

РЕЦЕНЗИЯ

по конкурс за професор по направление 4.1 Физични науки
(01.03.26 - Електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната материя)
обявен от Химикотехнологичен и металургичен Университет, София
в ДВ, брой 55 от 19.07.2011 година

с кандидат: **доц. д-р инж. Пламен Костадинов Петков**

Рецензент: **проф.дхн Асен Ангелов Гиргинов**

КРАТКИ БИОГРАФИЧНИ ДАННИ, НАУЧНИ ИНТЕРЕСИ И ПЕДАГОГИЧЕСКА ДЕЙНОСТ НА КАНДИДАТА

Биографични данни

Доц. д-р Пламен Петков е роден на 08.01.1959 в гр. София.
1972-1976 завършва 19 Средна Политехническа Гимназия „Елин Пелин“, София (Златен медал за отличен успех);
1976 – 1981 се дипломира в ХТМУ като Магистър по специалност “Полупроводници”; (Златна значка за “Отлично учение”).
1981-1983 отбива воинския си дълг в НШЗО “Христо Ботев” Плевен
1983-1985 работи като технолог в ЗЕПЕ - София
1985 – до момента работи в ХТМУ последователно като асистент, гл.асистент, доцент;
1995 Образователна и научна степен „доктор“;
2009 - до момента е Ръководител катедра „Физика“.

Научни интереси

Научните интереси на доц. Петков са в областта на Физиката на твърдото тяло, Физика на полупроводниците, технология на тънкослойни филми, физични явления на повърхността, получаване и приложение на тънки стъкловидни филми, наноструктурирани материали, халкогенидни стъкла, оптичен запис на информация, тънкослойни сензори.

В своята научно-изследователска работа той проявява интереси както към фундаменталните изследвания, така и към изучаване на системи с непосредствено практическо приложение.

Педагогическа дейност

Педагогическата дейност на доц.д-р Пламен Петков, обхваща обучението на всички нива в Университета: бакалаври, магистри и докторанти.

• Лекционни курсове

1. Основен курс “Обща Физика” (I и II част) за студенти от специалност “Химично инженерство с преподаване на немски език” (за бакалаври, ХТМУ от 2003-2004).

2. Специализиран курс лекции по “Аморфни и стъклообразни полупроводници” за студенти от специалността “Материалознание” с преподаване на английски език (за магистри, ХТМУ от 2006-2007).

3. Специализирани курсове лекции по “Стъклообразни полупроводници” и “Микротвърдост и механични напрежения в тънки слоеве” (за докторанти в ХТМУ от 2003-2004).

4. Специализиран курс по “Структура и оптични свойства на сложни халкогениди” за студенти от специалност “Наноматериали” (Университет Касел, Германия, ежегодно от 2007-2008).

- **Учебни програми**

Автор на осем, утвърдени от ФС и преподавани в ХТМУ и Университет Касел учебни програми за **Бакалаври**: “Физика I - Класическа физика” (на немски език); “Физика II - Модерна физика” (на немски език); за **Магистри**: “Полупроводници” (на английски език); “Аморфни истъклообразни полупроводници” (на английски език); за **Докторанти**: “Микротвърдост и механични напрежения в тънки слоеве” (на български език); “Стъклообразни полупроводници” (на български език); “Физика на тънките слоеве: синтез, структура и свойства” (на български език); “Структура и оптични свойства на сложни халкогениди” (на английски език).

- **Ръководство на дипломни работи и дипломни проекти**

Д-р Петков е бил ръководител на 16 дипломанта (3 бакалаври и 13 магистри).

- **Ръководство на докторанти**

След хабилитацията си доц. Петков е ръководил 10 докторанта. Пет от тях са завършили обучението си, като трима успешно са защитили, а двама са отчислени с право на защита. В момента пет са в процес на обучение.

- **Учебници и учебна литература**

След хабилитацията си доц. Петков е написал две учебни помагала на немски език предназначени за студентите от специалността “Химично инженерство” (с преподаване на немски език):

практикум "Physikalische Aufgaben" (P.Petkov, R.Harizanova), издателство ХТМУ (2009)

учебни записки “Einfuehrung in die klassischen Physik”, (P.Petkov), издателство Academic publications (2011)

- **Учебни лаборатории**

Д-р Пламен Петков е ръководител на учебната лаборатория по “Физика на твърдото тяло” и научно-изследователска лаборатория “Технология на тънките слоеве”.

ПРЕГЛЕД И АНАЛИЗ НА НАУЧНИТЕ ТРУДОВЕ НА КАНДИДАТА

Научната продукция на доц. Петков е внушителна по обем – общо 198 заглавия в т.ч. 3 книги (в съавторство), 70 научни труда (от които 66 са публикувани в реномирани международни списания), 2 патента, 38 доклада в пълен текст (на международни и национални научни форуми) и 85 постерни презентации.

Необходимо е да се отбележи, че Пламен Петков преди участието си в настоящия конкурс е защитил дисертация за получаване на образователната и

научна степен „доктор” (1996) и се е хабилитирал като „доцент” (2003). В този смисъл ще бъдат рецензирани само тази част от научните трудове, които се отнасят до конкурса за професор. В този конкурс доц. Петков се представя с написани 3 глави (в 3 книги), 38 научни труда публикувани само в специализирани международни списания и 26 доклада на международни и национални научни форуми с редактор публикувани в пълен текст. Като цяло публикациите на доц. Петков са в реномирани специализирани списания като: *J. Optoelect. Adv. Mat* (12), *J. Physics* (3), *Mat. Lett* (2), *Appl. Phys.* (2), *Appl. Surf. Sci* (2), *J. Non-Cryst. Sol* (2), *Am. J. Phys* (2), *Surf. & Interf. Anal.* (2), *Phys. Chem. Sol.*, *J. Mat. Sci. Solid State Ionics*, *Mat. Sci. Forum*, *Sensor & Actuators*, *J. Phys.: Condens. Matter*, *J. Solid State Chemistry* както и други международни списания. Като правило доц. Петков работи с широк колектив от български и чуждестранни изследователи. Предвид сложността на изследваните системи и на многобройните използвани методи често в публикациите участват и други съавтори.

Няма никакво съмнение, обаче че в цялата представена научна продукция д-р Петков има водещо участие.

1. Характеристика на научно-изследователската и научно-приложната дейност на кандидата

Научно-изследователските интереси и изследвания на доц. д-р Петков най-добре могат да се представят, като се проследи неговото оформяне и израстване като водещ изследовател в областта на получаването, свойствата и приложението на тънки стъкловидни филми.

1900-1996 (дисертация - образователна и научна степен „доктор”)

През този период обект на изследване са въпросите свързани със изследвания на структурата и свойствата на тънки аморфни филми от системата Ge-Se-Tl. Изследвани са оптичните и диелектрични свойства на кондензати в тази система като е реализиран и холографски запис в тънки слоеве.

1996-2003 (хабилитация като доцент)

През този период се провеждат интензивни изследвания за получаването на тънки стъкловидни филми в различни системи: Ge-S-Ga, Ge-Se-Ga, Ge-Se-Tl, Al-(Ge-Se-B)-Al, Ag₂Te-Cd-Te, (GeSe₅)_{1-x}Tl_x, Ag₂Te-ZnTe, GeSe₂(As₂Se₃)-Sb₂Se₃-CdTe, GeS₂-Sb₂S₃(Bi₂S₃) и др.

Главният акцент на изследванията е поставен върху изучаване на процесите на формиране на тънки слоеве в тези системи и изучаването на тяхните електрични и оптични свойства. Получени са също така сведения за тяхната структура (чрез акустична емисия), както са предложени и вероятни структурни модели.

2004-2011 (трудове представени за професор, които не са били рецензирани до този момент)

В този период научноизследователската дейност на доц. Пламен Петков е насочена главно в следните направления:

1. Изследвани са основните физикохимични свойства на модифицирани стъкла в няколко важни от теоретична и приложна гледна точка бинарни, терциерни и кватернерни халкогенидни и халоген-халкогенидни системи. Определени са основни характеристики на сложни многокомпонентни стъкла (температура на застъкляване и размекване, температура на максимална кристализация, плътност, моларен обем и др.).

2. Провеждане на системни структурни изследвания при използване на съвременни структурни методи (дифракционни и спекторскопски). Получени са сведения за структурата на дефектите и микропразнините в стъклата чрез измерване времето на живот на позитрона.

3. Получаване на бездефектни, оптични тънки слоеве от многокомпонентни халкогенидни и халкохалиди чрез вакуумно-термично изпарение и импулсно лазерно отлагане. Изучена е морфологията, структурата и оптичните им свойства в зависимост от използваните методи на получаване. Изследвана е кинетиката на изпарение и кондензация при формирането на тези слоеве. Определено е механичното поведение на филмите в зависимост от състава, метода на отлагане и времето на релаксация.

2. Основни научни и научно-приложни приноси

Научно-изследователската работа на доц. Петков може да бъде представена чрез анализ на научната му продукция. Като цяло научно-изследователската дейност на д-р Петков е хомогенна и обхваща изследвания в областта на синтеза, теоретични аспекти на формирането, свойствата и приложението на тънки стъкловидни функционални слоеве. Основните научни и научно-приложни приноси могат да бъдат обобщени както следва:

Халкогенидни и халоген-халкогенидни системи

Определени са основните физикохимични свойства на стъкла в някои бинарни, терциерни и кватернерни халкогенидни и халоген-халкогенидни системи, модифицирани с елементи от I, III, V и VII група на периодичната система [14, 16, 49, 50]. На тези стъкловидни материали е оценена устойчивостта като е показано, че добавки от някои елементи (Ag, Ga, Tl, In) и соли (AgI) в определени концентрации повишават тяхната стабилност [31, 48, 51]. Доказано е, че с нарастване на концентрацията на Ga в системите Ge-Se-Ga и Ge-Te-Ga се повишава плътността на материалите, в резултат на структурни промени в халкогенидна матрица [1, 46, 53]. Изследвани са фотоиндуцираните изменения в оптичните константи на слоеве от системите – Ge-Se-Ga, Ge-Te-Ga и GeS-AgI. Определени са оптимални състави от тези системи. Предложен е теоретичен метод за пресмятане на молекулярната динамика в сложни халкогенидни системи. Определените стойности за енергията и дължината на връзките в аморфната структура показват добра корелация с данните получените от дифракционните изследвания [4].

Структура на слоеве формиращи в системи със сребро-съдържащи халкогениди

Установено е, че в сребро-съдържащите халкогениди основните структурни единици са вериги. Структурната модификация е различна в зависимост от това под каква форма е внесено среброто (като елемент или сребърен йодид). В първия случай структурата се променя съществено, докато във втория сребърният йодид остава като отделна структурна единица извън халкогенидната матрица [10, 13, 18]. Във верижните халкогениди при добавка на сребърен йодид са установени три суб-структури: пирамиди от арсен-халкогенид, смесени пирамиди с излишък на арсен и структурни единици от нестехиометрични арсен-халкогенид молекули [10,

28, 36, 58]. В тези материали са установени и по-сложни тетраедрични структурни единици.

Структура на дефектите и микропразнините

Изучена е структурата на дефектите и микропразнините в стъклата със сребро-съдържащи халкогениди чрез измерване времето на живот на позитрона. Получените данни са интерпретирани чрез модела за захващане на позитрона и показват, че размерът на дефектите е по-голям от размера на Ag-йони и по-малък от този на молекулата AgI. Дефектите се явяват като «уловки» за среброто, което обяснява наблюдаваните съществени структурни промени в този вид стъкла [35, 61]. На основа на получените експериментални резултати е развит микроструктурен модел.

Оптични слоеве получени чрез вакуумно-термично изпарение и импулсно лазерно отлагане

За първи път чрез вакуумно-термично изпарение и импулсно лазерно отлагане са получени бездефектни, оптични тънки слоеве от многокомпонентни халкогенидни и халкохалидни системи. Изследвана е кинетиката на изпарение и кондензация на слоевете като са определени тяхните енергетични параметри в зависимост от съдържанието на халогенния елемент. Това открива възможност за получаване на тънки слоеве с предварително зададени свойства. Изучена е също така структурата и морфологията в зависимост от методите на получаване. Показано е, че получените по този метод слоеве са по-гладки, по-равномерни и с по-добра адхезия, като съставът им много близък до този на изходното стъкло [2, 21, 23, 52]. На основа на оптичните им свойства са изчислени коефициентите на абсорбция и пречупване на светлината [3- 6, 27, 30, 55], както и ширината на забранената зона [9, 24, 38, 47, 56].

Механични свойства на тънки стъкловидни филми

Механичните свойства на този тип материали са от първостепенна важност за тяхното приложение. Проведени са подробни изследвания върху механичното поведение на получените филми във функция от състава, метода на отлагане и времето на релаксация. Тези резултати са интерпретирани на основа на съществуващите теоретични модели. Доказано е, че остатъчните напрежения са минимални в слоеве на основа немодифицирани халкогенидни стъкла. Напреженията на опън, обаче нарастват със степента на заместване в слоевете на основа Ge-халкогенидна матрица и съответно намаляват в слоевете, съдържащи As [37]. Модифицирането със сребърен йодид оказва влияние върху характера на напреженията. При ниските концентрации в слоевете се установяват напрежения на опън, при по-високи те се проявяват като напрежения на натиск. Напреженията на опън са по-силно изразени в слоевете, формирани чрез вакуумно изпарение [7, 11, 20, 33, 42, 43].

Електронна структура на аморфни полупроводници

За първи път е приложена теорията на Христов за инжектирани токови носители в системата метал/вакуум/метал за определяне електронната структура на

сложни аморфни полупроводници на основата на халкогениди-халкохалиди [41, 45]. Въз основа на проводимостта на системата метал/халкогенид-халкохалид/метал са получени данни за концентрацията на токови носители в уловките. Определени са стойности за отделителната работа на електрона на фазовата граница метал/халкогениди, както и за ефективната маса на токовите носители в проводимата зона. Тези данни са добра основа за сравнение с резултатите за зонната структура получени от оптичните измервания [39, 41]. Показано е, че приложението на общата теория за инжектираните електрони токове може да бъде разширено и върху системи метал/аморфен полупроводник/метал. За целта е направена е експериментална проверка [8, 26, 40] върху полупроводници на основа на комбинация от терциерни и кватернерни ситеми (Ge-Se-Ga и As-S-Ag-I).

3. Приложение на получените композитни слоеве

Научно-изследователска дейност на доц. Петков има и определена практическа насоченост. Проведените изследвания и получените резултати могат да се окажат от първостепенен интерес за създаването на газови сензори които са чувствителни в широк концентрационен интервал. Така например, повърхността на сензорите на основа на германиеви халкогениди се модифицира в среда на амоняк в резултат на повърхностната хемисорбция. Заслужава да се отбележи, че при сензорите на основата на арсенови халкогениди подобно явление не се наблюдава [12, 15, 29, 59, 60, 63].

Друго потенциално приложение на тези композитни слоеве от системите Ge-Se-Ga, Ge-Te-Ga и GeS-AgI е свързано с тяхното използване като като среди за оптичен запис на информация [17, 19, 22].

Анализът на научната продукция представена от доц. Петков дава възможност да бъде направено обобщение на основните приноси:

4. Характер на приносите

Приносите в научно-изследователската работа на доц. д-р Пламен Петков могат да бъдат класифицирани като:

Теоретични приноси

а) Предложен е теоретичен метод за пресмятане на молекулярната динамика в сложни халкогенидни системи Ge-Te-In.

б) Развит е микроструктурен модел за дефектите и микропразнините в стъклата в системите съдържащи сребро-халкогениди. В този модел дефектите се проявяват като «уловки» за среброто, с което са обяснени наблюдаваните съществени структурни промени в този вид стъкла.

в) Показано е, че общата теория на *Христов* за инжектираните електрони токове може успешно да бъде приложена и върху системи от типа метал/аморфен полупроводник/метал.

Обогатяване на съществуващи знания и теории

а) Определени са основни физикохимични свойства на стъклата в някои модифицирани бинарни, терциерни и кватернерни халкогенидни и халоген-халкогенидни системи. Оценена е тяхната устойчивост като е показано, че с добавки от някои елементи и соли се повишава тяхната стабилност.

б) Установени са основните структурни единици в сребро-съдържащите халкогениди. Показано е че, структурната модификация е различна в зависимост от формата е внесено сребро. В тези стъкла са установени сложни тетраедрични структурни единици, като във верижните халкогениди са наблюдавани три суб-структури.

в) Изследвана е кинетиката на отлагане на тънки оптични слоеве чрез вакуумно-термично изпарение и импулсно лазерно отлагане. Пресметнати коефициентите на абсорбция и пречупване на светлината, както и ширината на забранената зона.

г) Показано и силното влияние на състава, метода на отлагане и времето на релаксация върху механичното поведение на получените филми. Доказано е, че характера на напреженията се влияят чувствително от пръсъствието на модифицираща добавка.

д) Приложена е теорията на *Христов* за определяне електронната структура на сложни аморфни полупроводници на основата на халкогениди-халкохалиди. За пръв път са определени стойности за отделителната работа на електрона на фазовата граница метал/халкогениди, както и за ефективната маса на токовите носители в проводимата зона.

Приложение на научните постижения в практиката

а) Чрез вакуумно-термично изпарение и импулсно лазерно отлагане са получени бездефектни, оптични тънки слоеве от многокомпонентни халкогенидни и халкохалидни системи.

б) Получените аморфни полупроводници слоеве могат да се използват като чувствителни елементи при създаването на газови сензори с приложение в широк интервал от концентрации.

в) Приложение на тези материали като среди за оптичен запис на информация.

5. Отражение на научните публикации на кандидата в българската и чуждестранна научна литература

Научната дейност на доц. д-р Петков е широко известна на изследователите в областта на тънките стъкловидни слоеве. В представените материали са отбелязани забелязаните 110 цитата върху всички научни трудове на доц. Петков.

Върху публикации представени в конкурса за професор намерените цитати са 27 (21 от чужди автори). Заслужава да се отбележи, че тези работи са цитирани в международната специализирана литература. Освен това, при повечето от цитатите работите на доц. Петков са коментирани. Това показва, че публикациите на кандидата представляват определен интерес за теорията и практиката на тънките стъкловидни филми. Някои автори са използвали резултати от оригиналните статии на кандидата за обяснение на свои резултати или като подход за получаване на аморфни слоеве.

Заслужава специално да се отбележат материалите публикувани от кандидата в специализираните издания (книги), на които той е отговорен редактор:

- *Functional properties of nanostructured materials*, Ed.Springer, Springer Science+Business Media B.V., 2005
- *Nanostructured Materials for Advanced Technological Applications*, Ed.Springer, Springer Science+Business Media B.V., 2009

- *Nanotechnological Basis for Advanced Sensors, Ed.Springer, Springer Science+Business Media B.V., 2011*

В тях са представени и три обширни обзорни статии, посветени на структурата и нейното влияние върху оптичните и електрични свойства на тънки слоеве от бинерни и терциерни халкогенидни системи на германия.

ОЦЕНКА И МНЕНИЕ ПО ДОПЪЛНИТЕЛНИТЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОТ ДЕЙНОСТТА НА КАНДИДАТА

Международни и национални проекти

Доц. Петков има активна научна и експертна дейност и участва активно като ръководител и съизпълнител на голям брой международни и национални проекти:

- **Проекти финансирани от чуждестранни организации**

В периода 2002-2009 д-р Петков е съръководител на три международни проекта с колеги от Германия (на стойност 37000 EUR)

- **Проекти финансирани от програма “Еразъм-Сократ”**

Доц. Петков е ръководител от българска страна на 6 международни научно-изследователски проекта с колективи от авторитетни европейски университети: Aachen, Kassel, (Германия) Minho (Португалия), Cranfield (Англия) и Bilkent (Турция).

- **Проекти от научния план на Университета**

Доц. Петков е Ръководител на 8 научно-изследователски проекта финансирани (НИС – ХТМУ) от Научния план на Университета в периода 2004-2011.

- **Проекти финансирани от външни организации**

Доц. Петков е Ръководител на 7 успешно реализирани научно-изследователски проекта възложени от външни организации.

Специализации

Д-р Петков е бил неколккратно на специализации в Европейски научни центрове:

1993 – 1995 Университет в Аахен, Аахен, Германия

Физика на твърдото тяло. Специализация в технологията на тънкослойни филми.

1998 – 1999 Университет в Оденсе, Оденсе, Дания

Физика на твърдото тяло. Физични явления на повърхността.

2001 – 2002 Университет в Аахен, Аахен, Германия

Физика на твърдото тяло.

Международна научна и експертна дейност:

Доц. Петков има активна международна научна и експертна дейност: Поканен лектор в редица университети. Изнесени ключови и поканени доклади на редица международни и национални форуми. Рецензент на чуждестранни изследователски проекти и ръкописи, представени за публикуване в авторитетни международни списания. Съорганизатор е на редица международни симпозиуми проведени в България.

Членство в наши и чуждестранни научни организации

Доц. Петков е член на съюза на учените в България, на Международното халкогенидо дружество и на Академията на науките в Ню Йорк. Ръководител е на катедра “Физика” на ХТМУ, координатор на програма „Еразмус”, координатор на национални научни проекта в областите на материалознанието, нанотехнологиите и сензори. В периода 2005-2010 е директор на три международни конференции - NATO ASI – CBP. EAP.

Ръководство на научно-изследователска група

Ръководител на научно-изследователска лаборатория “Технология на тънките слоеве”.

Научноизследователската работа в тази лаборатория е насочена към създаване и изследване на нови композитни и наноматериали материали, технологии и сензори, с приложение в микроелектрониката, оптиката и приборостроенето.

Съставът на лабораторията е от 7 души със висока квалификация. Членовете на колектива имат утвърдени научни контакти в продължение на години с изследователски колективи от европейски и други чуждестранни университети. Лабораторията разполага със специализирана апаратура и участва в разработката на редица научни и научно-приложни проекти финансирани от различни институции

КРИТИЧНИ БЕЛЕЖКИ И КОМЕНТАРИИ

Към представените материали по същество нямам забележки. Като препоръка считам, че колегата Петков има необходимия опит и познания за написването на монография върху получаването, свойствата и приложението на тънки аморфни слоеве.

ЛИЧНИ ВПЕЧАТЛЕНИЯ ЗА КАНДИДАТА

Познавам доц. Петков от дългогодишните съвместни изследвания на колективи от катедрите «Физика» и «Физикохимия». Категоричното ми мнение е, че той е много добър и ерудиран изследовател. Като учен, доц. Петков е с широк спектър от интереси и висока компетентност в областта на електричните и оптични свойства на кондензираната материя и в частност в получаването на нови материали на основата на тънки стъкловидни филми. Д-р Пламен Петков винаги отлично е представял резултатите от проведените изследвания на всички международни и национални форуми. Той е желан и търсен партньор за участие в международни и национални научно-изследователски проекти.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Проблематиката, в която са постигнати основните научни и научно-приложни резултати на доц.д-р Петков е водеща и перспективна за науката и технологиите. Новите материали на основата на тънки стъкловидни филми откриват широки възможности (някои от които уникални) за фундаментални изследвания и в последно време се обособиха като бързоразвиващ се дял на материалознанието.

- Научното развитие на д-р Петков е хармонично. Той последователно минава през научните степени и звания, което и е позволило да се оформи като един зрял учен. На настоящия етап от дейността си, той вече е утвърден ръководител на по-млади колеги, които тръгват по пътя на научните изследвания.

- Доц. Петков е направил задълбочен анализ на редица проблеми в изследваната област и се е насочил систематично към решаването им. В процеса на научноизследователската си работа той генерира нови идеи и задачи.

- Научните приноси на доц. Петков са съществени и са получили много добра международна оценка. Тези резултати са постигнати чрез значителни по обем комплексни изследвания, проведени на много високо ниво върху сложни системи и явления. Наукометричните му показатели са изключително добри, което е критерий за нивото на проведените изследвания и получените резултати. Едновременно с това, доц. Петков има широка преподавателска дейност, като е заемала и заема престижни научни и обществено-административни постове.

Предвид горе изложеното, в мен не остава съмнение, че пред нас е успешното дело на един напълно оформен и задълбочен учен. Неговата научна и учебна дейност, международните прояви, приносите, наукометричните показатели (импакт-фактор и цитируемост) и компетентност напълно отговарят на изискванията на Правилника за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в ХТМУ-София.

Ето защо, си позволявам убедено да препоръчам на Почитаемото научно жури да присъди научното звание **ПРОФЕСОР** по направление 4.1 Физични науки (01.03.26 - Електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната материя) на доц. д-р инж. **Пламен Костадинов Петков**.

София
02.11.2011

Рецензент:

