

Национална програма „Нанотехнологии и нови материали“

Г. Високов*, Ив. Недков, Ем. Балабанова

*Институт по електроника при БАН, бул. „Цариградско шосе“ № 72, 1784 София
Ел. поща: vissokov@abv.bg*

Постъпила на 14.03.2006 г.

Резюме

Направена е обосновка за целесъобразността от развитието в България на новото направление в областта на науката и технологиите „Нанотехнологии и нови материали“. Конкретизирани са целите на националната програма в тази насока. Посочени са основните направления за новите тенденции на развитие на университетските научни програми, научните изследвания и организацията на експерименталната и приложната база в страната, свързани с науката за наноразмерното състояние, нанотехнологиите, наноразмерните материали и устройства и тяхното приложение.

Формулирани са насоките, по които се работи по програмата. В програмните пакети са посочени изследванията и технологичното развитие на нанотехнологиите и новите материали. Набелязани са мерки за подобряване на изследователската инфраструктура (образователни програми, научни изследвания, среди за разяснителна работа на резултатите от научните изследвания и иновациите в публичното пространство).

Стремежът на България към интегриране в европейските икономически и социални структури предопределя като основен приоритет включването към проекти, финансирани от Европейската общност, без да се игнорира съществената роля на Министерството на икономиката и Министерството на образованието и науката във финансирането с национални средства на предпроектни изследвания и проучвания, целящи включването на водещи национални изследователски колективи в големи международни проекти.

1. Обосновка

Нанотехнологиите (НТ) са интердисциплинарна област на изследвания, от които зависи развитието на познания и технологии от техническия и медико-биологичния спектър на изследванията, както и технолого-технически приложни разработки и иновации [1–15].

Контролирането на материалите в наноразмерната скала (1×10^{-9} m) ще позволи да бъдат получени материали с нови свойства, да бъдат разработени и внедрени нови незамърсяващи природата технологии, които използват много малко суровини. Счита се, че тези технологии ще бъдат ключови за ХХI век и че имат потенциал, който ще доведе до революционни промени в човешкото общество [1–4].

Начален тласък на лавинообразното нарастване на интереса към тези технологии бе „National Nanotechnology Initiative (NNI)“, обявена през 2000-та година от експрезидента на САЩ Бил Клинтън. Тази инициатива бе илюстрирана от него с примера за теоретичната възможност за създаване посредством НТ на „чип за памет с размер на бучка захар, в който може да бъде записана цялата информация, съдържаща се в библиотеката на Конгреса на САЩ“. Вследствие на NNI през 2001 г. бюджетът за научни изследвания на САЩ бе увеличен с 83%, а след това администрацията на президента Дж. Буш увеличи финансирането в това направление.

В Япония през 2000 г. Japan Economic Foundation също представи програма за развитие на нанотехнологиите „Future Society Built by Nanotechnology“ [4]. Хронологично Европа най-рано акцентира върху тези изследвания, като визира развитието на наноелектрониката. Програмата на европейската комисия „Future and Emerging Technology“, през 1996–1999 г. лансира акцията, наречена „Microelectronics Advanced Research Initiative“ (MELARI) с бюджет 16.7 млн. евро, която през 2000 г. продължи като инициативата „Nanotechnology Information Devices“ (NID), по която за 2004 г. бяха предвидени 20 млн. евро. Предвид на това, че става въпрос за изследвания, свързани не само към приложението, но и към науката, голяма част от финансиранията на изследвания са насочени към университетите (55%) и научните институти (30%). Участието на индустрията е 15% и е в групата на инвестициите с дългосрочна възвръщаемост. В проекта са включени големи индустриални компании с дългосрочни интереси в областта на електрониката и малки предприятия, които предлагат специални услуги на големите компании, или изследователски центрове като за производство на инструменти или химикали. В Европа от 2000 г. функционира и програма COST 523 „Nanotechnology“ с бюджет 70 000 евро годишно, която има за задача създаването на мрежа от научни колективи, работещи в областта на НТ, и на практика формира идеологията на Европейската комисия по отношение на развитието

на високите технологии. Отражение на тази стратегия е включването на НТ в приоритетните направления на европейските V-VII рамкови програми.

В България първата инициатива по обединяване на усилията на българските учени в областта на НТ бе регистрирана през 1999 г., когато за първи път академик Евг. Будевски от БАН предложи да се координират усилията на колективите от БАН и ВУЗ в страната, които работят по проблеми, свързани с тази тематика. Впоследствие тази инициатива прерасна в организирането на „Национален експертен съвет по нанотехнологии“ (НЕСНТ) под егидата на БАН и МОН (решение на Управителния съвет на БАН, протокол № 2/0302.1999 г.), по-късно преименуван в Национален координационен съвет по нанотехнологии (НКСНТ) и като състав актуализиран и допълнен съгласно решение на УС на БАН от 23.11.2005 г. НКСНТ контролира дейността на институти към БАН, университети, министерства и др., работещи по проблемите на нанотехнологиите. Съветът функционира пълноценно вече повече от 5 години, като ежегодно се организират национални семинари с международно участие. На семинарите се канят световноизвестни учени в областта на нанонауката и НТ. Така например през ноември 2000 г. семинарът бе посетен от проф. Х. Хофман, председател на организационния комитет на европейската програма COST 523. Развита е информационна мрежа, която привлече през последните години и предприятия от националната промишленост (16 института на БАН, 4 ВУЗ, 3 предприятия и фирми; девет български научни работни групи, свързани с изследователска технологична дейност). Своеобразно признание за работата на НЕСНТ е включването на България през 2001 г. в акциите на COST 523 (депозирани са за контакти 10 проекта) и подкрепената от ЮНЕСКО през 2002 г. инициатива на НЕСНТ за създаване на Балканска програма по НТ (проект COSENT 2001/2). Направено е предложение за създаване на Образцов център по НТ с административен представител Институт по физика на твърдото тяло при БАН. Изброените инициативи и структури са естествена база за формирането на Национална програма за НТ.

2. Цели на националната програма по нанотехнологии и нови материали

Националната програма „Нанотехнологии и нови материали“ е приета с решение 550/06.07.2001 г. на Министерски съвет на Република България с изпълнители Министерството на образованието и науката и Национален съвет „Научни изследвания“ съвместно с Министерството на икономиката.

Нанотехнологиите са ключови за развитието на човешкото общество през настоящото столетие. Наноматериалите (НМ) и нанотехнологиите (НТ) все повече навлизат в различни клонове на стопанската и човешката дейност като: електроника, микроелектроника, комуникации, наноустройства и сензори, авиация и космонавтика,

химическа промишленост и енергия (нанокатализатори и нанокатализа, съхранение на водород и горивни елементи, изкуствена фотосинтеза, енергийна ефективност, съхранение на енергия); консолидирани наноструктури (керамични наноматериали, наноструктурирани покрития, получаване на пластмаси с ниска горливост, наноструктурни твърди материали, наноструктури с огромно магнитно съпротивление); получаване на въглеродни нановлакна със свръхвисококачествени показатели; нанотехнологии за опазване на околната среда (адсорбция на тежки метали със самоподредени самоорганизиращи се наноструктурни ансамбли, фотокаталитично пречистване на флуиди, получаване на мезопорести материали, приложение на нанопорести полимери за пречистване на води, наночастички и околна среда), медицината, военното дело и борбата срещу тероризма, бита, селското стопанство и др. [1-15].

НТ са базата за развитието на ново поколение информационни технологии. Съвременните технологии са в състояние да получат полупроводникови устройства с помощта на оптичната литография с размери под 180 nm, а се очаква с помощта на електроннолъчевата литография да бъде премината границата от 30 nm. Европейската програма NID предвижда иновация на информационните технологии на всеки две години, като се очаква устройствата с критичен размер под 30 nm да бъдат пуснати на пазара през около 2010 г. След 2011 г. се очаква информационните технологии да навлязат в т.нар. квантова ера, където размерът на устройствата ще достигне няколко nm и функционалните им свойства ще се проявят при ниски температури. Перспективните направления, в които се очакват пробиви в това отношение, са: електронните тунелни устройства, магнитната памет (спинови устройства), резонансните тунелни диоди, дигиталните свръхпроводящи интегрални технологии и молекулната електроника. Естествено отражение на тези нови технологии са коренните промени в комуникационните системи (интернет, безжични телефонни връзки, сателитна комуникация и др.); компютърната техника – миниатюризация, обем на памет и бързодействие; банковите операции и тоталната електронизация на финансовите операции, вкл. постепенното замиране на традиционните разплащателни средства; битовата електроника – аудио и видео техника, вкл. навлизането на триизмерни ТВ дисплеи, копирна техника, многофункционалните битови роботи и др. Косвено тези промени ще се отразят върху енергетиката, тъй като НТ се очаква да открият нови пътища за икономия на енергия, да намалее значително необходимостта от стратегически суровини и др. Особен интерес представлява навлизането на НТ в биомедицинските приложения, където се очакват революционни промени в диагностиката, създаването на нови методи за лечение, клетъчната микробиология, подмяната на тъкани, борбата с рака и спина и др. [1].

Най-големи инвестиции по отношение на НТ в момента са афиширани в САЩ и Япония, където особено се

набляга на развитието на електрониката. Европейската общност се нарежда на трето място по обявени инвестиции в НТ, като Европа отчита, че в областта на електрониката шансовете са доста по-малки, и търси нови начини за инвестиции, свързани с НТ. Няма синтезирана информация за намеренията на Китай и Русия по отношение на тези технологии. В Санкт Петербург например ежегодно от 2000 г. насам се организира международният симпозиум „Наноструктури“, който се счита за най-престижния форум, очертаващ развитието на полупроводниковите технологии. Само през 2001 г. на симпозиума присъстваха двама нобелови лауреати – З. Алфьоров и Л. Езаки.

Фактът, че през 2004 г. Европейският съюз и правителствата на САЩ и Япония инвестираха по над \$900 млн. за развитие на нанонауката и НТ, показва, че XXI век се оформя да бъде век и на НТ. По-смели проучвания твърдят, че през 2014 г. общите приходи от НТ ще надхвърлят тези от информационните технологии и телекомуникациите, взети заедно. Понастоящем в тази област работят над 600 компании (вкл. гиганти като Intel, IBM, Samsung, Mitsubishi и др.), а за постижения в нея са присъдени повече от 10 Нобелови награди [1].

Нанонауката и нанотехнологиите се развиват на границата на редица, считани по-рано за независими науки и технологии (информационни технологии, електронна техника, биохимия, физика, химия и т.н.), което предопределя техния интердисциплинарен характер. Нанотехнологиите са ярък пример за триумфа на интердисциплинарния подход при тяхното реализиране в почти всички сфери на човешкия живот.

Нашата страна има достатъчен потенциал за участие в този динамичен процес на развитие на НТ и новите материали. Включването ни в развитието на тази област на човешката активност е в унисон с нашия стремеж за интеграция в ЕО и е от изключително значение за страна с ограничени природни ресурси. На практика развитието на НТ е все още в началния си период и една правилна стратегия дава възможност на по-малки страни да имат своето място в тази надпревара.

2.1. Съобразяване на учебните университетски програми с новите тенденции на развитие

За да се осигури траен интерес към нанонауката, НТ и новите материали, е необходимо те да навлязат широко в университетското образование. Това може да бъде стимулирано посредством разширяването на образователните програми на ниво бакалавър, магистър и доктор. Необходимо е:

– Въвеждането на курсове, свързани със запознаването с методите за изследване на материалите на наноразмерно ниво – сканираща и трансмисионна електронна микроскопия, тунелна микроскопия, оже спектроскопия, позитронна аниhilация, неутронографска спектроскопия, мьосбаурова спектроскопия и др.

– Въвеждането на магистратури, заявяването на докторантури и организирането на следдипломни специализации с тематика по основните приоритети на Националната програма по НТ и нови материали.

България има добри изследователски традиции в области на фундаменталните физикохимични науки, близки до НТ, вкл. известните приноси на школата на Странски, Кръстанов и Каишев върху кристалния растеж. Това предполага наред с университетските преподаватели да бъдат привлечани и утвърдени специалисти от БАН в преподавателските курсове за по-високите степени на университетско обучение и стимулиране на подготовката на кандидати за магистърска и докторска степен в образователния цикъл. Необходимо е широко навлизане на познания в това отношение във ВУЗ, които подготвят специалисти за технологични приложения. Изброените промени трябва да бъдат отразени в програмите на МОН и да останат приоритет в тази национална програма. Този подход ще създаде активна и стимулираща среда за обучение на младите хора и ще допринесе за тяхното оставане в страната.

Разработени са учебни планове и учебни програми на дисциплини за бакалавърска и магистърска степен на обучение в Химическия факултет на СУ „Кл. Охридски“ (Наноматериали и нанотехнологии) и за магистърска степен по Нанотехнологии и наноматериали в ХТМУ – гр. София. Магистърският план в Химическия факултет на СУ „Кл. Охридски“ включва следните лекционни курсове за 2005 г.: Основи на нанотехнологиите, Наноструктурирани материали, Физика на наноструктурите, Химия на наноразмерните материали. Изнасят се лекции по проблемите на нанонауката и нанотехнологиите в Института по полимери и Института по космически изследвания при БАН, в научния семинар на Българското водородно общество, в ХФ на СУ, в ХТМУ и др. През 2005 г. по тематиката на нанонауката и нанотехнологиите са работили общо 24 докторанти и са защитени успешно 4 дисертации и 19 дипломни работи.

2.2. Развитие на научните изследвания

Статистиката, направена от НЕСНТ, показва, че в 16 института на БАН се работи активно върху изследователски задачи, свързани с НТ. От тях се изпълняват 12 проекта с фундаментална насоченост, финансирани от МОН и БАН, и с приложна насоченост 28 проекта, финансирани от МОН, БАН, НАТО и 5-а и 6-а рамкова програма на ЕО. Научноизследователските дейности за 2005 г. са, както следва: изследователски проекти без финансова подкрепа – 43; договори, финансирани от НСНИ при МОН – 66; национални договори, финансирани от други ведомства – 5; международни договори – 66, от тях 20, финансирани от ЕС, НАТО и др., останалите по преки международни сътрудничества. Тук трябва да се споменат проектът COSENT, организирането на научни мероприятия – школи, семинари, конференции, като 7-а ра-

ботна среща „Nanoscience & Nanotechnology“, NENAMAT, Втори българо-руски семинар с изложба „Нови композиционни материали и покрития“, Национален ден на нанотехнологиите, научни форуми в областта на нанонауката – у нас 16 със 104 изнесени доклада, в чужбина 24 с 39 доклада, и др.

През 2005 г. интензивно се разви и научната публикационна дейност, както следва: научни публикации в списания и поредици – в чужбина 214, у нас 14; научни публикации в пълен текст в сборници от конгреси и конференции, както и в тематични сборници – в чужбина 55, у нас 134; патентно-лицензионна дейност – поддържани патенти 4, подадени заявки 24; готови за стопанска реализация научни продукти в областта – 4.

Най-голяма част от изследванията са в областта на наноелектрониката и физиката и химията на твърдото тяло. Много малка част от проектите са свързани с биомедицинските приложения на НТ и наноструктурираните материали. Интензифицирането на изследванията в областта на НТ трябва да залегне в програмите за финансиране на научните изследвания по линията на Националния съвет за научни изследвания. Това не може да става механично, като се дава предимство на проекти, в които се предвиждат такива изследвания. Необходимо е да се направи анализ на съвременното състояние на българската индустрия и на тенденциите за пазарно присъствие през последните три години (2003–2005 г.). В това отношение прави впечатление агресивното развитие на българската фармацевтична промишленост, която, за разлика от електрониката например, показва определени тенденции към траен растеж, а това определя и гъвкавото ориентиране към стимулиране на създаването на нови научни продукти за тази промишленост. Това не означава, че трябва да бъдат изоставени такива отрасли като електрониката и приборостроенето, където в страната има стари традиции и вече изградени мощности. Именно тук се очертава ролята на целенасоченото финансиране, тъй като страната има потенциал с доказани в това отношение възможности и една програма на национално ниво има за задача да определи стратегията за неговото реализиране. Това налага в такива отрасли да бъдат изоставени направления, в които страната е загубила темпо и пазари, и да се насочим бързо към такива направления, в които съществуват реални възможности за пробив, поради факта, че все още няма натрупан световен опит и ако не еднакъв, то в повечето случаи всички участници имат близък старт. Поле за подобни изследвания откриват изследванията в областта на молекулната електроника, оптиката и магнитооптиката, фотоелектронната холография, свръхвисококачествената и квантовата електроника, плазмохимията, лазерната химия и др. Водещи трябва да бъдат разработки в материалознанието, свързани с развитието на композитните материали, наноразмерните прахове и в т.ч. катализатори, многофункционалните полимери с наноразмерни пълнители, магнитните наноструктурирани материали, наноструктури-

ран диамант, фулерени, въглеродни нанотръбички и нановлакна, високотемпературни свръхпроводници, оксиди с голямо магнитно съпротивление и др. Като показателен пример в това отношение са усилията на световната наука за създаване на ново поколение магнитни среди за оптичен запис, тъй като класическите оптични записващи и четящи устройства са на базата на инфрачервен лазер, а неговата честота (около 1000 nm) ограничава плътността на записа. Съвременното развитие на квантовата електроника предлага успешни решения на лазери, работещи в синята и зелената област на видимия спектър. Търсят се нови материали, които под формата на наноразмерни квантови точки да поглъщат в тази област. В областта на технологиите особен интерес представляват електроннолъчевите литографски технологии, получаването на наноструктуриран въглерод (нанотръбички, нановлакна, композитни въглеродни структури), магнитни флуиди, молекулни магнити, полимерни нанокompозити и др. Перспективни са плазмените и плазмохимичните технологии за получаване на нанопраховете на катализатори, карбиди, нитриди, карбонитриди, оксиди, пигменти, метали и др. Нанобиотехнологиите на практика представляват ново и непознато поле за изследване, където всяка инвестиция може да се окаже доходоносна.

Приоритетното финансиране в рамките на възможностите на страната в изброените направления ще допринесе за по-бързата интеграция в европейското пространство, тъй като ще превърне нашата наука в желан партньор при изпълнение на приоритетни европейски научни програми и това ще осигури трайно и сериозно финансиране на българската наука. От друга страна ще бъдат развити предпоставки за инвестирането от европейски програми и частни компании на разработването и внедряването на високи технологии, основаващи се на наноструктурни материали и устройства, които ще се ползват с приоритет не само в Европа, но и в света за XXI век. Тези проекти ще открият възможности за реализирането на млади специалисти в областта на НТ, което ще ги мотивира за реализация и оставане в страната.

От наличната информация за дейността на НКСНТ през 2005 г. прави впечатление нарасналият брой на научните мероприятия в областта на нанонауката и нанотехнологиите, организирани и провеждани у нас. Силно е нараснала образователната дейност, реализираните магистърски програми, както и големият брой участия на млади учени в научни форуми.

2.3. Организация на експерименталната и приложената база, свързана с НТ, наноразмерните материали и тяхното приложение

В условията на преобразуващата се българска икономика на прехода има редица апаратурни и технологични елементи в запазената материална база, които представляват потенциална основа за развитие на НТ и нано-

структурираните материали: микроелектроника – Технологичен център, Институт по микроелектроника (София), Завод за запаметяващи устройства (Ст. Загора); приборостроене – Военни заводи (Сопот, Панагюрище). Необходимо е държавата да създаде известни данъчни облекчения за организации, които финансират нови разработки с краен промишлен продукт, свързан с НТ. Да се инвентаризира наличното оборудване в страната, което може да бъде използвано при изпълнение на проекти, свързани с НТ и нови материали, и да се стимулира неговото използване при изпълнение на приоритетни национални задачи, да бъде обезпечен безмитен внос на измерителни прибори за наноструктурирани материали (тунелни микроскопи, ТЕМ, СЕМ, оже, мьосбауерови и др. спектроскопски уреди). Да се стимулира вноса на технологични елементи и цели технологии за производство на наноструктурирани материали и конкретни приложения. Тези мерки ще осигурят високо качество и по-ниска себестойност на нашите пазарни продукти и ще създадат благоприятни условия за реализиране на нашите изделия в конкурентната пазарна среда.

3. Програмни пакети

3.1. Изследване и технологично развитие

Това са изследвания, целящи решаването на технически, технологични, екологични и икономически проблеми, произтичащи от по-нататъшното развитие на обществото, вкл. подобряване на начина на живот, опазване на околната среда, по-пълноценно използване на ресурсите, създаване на устойчиво технологично развитие и подобряване на икономическия и социалния климат.

Проучването за състоянието на научните изследвания в областта на НТ очерта пет основни направления, в които се работи:

- Кластери, наночастици, комплекси и композити, вкл. на биологична основа;
- Ультратънки слоеве и многослойни наносистеми;
- Субмикронни области и нехомогенности в обемни материали, вкл. аморфни наноматериали;
- Молекулен и атомен дизайн;
- Нанометрология и приложения.

Тези изследвания и технологични решения имат за задача да бъде направен и качествен скок в развитието на информационните технологии, медицината, машиностроенето, химическата промишленост, металургията, опазването на околната среда и миниатюризацията на апарати и системи, което да осигури намален разход на материали и енергия при подобрени параметри. Изпълнението на тези задачи не е по силите на една отделна държава и затова в последното десетилетие се наблюдава уникален стремеж към обединение на усилията на човечеството в крупни международни проекти с мощни интернационални колективи, които се финансират от международни фондове на ООН, ЮНЕСКО, Европейската

общност и известни международни фондации. Стремежът на България към интегриране в европейското социално пространство определя като основен приоритет включването в проекти, финансирани от ЕО – 6-а и 7-а рамкова програма, НАТО и др.

Ролята на МИ и МОН е свързана с финансирането с национални средства на предпроектни изследвания и проучвания, целящи включването на национални изследователски групи в големи международни проекти.

3.2. Подобряване на изследователската инфраструктура

Този пакет обхваща т.нар. съпътстващи дейности, необходими за изпълнение на изследователските и развойно-технологичните програми – съхранението и по-нататъшното развитие на националната теоретична и експериментална база; образователната дейност и обучението на специалисти; създаването на иновационни идеи; провеждането на семинари, школи и конференции и осигуряването на дискуссионна среда за обмяна на информация между БАН, университетите и другите заинтересовани организации и фирми.

Натрупаните знания, човешкият ресурс и изградената методична и експериментална база на БАН, ВУЗ и изследователските институти в страната е най-сериозната предпоставка за пълноценното участие на страната в развитието на съвременното общество. Те създават условия за успешно изпълнение на пакет 3.1. и ще доведат до подобрене на инфраструктурата на национално ниво. Съпътстващи в това отношение са следните подпакети.

3.2.1. Образователни програми

Този пакет се изпълнява под прякото наблюдение и с активното съдействие на МОН и има за цел да се разработят образователни курсове в програмите на ВУЗ, вкл. за следдипломна квалификация, бакалавърска и магистърска степен, избирателно за СУ, технологичните и техническите университети.

Да се подготвят дисциплини за магистърска степен и да бъдат заявени докторантури към ВУЗ и БАН и специализирани курсове към Центъра за обучение на докторанти при БАН.

3.2.2. Научни изследвания

Един от традиционните начини за финансиране на научни изследвания от страна на държавата у нас са курсите за НИС на МОН – Национален съвет „Научни изследвания“. Това налага освен финансирането, споменато в 3.1., при формирането на стратегията във връзка с този пакет да се потърсят начини за акцентирание върху проекти, свързани с НТ в комисиите по технически науки, химия и физика. Необходимо е МИ и МОН съвместно с експерти от НЕСНТ да подготвят експертен анализ на тенденциите в развитието на българската индустрия и пазар, и определяне на нуждите от нови разработки.

Анализът да включва предложения за стратегически направления в изследователската работа, във връзка с които да се обявяват конкурси, в които да се изисква включването на заинтересован потребител на научния продукт или краен потребител с конкретно участие при изпълнението на проекта. На основата на тези анализи за всеки от предлаганите проекти да се изисква експертна оценка.

3.2.3. Дискусионна среда за дисеминация на научните изследвания и иновациите в публичното пространство

Този проект се изпълнява с активното съдействие на МИ. Включва разяснителни работи сред бизнес средите в страната, вкл. организирането на семинари с участието на водещи специалисти от сферата на науката и потребители от промишлеността, които са свързани с приложението на НТ и новите материали, както и експертно съдействие при подготовка за участие в международни проекти.

Литература

1. Г. Високов, Химия и индустрия 76 (2005) 41.
2. Н. Копринаров, М. Константинова, Светът на физиката 1 (2003) 1.
3. M. C. Roco, R. S. Williams, P. Alivisatos (Eds.), Nanotechnology Research Directions: IWGN Report, Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, 2000.
4. Н. Кобаяси, Введение в нанотехнологию, БИНОМ, Лаборатория знаний, Москва, 2005.
5. P. J. F. Harris, Carbon Nanotubes and Related Structures, University Press, Cambridge, 1999.
6. D. M. Guldi (Ed.), Fullerenes, Nanotubes, and Carbon Nanostructures, Marcel Dekker, New York, 2004.
7. G. P. Vissokov, Plasmananotechnologies – Nanopowders: Preparation, Properties and Applications, St. I. Rilski Publ. House, Sofia, 2005.
8. G. P. Vissokov, Bulg. Chem. Ind. 74 (2003) 1.
9. G. Vissokov, Ts. Tzvetkoff, Eurasian Chem. Tech. J. 5 (2003) 201.
10. Г. П. Високов, П. С. Пиргов, Ултрадисперсни прахове – плазмохимично получаване и свойства, Полипринт, София, 1998.
11. Г. П. Високов, Г. И. Грънчаров, Т. Попова, Теория и практика на нанотехнологиите, ч. I. Високотемпературни технологии, Изд. „Св. Ив. Рилски“, София, 2004.
12. Г. П. Високов, Приложна плазмохимия, ч. I, Приложение на нискотемпературната плазма в неорганичната химична технология, ДИ „Техника“, София, 1984.
13. Г. П. Високов, Приложна плазмохимия, ч. II, Приложение на нискотемпературната плазма в органичната химична технология и металургията, ДИ „Техника“, София, 1987.
14. С. А. Непийко, Физические свойства малых металлических частиц, Наукова думка, Киев, 1985.
15. Ю. И. Петров, Физика малых частиц, Наука, Москва, 1982.

National program ‘Nanotechnologies and New Materials’

G. Vissokov, I. Nedkov, E. Balabanova

*Institute of Electronics, Bulgarian Academy of Sciences, 72 Tsarigradsko Shose Blvd., 1784 Sofia, Bulgaria
E-mail: vissokov@abv.bg*

Abstract

The necessity of developing a new scientific and technological branch for Bulgaria, namely ‘Nanotechnologies and New Materials’, is justified. The goals of the National program are specified. The main directions and new tendencies are pointed out for developing new university scientific programs, studies and management of Bulgarian scientific and industrial basis relevant to nanostudies, nanotechnologies, nanosized materials and devices and their applicability.

Program directions are specified. Investigations and technological level of nanotechnologies and new materials are presented in work packages. Measures are specified for improving the scientific infrastructure (education programs, scientific studies, media for public dissemination of results and innovations).

Bulgarian aspiration for integration into European economic and social structures predetermines the participation in projects funded by European Union as a priority. However, the important role of the Ministry of Economics and the Ministry of Education and Science for national financing of pre-project studies aimed at ensuring the participation of prominent national scientific teams in international projects should not be disregarded.