



БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ

---

## ИНСТИТУТ ПО МЕХАНИКА

София 1113, ул. "Акад. Г. Бончев", бл. 4, тел: +359 2 973 31 40, факс: +359 2 870 74 98,  
<http://www.imbm.bas.bg>; e-mail: [director@imbm.bas.bg](mailto:director@imbm.bas.bg)

ДО  
ПРОФ. ДН ЕВДОКИЯ ПАСЕВА  
И. Д. ДИРЕКТОР НА ЦО – БАН  
– ТУК –

**ОТНОСНО: Предложения за докторантури за учебната 2018 – 2019 г.**

Уважаема професор Пашева,

В отговор на Ваше писмо № 03/03.01.2018 г., Ви изпращам предложенията за докторантури за учебната 2018 – 2019 г., които бяха утвърдени от Научния съвет на Института по механика (ПРОТОКОЛ № 1/19.01.2018 г., т. 14).

**Приложения:**

1. Предложение за броя на приеманите докторанти – български граждани през учебната 2018 – 2019 година;
2. Тематика и обосновка на предлаганите докторантури

Директор:

/ проф. д-н В. Кавърджиков /

## **ТЕМАТИКА И ОБОСНОВКА НА ПРЕДЛАГАНИТЕ ДОКТОРАНТУРИ ЗА УЧЕБНАТА 2018–2019 Г. ОТ ИНСТИТУТА ПО МЕХАНИКА ПРИ БАН**

През учебната 2018 – 2019 г. в Института по механика има възможност да се подготвят докторанти по следните актуални теми в рамките на заявените седем докторантски програми.

### **4. Природни науки, математика и информатика**

#### **4.5. Математика**

##### **Докторска програма „Математическо моделиране и приложение на математиката”**

##### **1) „Математическо моделиране на флукуационни взаимодействия и статистико-механично поведение на ниско-размерни системи”**

Научно-техническият прогрес през последните 25 години доведе до бързото развитие на експериментални техники, очертаващи пътя за възникването на области като микро- и нано-електромеханичните системи (МЕМС/НЕМС). Това, от своя страна, увеличи интереса към флукуационно-индуцираните взаимодействия (по-специално към ван дер Ваалсовите взаимодействия и ефекта на Казимир), които играят доминираща роля между електрически незаредени немагнитни обекти. *Флукуационните взаимодействия и породените от тях сили са от ключово значение за работата на нано-устройствата.* При отстояния на две метални повърхности от порядъка на 10 nm тези взаимодействия поради ефекта на Казимир водят до взаимно привличане с ефективно налягане от порядъка на 1 атм. Това води до прилепване на тези повърхности и до фундаментални проблеми при процеси на монтаж и функциониране на устройства с нано размери. Поради това е важно да бъдат добре разбрани този тип взаимодействия с цел намирането на подходи за оценка на големините на действащите сили, както и за намирането на ефективни средства за техния контрол, вземайки предвид геометрията и материалните свойства на взаимодействащите си обекти. Понастоящем тези ефекти, както и причини от фундаментално научно естество (примерно – възможна модификация на законите на гравитацията при разстояния под  $\mu\text{m}$ ), са обект на активни научни изследвания в света. Свидетелство за значимостта в световен мащаб на такъв тип изследвания са и големият брой проекти посветени на тази тематика, като напр. проекти по DARPA, Resonance, MUFO, CASIMIR, Quantum Fields LLC, и т.н.

В института има постигнати важни научни резултати в областта, получили своето признание в световната научна литература.

Потенциален ръководител на докторантура на тази тема ще бъде проф. дн Даниел Данчев.

##### **2) „Моделиране на газови микро течения в МЕМС”**

В направление „Математическо моделиране и числени симулации“ се разработват и теми свързани с едно ново перспективно направление, а именно: математичното моделиране на процесите на движение на газ в съвременни микро- и нано устройства, като твърди дискове за компютри, микродвигатели с дистанционно захранване, сензори, датчици, микро-помпи, и други микро-електро-механични системи (MEMS). Една от главните задачи е създаване математични модели и числени алгоритми за тяхното решаване. Характерно за микро-устройствата е, че ефектите на разреждане и неравновесие при движението на газа в тях имат доминираща роля за устойчивата им работа или дори те са причина за движението на тези механизми. Размерите на областта от пространството, в която се развива едно такова течение са съизмерими с тези на свободния пробег на молекулите в газовата среда, която ги изпълва. Течението при тези условия, от физическа гледна точка може да се разглежда на границата на

континуалната представа и молекулния модел за течение на разреден газ като система от частици. Това налага при неговото моделиране да се използват нови числени методи като метод Монте Карло за пряка симулация на молекулното движение. В това направление звеното има сериозни успехи и контакти с чуждестранни университети. Звеното разполага със съвременна изчислителна техника, осигуряваща възможности за мащабни и интензивни числени пресмятания. Всичко това ще осигури необходимите условия за обучение на един български докторант на най-съвременно ниво.

Потенциален ръководител на докторантура на тази тема ще бъде проф. дн Стефан Стефанов.

### **3) „Равновесни форми, динамика и устойчивост на въглеродни наноструктури и флуидни мембрани”**

В последните няколко години е установено, че широк кръг явления, включващи равновесие и устойчивост на еластични пръти и тръби (макро ниво), равновесие на клетки (микро ниво) и равновесие на въглеродни наноструктури (нано ниво) се описват с един и същ математически апарат. Това обстоятелство открива възможност за пренасяне на резултати между нивата и така се обогатява познанието в гореспоменатите области. Такъв тип пренасяне стана възможен след създаване на континуалния подход за определяне на равновесните форми на въглеродни наноструктури.

Докторантът ще бъде обучаван по създаване и изследване на математически модели в механиката на непрекъснатите среди и по-специално – двумерни модели на деформируеми твърди тела. Съществена част от обучението му ще бъде овладяване на разнообразни аналитични и числени (спектрални и мрежови) методи за анализ на такива модели.

Потенциални ръководители на докторантура по тази тема са проф. д-р Васил Василев и доц. д-р Петър Джонджоров.

### **Докторска програма „Механика на деформируемото твърдо тяло”**

#### **1) „Решаване на обратни задачи за идентификация на материални модели с използване на резултати от наноиндентация“.**

Развитието на механиката на материалите през последните години се определя от постиженията в областта на наноматериалите. Важно значение за това има и развитието на различни техники за тяхното охарактеризиране. Това са експериментални техники, които са специфични и се различават от класическите техники за охарактеризиране на материалите. Една такава възможност е използването на наноиндентацията, която позволява определянето на модула на еластичност при индентация и твърдостта при индентация локално, в точка. Предимството на този експериментален метод е, че дава възможност това да се направи за зона с много малки размери, което е важно и единствено възможно в редица случаи свързани с приложението на нови материали. Процесът на индентация се моделира успешно с помощта на съвременни числени методи за решаване на граничната задача описваща процеса на наноиндентация. Дефинирането и решаването на обратни задачи с помощта на оптимизационни методи дава възможност за идентификация на параметрите на нелинейни модели, които описват процеса на наноиндентация. Това е подход който съществено използва експериментални резултати от наноиндентация и числени симулации.

Разработената методика ще позволи охарактеризиране на нови материали и конструкции на устройства в електрониката, медицината и прочие.

Ще се разглеждат спрегнати гранични задачи свързани с приложения в медицината и индустриални задачи. Адаптирането и прилагането на методи за решаване на оптимизационната задача ще е в центъра на докторантурата.

В процеса на работа по темата на десертацията докторантът ще има възможност да работи в екип и да се запознае с нови експериментални техники за охарактеризиране на материали, математически

модели за моделиране на процеси на пластично деформиране и прилагането на съвременни числени методи за решаване на спрегнати нелинейни задачи от механика на деформируемото твърдо тяло.

За осигуряването на работата по тази тема и ефективното ръководство на докторант, направление „Механика на деформируемото твърдо“ тяло разполага с необходимото оборудване, познания и опит:

- наноидентор G200 Agilent
- софтуер по метода на крайните елементи MSC.MARC и ANSYS
- научни резултати и опит при решаване на гранични задачи свързани с индустриални приложения

Потенциален ръководител на докторантура по тази тема е проф. д-р Румен Янков.

### **Докторска програма „Приложна механика”**

#### **1) „Приложение на електронни и оптични методи за измерване на физико-механични характеристики на материали и структури”**

При изчисляване на всички машини и конструкции е необходимо използване на математически апарат, описващ с определена, необходима за съответния случай, точност взаимодействието на елементите и околната среда. Точността на изчисленията зависи също така и от точността на измерване на физико-механичните характеристики на изследваните обекти. В съвременните методи, основани на компютърни програми, където може да се провеждат симулации с висока точност, се използват бази от данни с информация за свойствата на материалите и структурите. Като коректив на изчисленията служи измерване на параметри на крайния продукт, бил той машина, сграда или друга конструкция.

Изграждането на системи за непрекъснат мониторинг изисква използване на безразрушителен контрол, като се използват достиженията на микроелектрониката, оптичните и нано-технологиите.

Потенциални ръководители на докторантура по тази тема са проф. дн Васил Кавърджиков, доц. д-р Георги Стоилов, доц. д-р Десислава Пашкулева и доц. д-р Александър Попов.

#### **2) „Моделиране на динамиката на твърди и еластични многозвенни системи”**

Понятието „многозвенни системи” се използва сравнително отскоро и обобщава системи, изградени от твърди и еластични тела, и връзките между тях, определящи относителното движение на взаимосвързаните звена. Това са роботи и манипулатори, биомеханични модели на хора и животни, крачещи системи, вятърни генератори, системи в аеронавтиката, космически системи, конструкции и сгради, и много други. Въпреки че основните зависимости и закони на механиката са изведени и се прилагат при анализа, моделирането и проектирането на механични системи, пред учените възникват нови и все по-сложни задачи, в голяма степен обусловени от компютъризацията в науката. В това отношение световната наука е много напред, като специализираният с търговска цел софтуер предлага множество решения. При многозвенните системи се разработват две направления, основаващи се: на методиката на крайните елементи (системите ANSYS, ABACUS и др.); на специфична методика за анализ на многозвенни системи (основни представители DYNAFLEX, ADAMS).

Основните цели на обучението и изследванията в дисертационния труд са овладяване на основния теоретичен апарат, анализ на съществуващите методи и алгоритми и продължаващи изследвания за решаване на конкретни задачи по темата. Ще се работи върху надграждане на съществуваща и утвърдена в Института по механика, БАН обобщена методика и компютъризирана система за симулация, анализ и проектиране на кинематиката и динамиката на многозвенни системи от твърди и еластични тела.

Поставените цели са актуални, отговарят на нуждите и изискванията на съвременната механика, и намират приложение в практиката. По същество те обхващат следната тематика: топологията и кинематиката на многозвенни системи от еластични и твърди тела; приложение на матрични методи за кинематичен и динамичен анализ на многозвенни системи; разработване на методика и програмна система за анализ и симулация на многозвенни системи; визуализация на движенията и деформациите.

Потенциален ръководител на докторантура на тази тема ще бъде проф. дн Евтим Захариев.

### **Докторска програма „Механиката на флуидите”**

#### **1) „Моделиране и анализ на вълнови процеси във флуидни системи“**

Докторантската програма включва изучаване на:

- Методи за намиране на точни и приближени решения на нелинейни диференциални уравнения, моделиращи вълнови процеси във флуидни системи
- Методи за анализ на данни от вълнови процеси във флуидни системи;
- Построяване на модели на вълнови процеси в плитки и дълбоки слоеве флуид;
- Взаимодействия на водни вълни с брегове и изкуствени структури.

Секция „Механика на флуидите“ разполага с нужните ресурси за тези изследвания.

Резултатите от работата по темата на докторантската програма ще имат фундаментален и приложен характер за изясняване на вълнови процеси и явления във флуидни системи.

Докторантът ще участва в подготвяни проекти, свързани с механиката на флуидите и мехатрониката.

Потенциален ръководител на докторантурата е проф. дмн Николай К. Витанов.

#### **2) „Анализ на времеви редове свързани с флуидни системи“**

Анализът на времеви редове във флуидни системи е от значителен интерес както за теорията, така и за практиката. Теоретичният интерес към тези явления е в две посоки:

- Разработка на нови методи и величини за изследване на характеристиките на флуидни системи на основата на времеви редове от стойности на индикатори, характеризиращи тези системи.
- Изследване на възможностите за контрол и предсказване на поведението на флуидни системи.

Практическият интерес анализа на времеви редове във флуидни системи е свързан с възможностите за контрол и предсказване на поведението и свойствата на флуидни системи. Предсказването и контролът за от голямо значение за правилното протичане на технологични процеси, свързани с флуиди, както и например за оценка на риска и справяне с последствията от негативни природни явления, при които част от негативните явления са свързани с движение на големи маси флуиди.

Важността на тематиката за Института по механика е в това, че в момента в института има само един специалист по обширната и с голяма практическо значение област на анализа на времеви редове, свързани с флуидни системи. В допълнение потресаващо малко е количеството на специалистите, способни да развиват методологията на тази област в България, която е държава с излаз на море, с голяма речна граница и чието бъдещо развитие е тясно свързано с технологии, основани на използването на свойствата на флуиди. Ето защо, важно както за института, така и за държавата е обучаването на повече специалисти в тази модерна област на изследвания, съчетаваща модерните методи на математиката (тясно свързани и с бурно развиващата се научна област на нелинейната динамика на сложни системи) с методологията на механиката на флуидите, описваща средата, от която се получават времевите редове.

Потенциален ръководител на докторантура на тази тема ще бъде проф. дн Николай. Витанов.

## **Докторска програма „Биомеханика”**

Темите на докторантурите са свързани с темите, които се разработват в направление „Биомеханика”, а именно:

1. Биомеханика, управление на движенията и технически средства за рехабилитация
2. Биодинамика, биореология и биомеханика на среди и процеси

В направлението се разработват и решават сложни оптимизационни проблеми, които могат да имат различни формулировки при различните случаи на двигателни нарушения, нуждаещи се от ефективна рехабилитация. Прилагат се ефективни подходи, основаващи се на съвременни научни концепции и проверени принципи от биомеханиката, роботиката, неврофизиологията, теорията на оптималното управление и управлението на движенията чрез самообучение.

В направление „Биомеханика” се разработват и задачи, свързани с изследване на механичните и електрически свойства на кръвта и формените елементи на кръвта в условията на стационарно и нестационарно течение, изучаване структурните взаимодействия в присъствието на полимерни наночастици, използвани като носители на медикаменти с цел развитие на методологията за подобряване диагностиката при диабет, мозъчно-съдови и други социално значими заболявания. Направлението разполага с лаборатория и оборудване за изпълнението на тези задачи.

Разработва се задача в областта на клетъчна и молекулярна биомеханика, появила се през последните години след дешифрирането на човешкия геном, чрез методите на нелинейната механика, фазовия и бифуркационен анализ на динамични модели. С така направените изследвания могат да се подобряват диагностицирането, терапията и разкриването на механизмите за поява и развитие на ракови тумори.

Работата по тези задачи се извършва съвместно с водещи чуждестранни научни центрове и университети.

Потенциални ръководители на докторантите са проф. д-р Надя Антонова, проф. дн Светослав Николов и доц. д-р Петко Кирязов

## **5. „Технически науки”**

### **5.1 „Машинно инженерство”**

#### **Докторска програма „Роботи и манипулатори”**

**1) „Роботизирани устройства и системи за автоматизация на технологични и изследователски операции в биологията”.**

Темата на докторантския проект е свързана с разработване на методология и технология за роботизиране на подавателни и фиксиращи операции с приложение в областта на клетъчните манипулации и в частност при асистирани операции в репродуктивната медицина, както и за развитие на стволови клетки и за разработване на нови лекарства.

Последните тенденции в развитието на тези системи е интегрирането на автоматизирани микрофлуидни захващащи и позициониращи устройства към роботизираната система за клетъчни манипулации и операции, която е екипирана със система за визуален контрол и сервоуправление. Основен проблем при развитието на стволовите клетки е роботизираното решаване в микро и нано среда на манипулационни, тестващи и визуални задачи, както и тяхното автоматизиране.

Темата е осигурена чрез проект “Biomedical Robotics and Applications – BioRA”, финансиран от 7 РП на ЕС (FP7, 01,01.2014-31.12.2017, No. 612641).

Потенциални ръководители на докторантурата на тази тема са проф. д-р Костадин Костадинов, доц. д-р Детелина Игнатова, доц. д-р Димитър Чакъров и доц. д-р Тихомир Тянков.

## 5.6 „Материали и материалознание”

### Докторска програма „Технология на композитните материали”

Откриването на графена, като нов материал с уникални свойства отвори нови предизвикателства пред изследванията върху полимерните нанокompозити и разработването на нови материали за електрониката, за опаковки и други приложения. Разбирането на основните връзки между наноструктурата и макроскопските свойства на графен-полимерните нанокompозити е предизвикателство в съвременната наука. За да се справи с този проблем, изследователската цел на докторантурата е да разработи надеждна връзка структура-свойства, като иновативен инженерен подход за производство на графен-полимерни нанокompозити с контролирани параметри на преработка, подходяща микро-структура и нови свойства. За постигането на тази цел, докторантската програма ще акцентира върху характеризирани и корелация на основните фактори за дизайн на нанокompозитни, като например: (1) Диспергиране, ексфолиране и асемблиране на графеновите нанопластинки в полимерната матрица; (2) Формиране на хибридна структура графен-полимер; (3) Усилващ ефект върху реологичните и механичните свойства на макро, микро и наноразмерно ниво; (4) Мултифункционалност и нови физични свойства на графен-полимерните нанокompозити (напр. електромагнитно екраниране).

Докторантурата ще анализира възможността за приложение на резултатите от изследването за получаване на нов материал (влакно, нишка) за 3D printing.

Тематиката е от важно значение за развитието на изследванията върху графен в ИМех, свързани с участието ни като единствен институт от България в най-голямата изследователска мрежа в Европа – GRAPHEN FLAGSHIP - FET (2015-2018 г.).

Потенциални ръководители на докторантурата на тази тема са проф. дн Румяна Коцилкова и доц. д-р Евгени Иванов.

### **Кратка информация за условията в Института по механика за реализиране на предложените докторантурата**

В Института по механика има създадена дългогодишна традиция за подготовка на докторанти в предложените области и специалности. Във всяко едно от шестте научно-структурните звена (НСЗ) на Института по механика са налице необходимите условия за реализиране на предложените докторантури: **наличие на хабилитирани учени** (в института работят повече от **42** доцента и **16** професора), **научна среда** (общ научен семинар и работни семинари към всяко НСЗ), **информационни средства** (компютри, специализирана библиотека, интернет, клъстерна система за извършване на изчисления с голям обем и скорост и пр.) и **материални средства** (в института има няколко обособени лаборатории, разполагащи със съвременна оборудване). Що се отнася до финансовите условия, трябва да се отбележи, че от бюджетната субсидия са осигурени средства за обучението на докторантите, а ръководството на института и ръководителите на звената, в които ще се обучават бъдещите докторанти, полагат усилия за осигуряване и на допълнително финансиране от проекти. Предложените теми за докторантури покриват националните приоритети, както и приоритетите на „Хоризонт 2020”.