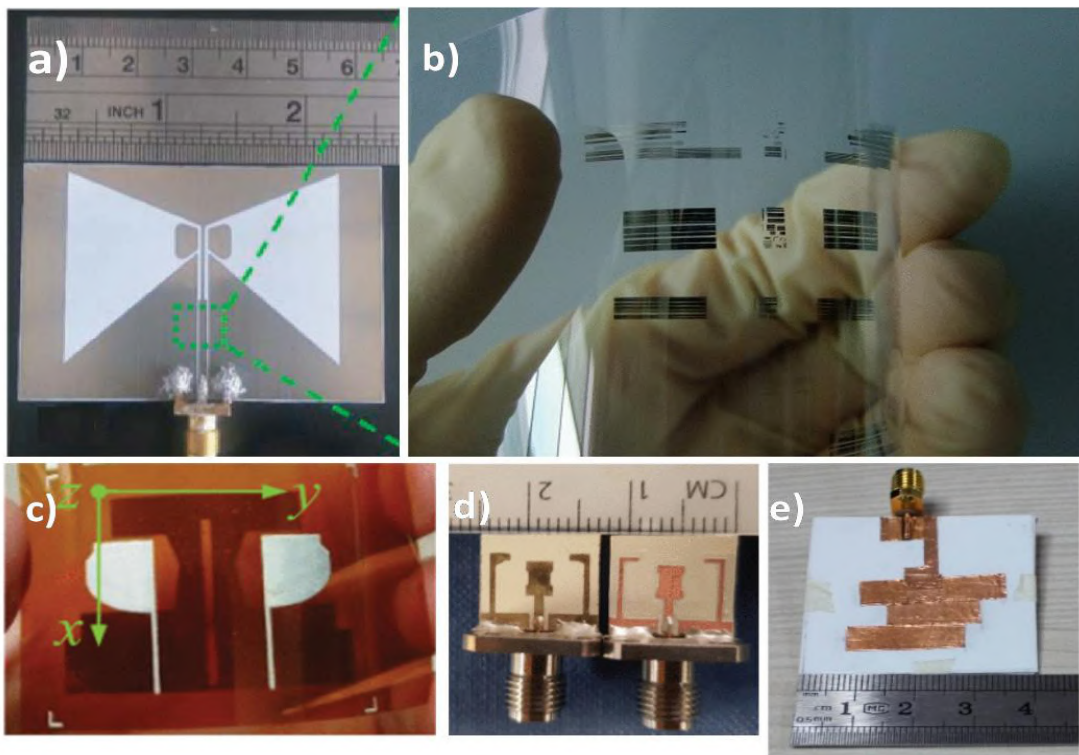
По отношение на антистатичните свойства композитът, съдържащ изследвания пълнител, оценен по показателя повърхностно съпротивление (R_s), попада в категория static dissipative, а оценен по показателя специфично повърхностно съпротивление (ρ_s), е на границата между „static dissipative“ и „antistatic“.

Антенни приложения на композитите. Гъвкава електроника





Гъвкави антени за безжични комуникации



Конструкция на гъвкава антена за безжични комуникации:

№ 3 – подложка на антената от еластомерен композит; 1,2 – изолиращи слоеве от еластомерен композит; 4,5,6,7 - елементи, свързани с функционирането на антената



Диелектрични характеристики на изследваните композити при 2,56 GHz

	ϵ'	ϵ''	σ	$\tan \delta$
A_0	2,318968	0,025804	2,97E-06	0,011125
A_2	3,550806	0,04603	5,25E-06	0,012961
A_3	3,241659	0,052682	6,13E-06	0,016254

Показани са реалната (ϵ') и имагинерна (ϵ'') част на диелектричната проницаемост, проводимостта (σ) и тангенса от ъгъла на диелектричните загуби ($\tan \delta$). Резултатите показват възможността за антенни приложения на композитите, съдържащи изследвания пълнител.



Финансирано от
Европейския съюз
NextGenerationEU



BiOrgaMCT
Bioactive Organic and inorganic
advanced Materials and Clean Technologies



Интелектуална собственост

	ПАТЕНТНО ВЕДОМСТВО НА РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ
Електронна заявка за патент за изобретение	
Заявка с временен номер PTBG202500000294865 Входящ номер: BG/P/2025/114090 Дата на заявяване: 02.06.2025 23:48	
Заявител(и) Име : Химикотехнологичен и металургичен университет ЕИК : 000670673 Държава : BG Адрес : бул. „Климент Охридски“ №8, СОФИЯ, 1756 Име : СЕНТЪР ФОР ДИСРАПТИВ ИНОУВЕЙШЪН ООД Държава : BG Адрес : ул. „ ПЕТРОВА НИВА“ № 57, Пловдив, п.к. 4004, 4004	
Пълномощник(-ци) Тип : ПИС Име : Силва Павлова Павлова Държава : BG Адрес : ул. "проф. Георги Павлов"№ 38 бл.31, София, 1111 Електронна поща : office@pavlovalozanov.com Пълномощното е безсрочно : Да С право на преупълномощаване : Да Пълномощното отменя всички предходни пълномощни : Не	
Адрес за кореспонденция Име : СИЛВА ПАВЛОВА ПАВЛОВА Държава : BG Адрес : СОФИЯ ОБЛАСТ, ВЛАДО ТРИЧКОВ, 2299 Профил в портала за електронни услуги : silvapavlova, silvapavlova@gmail.com Съгласявам се да получавам кореспонденцията по тази електронна заявка в електронен вид чрез портала за електронни услуги на ПВ	
Технически данни Заявителски номер : BG/P/2025/114090 Дата на заявяване : 02.06.2025 Наименование : ЕЛАСТОМЕРЕН КОМПОЗИТ Реферат : Еластомерният композит ще намери приложение при производството на микровълнови абсорбери и антистатични покрития. Еластомерният композит съгласно изобретението съдържа отпадъчен продукт от въглеродни наночастици, като ingredientите на 100 мас. ч. бутадиенакрилонитрилов каучук са цинков оксид – 2-5, стеарин-1-3, сяра 1-3 , циклохексил бензотиазол сулфенамид 0,5-1, отпадъчен продукт от въглеродни наночастици -30-50 и природен магнетит 225- 275. .	

	ПАТЕНТНО ВЕДОМСТВО НА РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ
Заявяване на марка (обикновена заявка)	
Заявка с временен номер TMBG202500000294946 Входящ номер: BG/N/2025/177706 Дата на заявяване: 03.06.2025 18:09	
Заявител(и) Име : ХИМИКОТЕХНОЛОГИЧЕН И МЕТАЛУРГИЧЕН УНИВЕРСИТЕТ Националност : BG Държава : BG Адрес : бул. "Кл. Охридски" 8, София, 1756 Телефон/Факс : 02 8163100 Име : СЕНТЪР ФОР ДИСРАПТИВ ИНОУВЕЙШЪН ООД Националност : BG Държава : BG Адрес : ул. „ ПЕТРОВА НИВА“ № 57, Пловдив, п.к. 4004, 4004 Телефон/Факс :	
Пълномощник(-ци) Тип : ПИС Име : Силва Павлова Павлова Националност : BG Държава : BG Адрес : ул. "проф. Георги Павлов"№ 38 бл.31, София, 1111 Телефон/Факс : 0898420149 Електронна поща : office@pavlovalozanov.com Пълномощното е безсрочно : Да С право на преупълномощаване : Да Пълномощното отменя всички предходни пълномощни : Не	
Адрес за кореспонденция Име : Силва Павлова Държава : BG Адрес : София област, Влаго Тричкова, 2299 Профил в портала за електронни услуги : silvapavlova, silvapavlova@gmail.com Съгласявам се да получавам кореспонденцията по тази електронна заявка в електронен вид чрез портала за електронни услуги на ПВ	
Марка Тип марка : Словна Наименование : PLASMIKARB	

	ПАТЕНТНО ВЕДОМСТВО НА РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ
Електронна заявка за регистрация на полезен модел	
Заявка с временен номер PTBG202500000294959 Входящ номер: BG/U/2025/6460 Дата на заявяване: 03.06.2025 22:03	
Заявител(и) Име : ХИМИКОТЕХНОЛОГИЧЕН И МЕТАЛУРГИЧЕН УНИВЕРСИТЕТ Държава : BG Адрес : бул. "Кл. Охридски" 8, София, 1756 Име : СЕНТЪР ФОР ДИСРАПТИВ ИНОУВЕЙШЪН ООД Държава : BG Адрес : ул. „ ПЕТРОВА НИВА“ № 57, Пловдив, п.к. 4004, 4004	
Пълномощник(-ци) Тип : ПИС Име : Силва Павлова Павлова Държава : BG Адрес : ул. "проф. Георги Павлов"№ 38 бл.31, София, 1111 Електронна поща : office@pavlovalozanov.com Пълномощното е безсрочно : Да С право на преупълномощаване : Да Пълномощното отменя всички предходни пълномощни : Не	
Адрес за кореспонденция Име : Силва Павлова Държава : BG Адрес : София област, Влаго Тричкова, 2299 Профил в портала за електронни услуги : silvapavlova, silvapavlova@gmail.com Съгласявам се да получавам кореспонденцията по тази електронна заявка в електронен вид чрез портала за електронни услуги на ПВ	
Технически данни Заявителски номер : BG/U/2025/6460 Дата на заявяване : 03.06.2025 Наименование : ЕЛАСТОМЕРЕН КОМПОЗИТ Реферат : Еластомерният композит ще намери приложение при производството на микровълнови абсорбери и антистатични покрития. Еластомерният композит съгласно полезния модел съдържа отпадъчен продукт от въглеродни наночастици, като ingredientите на 100 мас. ч. бутадиенакрилонитрилов каучук са цинков оксид – 2-5, стеарин-1-3, сяра 1-3 , циклохексил бензотиазол сулфенамид 0,5-1, отпадъчен продукт от въглеродни наночастици -30-50 и природен магнетит 225- 275. . Отпадъчният продукт от въглеродни наночастици получен при плазмено разлагане на метан, съдържа	



Заклучения

- Въглеродни наноструктури-нанотръбички и отпадъчният продукт от плазменото разлагане на метан са успешно използвани като функционални пълнители в композити на база бутадиенакрилонитрилов каучук, произвеждани под формата на листове или като боя за създаване на покрития за електромагнитно екраниране или за защита от статично електричество. Не са установени технологични проблеми при индустриалното им производство.
- Разработените композити са със защитена интелектуална собственост и запазена търговска марка и могат да намерят приложение в различни области на индустрията, тъй като електромагнитното екраниране е необходимо за защита на работни пространства и околната среда от вредните свръхвисокочестотни електромагнитни излъчвания, получавани от различни източници. Антистатичните покрития също са важен елемент в различни производства, особено при работа с леснозапалими и склонни към избухване материали - могат да се използват като подови настилки, покрития за работни плотове, торби за съхранение на взривоопасни материали и т.н. Някои от композитите могат да намерят и приложения като подложки и изолиращи слоеве в гъвкави антени за безжични комуникации.



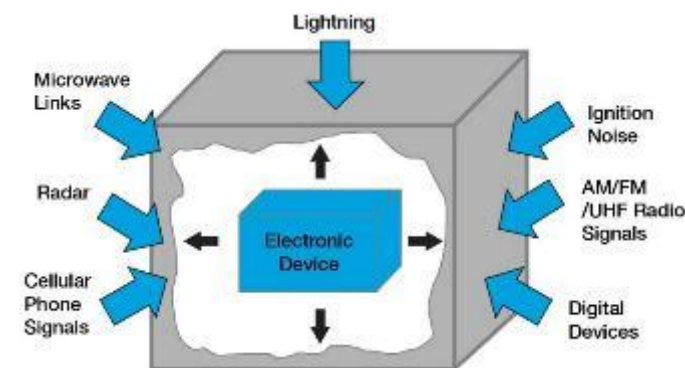
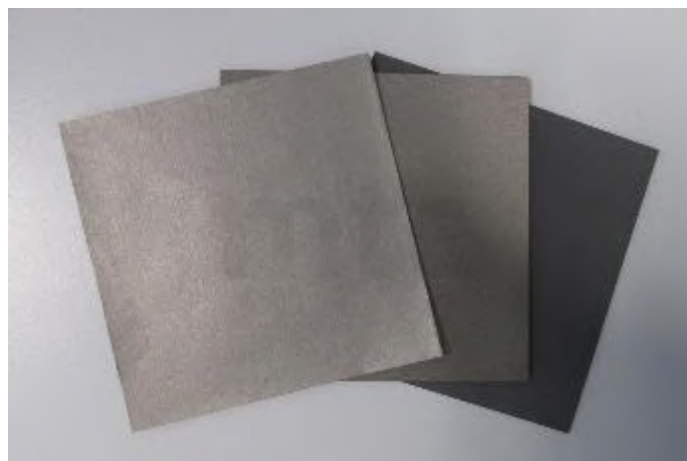
Финансирано от
Европейския съюз
NextGenerationEU



BiOrgaMCT
Bioactive Organic and inorganic
advanced Materials and Clean Technologies



Практически приложения на разработените композити





Финансирано от
Европейския съюз
NextGenerationEU



BiOrgaMCT
Bioactive Organic and inorganic
advanced Materials and Clean Technologies



Благодаря за вниманието!

проф. д-р Николай Дишовски
dishov@uctm.edu

