**Резюмета на основните резултати и научните приноси**

на гл. ас. д-р инж. Владислава Христова Иванова

за участие в конкурс за заемане на академична длъжност „Доцент“ по научна специалност Физика на кондензираната материя с френски език, обявен от ХТМУ в ДВ брой 102/03.12.2024 г.

Справката с резюметата на основните резултати и научните приноси е направена въз основа на представени 19 публикации за участие в конкурса за заемане на академична длъжност “доцент”, от които 10 са в списания с импакт фактор реферирани в световните бази данни Web of Science и Scopus, и 9 в списания с SJR реферирани в световните бази данни Web of Science и Scopus. Сред тях 2 публикации са в списания с Q1, 7 в списания с Q2, 7 в списания с Q3 и 3 в списания с Q4. В конкурса участвам със забелязани 25 цитата.

Всички представени публикации за участие в конкурса са в областта на синтеза, охарактеризирането, изследването на свойствата и извеждането на зависимости структура-свойства на различни материали, както и разработване на нови методики за обучение по дисциплините Физика и Материалознание, които са основен фактор при изграждането на добри специалисти в областта на техническите и природните науки.

Личен принос в тези статии: в 3 от тях (Г4, Г5, Г6) съм първи автор, в 9 - втори (Г1, Г2, Г3, А1, А2, А4, А8, А11, А12, А13), в 7 - автор за кореспонденция (А4, А5, А6, А11, А12, Г5, Г6).

Основните приноси могат да бъдат обобщени и представени в следните направления:

1. Получаване и изследване на халкогенидни материали;
2. Изследвания върху биосензори и пептидни миметици;
3. Разработване и развитие на методи за повишаване на ангажираността и интереса на студенти от инженерни специалности в обучението по Физика и Материалознание.

## Направление 1 Получаване и изследване на халкогенидни материали

### 1. Синтез на обемни образци от халкогенидни материали

Основните представени резултати, които обхващат синтеза на халкогенидни материали са представени в публикации А2, А4, А5, А8, А13, Г2, Г3, Г4, Г5, Г6, от които най-цитираната е Г2.

По метода на еднотемпературен синтез в затворен обем с последващо рязко охлаждане на стопилката са синтезирани обемни образци на:

- нови халкогенидни материали на основата на телур от системите $(GeTe_y)_{100-x}In_x$, където y=3, 4, 5; x = 0-20 mol% и $(GeTe_4)_{100-x}Cu_x$, като x = 5-20 mol% (публикации А2, А4, А11, А12, Г2, Г3, Г4, Г5, Г6);
- $Ge_xSe_{100-x}$, x = 14, 17, 20 25 mol. %, и $(GeSe_5)_{100-x}Me_x$, x = 0-20 mol. %, където Me = Ga, In (публикации А2, А5);

- $As_2Se_3$-$Ag_2Te$-GeTe в диапазона от 0-90 mol% GeTe, а в бинарната система $As_2Se_3$-$Ag_2Te$ от 0-50 mol% $Ag_2Te$ (Публикация А8) и $Bi_2(Se_{1-x}Te_x)_3$ x= 10%, 50% и 100% (Публикация А13).

*Личен принос:* синтезът на обемните образци от всички сечения на системата Ge-Te-In е направен от мен в лабораторията по тънки слоеве към катедра "Физика" в ХТМУ.

## 2. Получаване на тънки слоеве

За по-пълно охарактеризиране на материалите и анализа на редица свойства е необходимо след синтеза на обемните образци да бъдат отложени тънки слоеве. В научни публикации А5, А6, А7, А11, А13, Г2, Г4, Г5, Г6 са публикувани резултати от анализи на отложени чрез метода на вакуумно-термично изпарение тънки слоеве.

Отложени са тънки слоеве:

- върху стъклени подложки с различни състави от халкогенидните системи $(GeTe_y)_{100-x}In_x$, където y=3, 4, 5, x = 0-20 mol. %, $Ge_xSe_{100-x}$, x = 14, 17, 20 25 mol. %, и $(GeSe_5)_{100-x}Me_x$, x = 5-20 mol. % , където Me = Ga, In (публикации А5, А11, Г2, Г4, Г5) и $Bi_2(Se_{1-x}Te_x)_3$ x= 10%, 50% и 100% (Публикация А13);
- върху силициеви подложки и силициеви подложки със специална конструкция – кантилеври, от халкогенидните системи $(GeTe_y)_{100-x}In_x$, където y=3, 4; x = 0-20 mol% (Публикации Г5, Г6);
- с помощта на техниката doctor blade със състав $Cu_{0.9}(In_{0.7}Ga_{0.3})Se_2$ (CIGS) за абсорбатор на фотоволтаични слънчеви клетки (публикация А7), с различни дебелини на слоя в резултат от съвместна работа с колеги от Катедра по неорганична и органична химия, Университет Jaume I, Av. Sos Baynat, Кастельон де ла Плана, Испания;
- чрез метода на електроспрей от композитни материали на основата на азо полимера поли[1-[4-(3-карбокси-4-хидроксифенилазо)бензенсулфонамидо]-1,2-етандиил, натриева сол], легиран с халкогенидни частици от системата $(GeTe_4)_{100-x}Cu_x$, където x = 5-20 mol % (публикация А6).

*Личен принос:* Отлагането на тънките слоеве от системата Ge-Te-In е осъществено от мен с помощта на вакуумна инсталация „B 30.2 Hochvakuum" в лабораторията по тънки слоеве към катедра "Физика" в ХТМУ.

## 3. Охарактеризиране на халкогенидни материали (А1, А2, А4, А5, А6, А7, А8, А9, А10, А11, А12, Г2, Г3, Г4, Г5, Г6).

### 3.1. Проведени са структурни изследвания чрез използване на рентгенова дифракция на образци от системите $As_2Se_3$-$Ag_2Te$-GeTe, CIGS и $Bi_2(Se_{1-x}Te_x)_3$ (публикации А7, А8, А13) и с помощта на атомни модели, които съдържат до 300 атома, чрез симулации чрез ab initio молекулярна динамика (AIMD) за системата Ge-Te-In (публикации А1, А12).

- Чрез рентгенова дифракция е изследвана структурата на $As_2Se_3$-$Ag_2Te$-GeTe, CIGS слоеве и $Bi_2(Se_{1-x}Te_x)_3$ (публикации А7, А8, А13). При направените анализи на дифракционните спектри на CIGS филмите (публикация А7) част от дифракционните пикове са приписани на кристалната фаза $Cu(In_{0.7}Ga_{0.3})Se_2$ (CIGS). Може да се подчертае, че в тънък филм, който съдържа 2 слоя, се открива една единствена CIGS кристална фаза, докато във втория филм, който съдържа три слоя, се откриват и

някои вторични фази, които могат да бъдат свързани с образуването на $Cu_{1.8}Se$ по време на термичната селенизация. Анализът на образците от системата $As_2Se_3$-$Ag_2Te$-GeTe (публикация А8) спомогна за определяне на областта на стъклообразуване. Халкогенидни стъкла са получени в системата $As_2Se_3$-GeTe в диапазона от 0-90 mol% GeTe, докато в бинарната система $As_2Se_3$-$Ag_2Te$, от 0-50 mol % $Ag_2Te$;

- За първи път структурата на халкогенидни стъкла със състав $(GeTe_y)_{100-x}In_x$, където y=4, 5; x = 0-20 mol%, е изследвана с помощта на атомни модели, които съдържат до 300 атома, чрез симулации чрез ab initio молекулярна динамика (AIMD) и функционална теория на плътността (DFT) (публикации А1, А12). Изчисленията, извършени с програма SIESTA (публикация А1), показват, че аморфният Ge–Te–In има значителен брой четирикратни пръстени, които са отговорни за бързия кристален растеж при преход от кристално в аморфно състояние. Резултатите от ab initio симулации показват, че кристализацията на проби с 80–100 атома се случва за стотици пикосекунди, което ги прави подходящи за материали с промяна на фазата.

**3.2. Изследвана е структурата, морфологията, топологията и състава на тънки слоеве (публикации А6, А7, Г5, Г6).**

- С поляризационна микроскопия е изследвана морфологията на композитни филми на базата на азополимер поли[1-[4-(3-карбокси-4-хидроксифенилазо) бензенсулфонамидо]-1,2-етандиил, натриева сол], легиран с халкогенидни частици от системата $(GeTe_4)_{100-x}Cu_x$, където x=5-20 mol %, получени чрез електроспрей (публикация А6). Изследването показва силно развита повърхностна морфология, тъй като добавянето на халкогенидни частици води до образуването на пореста микроструктура, което ги прави подходящи среди за приложение в химически сензорни устройства. Кристалната структурата на халкогенидните частици е потвърдена с TEM.
- Чрез сканираща електронна микроскопия е потвърдено, че техниката doctor blade позволява получаването на хомогенни CIGS тънки слоеве без тримерни дефекти като пори. Химичният състав, анализиран от EDX, съответства на начална стехиометрия (Cu/In/Ga = 1:0.78:0.33) (публикация А7).
- С цел установяване възможността за извършване на фазов преход при ниска температура за потенциално приложение като активен елемент в устройства за памет с промяна на фазата, са изследвани с помощта на атомно-силова микроскопия и сканираща електронна микроскопия, а съставът - с EDS, морфологията, топологията и структурата на тънки слоеве на основата на телур от системите $(GeTe_y)_{100-x}In_x$, където y=3, 4; x = 0 - 20 mol% (публикации Г5, Г6). Резултатите от EDS показват, че тънките слоеве са хомогенни по състав, който е идентичен с този на първоначалните обемни образци (публикации Г5, Г6). Слоевете са хомогенни по дебелина и относително гладки, като тези свойства ги правят подходящи за приложение в оптиката и оптоелектрониката. Повърхността на тънките слоеве със състав $(GeTe_3)_{100-x}In_x$ е стъкловидна, докато тази на тънките слоеве $(GeTe_4)_{100-x}In_x$ се характеризира с равномерно разпределение на области на агрегации, чийто брой нараства с увеличаване на съдържанието на In. Резултатите, отнасящи се до напречното сечение на тънките слоеве, показват, че в дълбочина протича процес на микрокристализация (публикация Г5);
- За изясняване на връзката между напрежението, състава и структурата на свежо отложени слоеве от системите $(GeTe_3)_{100-x}In_x$, x=0-20 mol% и $(GeTe_4)_{100-x}In_x$, x= 0-10 mol% са направени анализи на структурата чрез метода на рентгеновата дифракция (публикация Г6), които показват, че получените слоеве са аморфни.

*Личен принос:* Анализите с АСМ са направени по време на едномесечно обучение в Института по Наноструктурни Технологии и Анализи (INA) към университета в гр. Касел, Германия под ръководството на проф. Кирил Попов.

**3.3. Изследвани са механични свойства на образци от системата Ge-Te-In (публикация Г6) и $As_2Se_3$-$Ag_2Te$-GeTe (публикация А8).**

- ➢ Изследвана е връзката между механичното напрежение, състава и структурата на свежо отложени слоеве от системите $(GeTe_3)_{100-x}In_x$, с x=0-20 mol% и $(GeTe_4)_{100-x}In_x$, с x=0-10 mol%, и неговата релаксация след 30 дни (публикация Г6). Изследван е ефектът от добавянето на In върху някои механични характеристики на Te-съдържащи тънки слоеве. В резултат на изследванията беше установено, че за всички изследвани халкогенидни слоеве напрежението намалява, но не се променя по вид с времето. И за двете изследвани сечения на системата Ge-Te-In видът на напрежението е свиващо. Това ни дава основание да предположим, че причината за механичното напрежение в системата Ge-Te-In е структурна и структурните единици, съставляващи стъклото, остават стабилни във времето. Получените резултати ни дават основание да предположим, че релаксацията на механичното напрежение е свързана с пренареждането на структурните единици, а нелинейната зависимост на напрежението от състава съответства на теорията на Philips и Thorpe.
- ➢ Получени са нови експериментални данни за микротвърдост по Викерс и модул на еластичност в системата $As_2Se_3$-$Ag_2Te$-GeTe (публикация А8). Изследвано е влиянието на състава върху тях, което показа, че въвеждането на GeTe води до уплътняване на структурата и повишаване на стойностите на микротвърдостта, докато добавянето на сребърен телурид води до нейното намаляване.

*Личен принос:* проведените анализи за изследване на напрежението в тънките слоеве от системата Ge-Te-In (публикация Г6) са направени от мен в Института по Наноструктурни Технологии и Анализи (INA) към университета в гр. Касел, Германия под ръководството на проф. Кирил Попов, което ми позволи да придобия допълнителни умения в работа с оптичен микроскоп.

**3.4. Изследвани са физико-химичните свойства с цел получаване на полезна информация за реалната структура на стъклата (публикации А2, А4, А8, А10, А13, Г3, Г6)**.

- ➢ Получени са нови експериментални данни за плътността на халкогенидни материали от системите $(GeTe_y)_{100-x}Me_x$, където Me= In, Cu; y=3,4,5; x=0-20 mol %, $As_2Se_3$-$Ag_2Te$-GeTe и $Bi_2(Se_{1-x}Te_x)_3$ (публикации А2, А4, А8, А10, А13, Г3, Г6). На базата на получените резултати са определени параметри като компактност, моларен и свободен обем, а за стъклообразните образци и средно координационно число, брой атоми на връзка и пълна средна енергия на връзките, и е установена корелация между физико-химичните свойства и състава. Резултатите от изследването на плътността и моларния обем показват, че въвеждането на индий в бинарната система Ge-Te стабилизира стъкловидната система. Установено е, че за стъклообразните образци от системите с In, при координационно число $Z_{стъкло}$=2.40-2.43 се наблюдава нелинейна зависимост, при плътността, моларния обем и компактността, което е в съответствие с теорията на Thorphe за преходи в структурата на ковалентните халкогенидни стъкла при средно координационно число 2,4. При изследване на системата $As_2Se_3$-$Ag_2Te$-GeTe (публикация А8) се установи, че въвеждането на GeTe води до уплътняване на структурата и повишаване на стойностите на плътността.

- За първи път е направен сравнителен анализ на физико-химичните свойства на обемни образци от системите $(GeSe_5)_{100-x}In_x$ и $(GeTe_5)_{100-x}In_x$, като изследванията показаха, че стойностите на плътността на съставите, съдържащи Te, са по-високи от стойностите на плътността на съставите, съдържащи Se (публикация А2). Увеличаването на съдържанието на In води до промяна на плътността в двете изследвани системи по различен начин. Поради по-ниската компактност се очакват повече структурни промени в съставите, съдържащи Te. Зависимостта на моларния обем от състава повтаря тази на плътността. Увеличаването на броя на степените на свобода с добавяне на In води до увеличаване на устойчивостта на стъкловидната система. Общата средна енергия на връзките на съставите, съдържащи Te, е по-висока от тази на съставите, съдържащи Se. В резултат на изследването беше установено, че при добавянето на индий връзките между атомите на стъклото стават по-стабилни.
- Обсъдена е необходимостта от алтернативни подходи за проверка на методите за измерване на химични и физични характеристики на конкретни проби поради голямото разнообразие от дейности и съответни задачи в една изследователска лаборатория (публикация А10).

*Личен принос:* определянето на плътността и анализът на данни за обемните образци от всички сечения на системата Ge-Te-In е направен от мен в лабораторията по тънки слоеве към катедра "Физика" в ХТМУ.

**3.5. Изследвани са електронни свойства на халкогенидни материали от системата Ge-Te-In (А12).**

- Чрез използване на функционална теория на плътността (DFT) и молекулярна динамика за първи път са изследвани електронни свойства на трикомпонентни халкогенидни системи $(GeTe_4)_{100-x}In_x$ и $(GeTe_5)_{100-x}In_x$ в състави с x=0-20 mol % (публикация А12). Получените резултати разкриват, че въвеждането на атоми на индий предизвиква значителна промяна в електронната структура и значително намаляване на забранената зона на бинарната система германий-телур.

**3.6. Изследвани са термични свойства на халкогенидни стъкла (публикации Г3, А8, А11, А13).**

- Изследвани са термични свойства на халкогенидни стъкла от системите $Bi_2(Se_{1-x}Te_x)_3$ (публикация А13), $(GeTe_4)_{100-x}In_x$ и $(GeTe_5)_{100-x}In_x$, където x=0-20 mol% (публикация Г3) и за $As_2Se_3$-$Ag_2Te$-GeTe (публикация А8) като за последните 3 системи е определена способността им за стъклообразуване. Стабилността на стъклата се потвърждава чрез изследване на термичните им свойства. Определени са термичните характеристики на някои проби — температури на встъкляване ($T_g$), кристализация ($T_{cr}$), и топене ($T_м$) и е изследвано влиянието на състава върху тях. За образци от системата $As_2Se_3$-$Ag_2Te$-GeTe (публикация А8) се забелязва се, че в някои от изследваните състави отсъстват ефектите, свързани с процесите на кристализация и топене. Анализът на данните показва, че въвеждането на $Ag_2Te$ в системата води до увеличаване на металния компонент на химичната връзка в халкогенидните стъкла, а когато количеството му нараства (при z = const), температурата на омекване се понижава. С увеличаване на съдържанието на GeTe, при m = const., Tg нараства. Получените резултати показват, противно на очакването, че при m = const добавянето на GeTe към $As_2Se_3$ ще понижи Tg, в действителност се наблюдава точно обратният ефект. С увеличаване на концентрациите на $Ag_2Te$ (при z = const), намалява температурата на кристализация. За системата Ge-Te-In е изследвано термичното поведение на стъклата (публикация Г3) с помощта на Linseis Thermal Analysis Simultaneous Thermal Analysis (STA) чрез едновременно използване на

диференциална сканираща калориметрия и термогравиметрия при едни и същи условия. Получените резултати показват, че въвеждането на индий в бинарната система Ge-Te стабилизира стъкловидната система. Съставът на бинарния $GeTe_5$ е по-близък до евтектичния в сравнение с $GeTe_4$.

- Изследвана е кинетиката на изпарение при отлагането чрез вакуумно-термично изпарение на тънки халкогенидни слоеве, от системите $GeTe_4$ и $GeTe_5$, дотирани с In (публикация А11). Това изследване разкрива значително и експоненциално увеличение на скоростта на изпарение на $GeTe_4$ и $GeTe_5$ с въвеждането на индий, което е особено забележимо при по-високи температури. Установено е, че добавянето на In влияе върху скоростта на изпарение и повишава енергийните изисквания за процеса на изпарение, предоставяйки нови прозрения за топлинната динамика на тези материали. Получените нови данни от това проучване допринасят значително за изясняване на процесите на отлагане, което позволява да се оптимизира технологията на получаване на тънки слоеве с по-високоефективни оптоелектронни устройства и за устройства за съхранение на паметта.

**3.7. Изследвани са оптичните свойства на образци със състав $(GeTe_4)_{100-x}In_x$ (публикация Г2), $(GeTe_5)_{100-x}In_x$ (публикация Г4), където x = 0-20 mol. %, $Ge_xSe_{100-x}$, x = 14, 17, 20 25 mol. %, и $(GeSe_5)_{100-x}Me_x$, с x=5-20 mol. %, където Me = Ga, In (публикация А5), $Cu_{0.9}(In_{0.7}Ga_{0.3})Se_2$ (CIGS) слоеве (публикация А7), PAZO филми, легирани с $GeTe_4$-Cu халкогенидни частици (публикация А6) и $Bi_2(Se_{1-x}Te_x)_3$ (публикация А13).**

Изследването на оптичните свойства на тънките слоеве позволява да се изясни дали те биха могли да се използват в оптоелектрониката като среда за оптичен запис на информация, в инфрачервената оптика и др.

От представените научни трудове върху оптичните свойства с най-много забелязани общ брой цитати 8 е публикация Г2, от които 5 са в научни трудове, публикувани в списания, реферирани в Scopus или Web of Science, и са представени в конкурса за заемане на академична длъжност „Доцент“.

- Изследвани са спектрите на пропускане и отражение на тънки слоеве от халкогенидните системи $Bi_2(Se_{1-x}Te_x)_3$ (публикация А13) и $(GeTe_4)_{100-x}In_x$ със състави x=0-20 mol%, като за тях е определена и областта на прозрачност (публикация Г2). По метода на Swanepoel са определени основни оптични константи - показател на пречупване и коефициент на екстинкция, като е установено, че показателят на пречупване показва високи стойности ($2,41 < n < 3,36$). Определен е коефициентът на поглъщане, а с помощта на процедурата на Tauc е определена оптичната ширина на забранената зона и зависимостта й от състава. Получените данни показаха, че тя намалява при добавяне на индий.
- Определени са оптични параметри като коефициенти на пропускане, отражение и екстинкция, както и оптично поглъщане, показател на пречупване и оптична ширина на забранена зона на композитни филми на базата на азополимер поли[1-[4-(3-карбокси-4-хидроксифенилазо) бензенсулфонамидо]-1,2-етандиил, натриева сол], легиран с халкогенидни частици от системата $(GeTe_4)_{100-x}Cu_x$, където x=5-20 mol %, получени чрез електроспрей (публикация А6). Направено е сравнение и е установена значителна промяна в оптичните свойства на композитните филми в сравнение с нелегирания азополимерен филм.
- Изследвани са фотоиндуцирани изменения (публикация Г4) в тънки слоеве от системата $(GeTe_5)_{100-x}In_x$ с различни състави (x=0-20 mol%). Наблюдава се червено отместване на абсорбционния ръб при добавяне на In към стъкловидната бинарна

матрица. Определени са основни оптични константи по метода на Swanepoel и чрез прилагане на подхода PUMA (Pointwise Unconstrained Minimization Approach), като е отчетена нееднородната дебелина на слоевете. Показателят на пречупване, коефициентът на поглъщане и оптичната ширина на забранената зона на тънките слоеве са определени преди и след облъчване. Анализът на получените резултати показва, че въвеждането на In намалява показателя на пречупване и коефициента на екстинкция на системата. Наблюдава се повишаване на стойностите на коефициента на абсорбция преди и след облъчване. Установено е, че оптичната ширина на забранената зона намалява в пробите с по-високо съдържание на In. Получени са зависимостите на основните оптични константи от състава.

- ➢ Проучен е ефектът от добавянето на метал от IIIA група, (Ga или In) (публикация A5) към Se базирани халкогенидни тънки слоеве върху дифракционната ефективност. Изследвана е зависимостта на дифракционната ефективност от състава на стъкловидната система и времето на осветяване при постоянен интензитет на лазерния лъч. Получените резултати показват, че стойността на дифракционната ефективност на слоевете със състав $(GeSe_5)_{85}Ga_{15}$ и $(GeSe_5)_{85}In_{15}$ е с четири порядъка по-висока от тази на чистите Se филми и два порядъка по-голяма в сравнение със слоевете на бинарната система Ge-Se с аналогична концентрация на Ge.
- ➢ Изследвани са спектрите на пропускане и отражение на тънки $Cu_{0.9}(In_{0.7}Ga_{0.3})Se_2$ (CIGS) филми (публикация A7). За първи път са изследвани оптичните свойства на тънките слоеве с този състав, получени с помощта на техниката doctor blade. Стойността на коефициента на пропускане достига 7,46%, а тази на коефициента на отражение - до 2,05%, което ги прави подходящи за използване като абсорбери в слънчеви клетки. Направените анализи показват, че колкото по-голяма е дебелината на филма, толкова по-малка е стойността на показателя на пречупване. За всички тънки слоеве той се увеличава с увеличаване на дължината на вълната (анормална дисперсия). Установено е, че колкото по-малка е дебелината на слоя, толкова по-голям е коефициентът на поглъщане. Краят на оптичната абсорбция за по-дебелите филми настъпва при по-ниски енергии. Използвайки процедурата на Tauc за CIGS тънък слой беше определена оптичната ширина на забранената зона, а получените резултати показват, че по-дебелите слоеве имат по-малка оптична ширина на забранената зона, т. е. те по-лесно и бързо ще трансформират слънчева енергия. За подобряване на оптичните параметри може да се работи в две посоки: увеличаване на дебелината на тънките слоеве и намаляване на количеството добавен галий.

*Личен принос:* Получаването и анализът на спектри на оптично пропускане и отражение на тънки слоеве от халкогенидната система Ge-Te-In е направено от мен в лабораторията по тънки слоеве към катедра “Физика” в ХТМУ.

## Направление 2 Изследвания върху биосензори и пептидни миметици

Една от основните ми цели през годините е изграждане на мултидисциплинарни връзки с колеги от различни катедри на ХТМУ в резултат на сътрудничество по време на работа за изграждане на европейски и национални научни мрежи, при участието ми в различни научни проекти (Приложение П-ДД-4.3.)**.** Съвместната работа започна с извършване на задълбочен обзор върху разработването на биосензори за определяне на лактат, които предизвикват повишен изследователски интерес поради широкото им приложение в клиничния анализ и контрол на ферментационни процеси в хранително-вкусовата промишленост (публикация А3). Лактатните биосензори с ензимно модифицирани модули са перспективна алтернатива на конвенционалните методи в клиничния анализ поради тяхната бърза реакция, приложимост към непрекъснат режим на анализ, ниска цена и лесна автоматизация. Хранително-вкусовата промишленост също може да се възползва от предимствата на лактатните биосензори за наблюдение на процесите на ферментация или контрол на храни, етикетирани като „ниско съдържание на лактат“. Основният принос на тази обзорна статия се състои в обсъждането на ензимните методи за определяне на лактат и обобщаването на последните постижения в разработването на биосензори за лактат. Установено беше, че стават все по-важни фактори като опростен, лесен и евтин анализ, лесна поддръжка, намалени разходи за аналитичните инструменти и възможност за вграждане на малки устройства в преносимите инструменти.

В резултат на участие в работен колектив по проект по Национална програма „Европейски научни мрежи“ DRUG-MOLECULE започнах съвместна работа с колеги върху изследване на специално проектирани пептидни миметици, които предлагат по-висока селективност по отношение на тяхната токсичност за клетките на бозайниците. Целта е да се изясни ефектът на моделния пептид KLAKLAK-$NH_2$ върху важни физико-химични параметри на модели на липидна мембрана (публикация А9).

## Направление 3 Разработване и развитие на методи за повишаване на ангажираността и интереса на студенти от инженерни специалности в обучението по Физика и Материалознание

През годините в резултат на направени задълбочени изследвания и анализи на различни проблеми в обучението по Физика и Материалознание в инженерните специалности беше установено, че създаването на по-интерактивна учебна среда повишава ангажираността и интереса на студентите към учебния процес. Включването на нови дигитални технологии за осъвременяване на обучението в ХТМУ има за цел да засили креативността и ангажираността на студентите. Използването на Web камера, не просто като средство за наблюдение, а като инструмент за активно участие и подпомагане на учебния процес доведе до създаването на нови упражнения. „Web camera as a measuring tool in the undergraduate physics laboratory“, публикация Г1, е с най-много цитирания 12 на брой, от които 6 са публикувани в списания реферирани в Scopus или Web of Science, и са представени в конкурса за заемане на академична длъжност „Доцент“.

- Разработени са три нови лабораторни упражнения за измерване на позицията и интензитета на светлината чрез използване на евтина уеб камера, свързана към персонален компютър без допълнителен хардуер: дифузия на мастило във вода, затихващи трептения на махало и дифракция на светлината. Измерванията се извършват онлайн и резултатите се наблюдават на екрана на компютъра в реално време. Използваната конфигурация е проста и евтина, подходяща за демонстрации и лабораторни упражнения.