

КРАТКО ОПИСАНИЕ**на най-важните постижения на чл.-кор. проф. дмн Красимир Д. Данов**

Количествените параметри общо, както и за периода от 2019 г. до момента, са дадени в Справката за изпълнение на Критериите за оценка на кандидата

Описание на научните постижения отразени в приложените научни трудове за конкурса

Според класацията за цялостно кариерно развитие на учените (известна като Станфордска класация) чл.-кор. проф. дмн К.Д. Данов е сред първите два процента топ учени в света (виж сайта на БАН: <https://www.bas.bg/?p=46215>). От общо 216 научни труда за конкурса са приложени 130 от тях разделени в 5 тематични групи. Приложените 130 публикации са разпределени 110 в квантил Q1, 17 в квантил Q2, 2 в квантил Q3, 1 в квантил Q4, като по тях общо са забелязани 5861 цитата. Приложените трудове се цитират като първата цифра показва номера на тематичната група, а второто число – номера на съответния труд в групата.

1. Параболични системи нелинейни частни диференциални уравнения със съществено различни характерни размери – асимптотични методи, устойчивост, числени решения

Брой публикации 30: 26 в квантил Q1; 3 в квантил Q2; 1 в квантил Q4; брой цитати по тези публикации 1330.

Доказана е асимптотичната постановка на хидродинамичните задачи с променливи граници в присъствие на конвективен топло- и масо-пренос в случай когато единият характерен пространствен размер е много по-малък от другите два (1.3; 1.5; 1.7; 1.10; 1.11; 1.16). Разработен е числен метод с висока точност по времето за решаване на получената параболична система от нелинейни уравнения в пространството с нелинейни гранични условия съдържащи повърхностен оператор на Лаплас на неизвестните подвижни граници (1.1; 1.9; 1.23; 1.26). Методът е приложен за решаване на широк клас задачи за определяне скоростта на сближаване на повърхностите и тяхната форма (1.2; 1.11; 1.17). Изведени са аналитични решения за квазистационарните случаи при ротационна симетрия (1.10; 1.11; 1.12; 1.18; 1.20; 1.21; 1.22; 1.27; 1.28). Изследвана е линейната устойчивост на аналитичните решения и са доказани критериите за устойчивост (1.5; 1.6; 1.14; 1.15; 1.19; 1.29; 1.30).

Получено е условието за устойчивост на линейна суперпозиция от неустойчиви решения (1.18) и числено е моделирана нелинейната устойчивост на слоеве между две, три и повече разделящи повърхности при големи начални смущения (1.7; 1.8; 1.9). Резултатите са използвани за: количествена интерпретация на експерименталното време на живот и стабилност на тънки течни филми; изясняване на ефектите на стабилизаторите и изпарението върху критичните дебелини на филми и стабилността на пени и емулсии; получаване на информация от експериментите за характерните параметри на системите (1.4; 1.13; 1.22; 1.24; 1.25; 1.27). Конкретните модели и методи се използват от много автори в научната литература.

2. Елиптични и хиперболични системи частни диференциални уравнения – аналитични и числени решения за линейни квази-двумерни и спектрални силно нелинейни гранични задачи

Брой публикации 32: 27 в квантил Q1; 5 в квантил Q2; брой цитати по тези публикации 1504.

Разработен е оригинален метод за свеждане на линейна система частни диференциални уравнения от втори ред в пространството с гранични условия представляващи частни диференциални уравнения от втори ред на повърхност към квази-двумерна задача (2.2; 2.10). Изведено е аналитично решение във вид на ред по полиномите на Гегенбауер за движение на частица успоредно на междуфазова граница (2.5; 2.6), получени са аналитични формули за вискозитета при много-частичкови взаимодействия (2.11) и за съпротивлението на частица движеща се на междуфазова граница (2.9). Развит е числен метод на променливите направления за компютърно моделиране на широк клас квази-двумерни хидродинамични задачи за взаимодействия между частици и повърхности с уникални реологични свойства (2.2; 2.3, 2.10; 2.19). Методът е обобщен и за подвижна граница с конкретно приложение при разширяване на капки (2.17). Разработен е математически модел на втвърдени повърхностни слоеве, който е приложен за конкретни системи за определяне на силно нелинейните им реологични свойства (2.7; 2.13; 2.15; 2.16; 2.24; 2.26). За целта е развит тензорен подход за описание на 2D повърхности повлияни от контакта с 3D съседни области (2.20). Получените аналитични и числени резултати са потвърдени експериментално (2.1; 2.4; 2.5; 2.8; 2.12; 2.14; 2.18; 2.21; 2.22; 2.23; 2.25; 2.27; 2.28; 2.29; 2.30; 2.31; 2.32). Те се използват от много други

автори за характеризирание свойствата на междуфазови повърхности и биомембрани и за определяне размера на капки при мембранна емулсификация.

3. Аналитични решения на уравнения на Лаплас и Хелмхолц с гранични условия на Нойман в сложни области и устойчивост на решенията

Брой публикации 20: 19 в квантил Q1; 1 в квантил Q2; брой цитати по тези публикации 1036.

Доказано е, че общото решение в тороидални координати на уравнението на Лаплас с гранични условия на Нойман се задава с преобразованието на Мелер-Фок и се свежда до интегрално уравнение на Фредхолм, което е решено числено и аналитично (3.5; 3.8; 3.13; 3.14). Получените решения задават нехомогенната част за двумерното уравнение на Хелмхолц с гранични условия на две допълнителни граници (3.7). Получени са аналитичните решения на уравненията на Хелмхолц във вид на редове по функциите на Бесел и са изчислени интегралите по повърхностите, задаващи силите на взаимодействие на заредени и незаредени частици (3.1; 3.4; 3.9; 3.10; 3.11; 3.12; 3.20). Интегралите са пресметнати точно и са получени аналитични формули с помощта на резидиуми. Доказан е нов метод за точно пресмятане на интеграли от произведения на функции на Бесел с въвеждане на 2D тензор и преминаване към граници в особена точка от пространството (3.16). Методът може да се прилага и за точното пресмятане на интеграли от функции, които се явяват решение на уравнението на Хелмхолц в произволни едносвързани области. Доказана е теоремата за енергията за краен брой обекти и теоремата за равновесие и устойчивост (3.16). Този резултат позволява численото моделиране на конфигурации от много частици (3.15; 3.17; 3.18). Получените решения описват електричните и капилярни сили на взаимодействие между частици на повърхност и те са проверени и доказани експериментално (3.2; 3.3; 3.6; 3.7; 3.9; 3.10; 3.19; 3.20). Новите формули и методи на решение на задачите се цитират и използват от много чуждестранни автори.

4. Интегриращи множители на диференциални форми на Пфаф породени от уравнението на Гибс и Поасон-Болцман и вариационни методи свързани с тях

Брой публикации 27: 23 в квантил Q1; 2 в квантил Q2; 2 в квантил Q3; брой цитати на тези публикации 1283.

В обща форма са изведени интегриращите множители на диференциалните форми на Пфаф породени от уравнението на Гибс за системи с много променливи (4.3; 4.5; 4.10). С

тяхна помощ са конструирани нови уравнения на състоянието за различни частни случаи на функциите, които представляват самосъгласувани гранични условия на уравненията за дифузия (4.4; 4.6; 4.7; 4.8; 4.10). Чрез приравняване на стойностите на всички функции в обема и на границите за първи път са получени редица модели за многокомпонентни колоидни системи (4.1; 4.2; 4.11; 4.13; 4.14; 4.15). Изведени са първите интеграли на уравнението на Поасон-Болцман, които затварят задачата за функциите в обема (4.3; 4.4; 4.12; 4.16; 4.17; 4.21). В резултат се получават сложни системи от нелинейни уравнения, решенията на които се различават с до 10 порядъка. Разработени са оригинални числени методи за тяхното решаване (4.18; 4.19). Решени са сложни вариационни задачи, които се свеждат до интегрални уравнения от тип на Абел и силно нелинейни частни диференциални уравнения от тип на Поасон-Болцман, описващи нарастването на гигантски мицеларни структури (4.22; 4.23; 4.24; 4.25; 4.26; 4.27). Публикациите 4.22–4.27 представляват един завършен цикъл от модели за цялостно описание на асемблирането в колоидни структури. Всички получени модели са потвърдени експериментално и са използвани от много автори за обработка на експериментални данни (4.1; 4.2; 4.6; 4.7; 4.9; 4.13; 4.20). Те са послужили и за основа на разработения потребителски пакет програми към апаратура на фирмата Krüss (Германия) за обработка на експерименталните данни.

5. Крайни и безкрайни параболични системи от нелинейни частни диференциални уравнения от дифузионен тип

Брой публикации 21: 15 в кватил Q1; 6 в кватил Q2; брой цитати по тези публикации 708.

Моделите от тематично направление 3 описват равновесното (стационарно) разпределение на функциите. При отклонение от равновесие тези функции зависят и от времето, в резултат на което се получават нелинейни системи от параболични частни диференциални уравнения и едно елиптично частно диференциално уравнение (5.4; 5.6; 5.7; 5.11; 5.12). В случай на краен брой уравнения е получено и доказано асимптотичното поведение на нелинейната система диференциални уравнения (от тип на Поасон-Болцман) с нелинейни гранични условия както за малки, така и за големи времена и те са проверени числено (5.5; 5.7; 5.8; 5.9; 5.13). Получени са аналитични решения на линеаризираните параболични системи във вид на хипергеометрични функции, комбинации от функции на грешките с реален и комплексен аргумент (5.7; 5.10). Решени са и редица по-прости

конкретни системи уравнения в обема, но с гранични условия, които променят типа си с времето (5.14; 5.15; 5.20), което е позволило да се разпознае типа на адсорбционните процеси. Получените решения са приложени за описание на повърхностните свойства на неизучени до момента протеини (5.16; 5.17; 5.18; 5.19). В случай на безкрайни нелинейни системи параболични диференциални уравнения (за флокуляция, коалесценция и мицелообразуване) са разработени оригинални числени методи за решаване на задачите (5.1; 5.2; 5.3). Получени са и удобни приближени оценки за експресна обработка на експериментални данни (5.18; 5.19; 5.21).

Допълнителна информация

Математически модели с реализирани приложения в научното приборостроене, практиката и обучението

Разработени са математическите модели и програмната им реализация на микрокомпютърни системи за: обучението в средните и висши училища; научни, инженерни, биологични и медицински изследвания с конкретни приложения. По групи те са свързани с: а) програмирано обучение в средните и висши училища (5 бр.); б) обработка и интерпретация на експериментални данни от гео-космически експерименти (Русия – 6 бр.); в) изследване на дифузионни процеси в емулсии, метали, сплави и при изпарение (САЩ – 2 бр.); г) възстановяване на образите от електронни микроскопи (Япония – 2 бр.); д) за управление на безпилотни самолети и електро-гео-проучвания в отбранителната промишленост, за управление и стабилизация на честотата на лазери, за медицински изследвания (България – 3 бр.); е) апарат за измерване на повърхностната реология съвместно с немската фирма Krüss, Германия (3 бр.), защитени с два немски патента и един американски патент.

Глави от книги

В 9 обстойни глави от книги на английски език в международни издания е направен подробен обзор на получените резултати, както и на цялостното състояние на литературата в съответната научна област. Те съдържат общо 1048 стр., цитирани са 404 пъти и се използват и като учебни пособия от докторанти, магистранти и специализанти.

Описание на постиженията в научно-педагогическата дейност

Дългогодишната педагогическата дейност се основава на работата във ВНБВУ „Г. Бенковски“ (1981-1983), във ФМИ и ФХФ на СУ „Св. Кл. Охридски“ (1983-1985; 1991-до момента) преминавайки от асистент до професор. През този период е изпълнявана пълната учебна заетост от над 360 часа като са разработени 26 нови лекционни курса със съответните учебни пособия по тях. В резултат под ръководството ми успешно са защитили 39 дипломанти; 12 успешно защитили докторанти и 2 докторанти зачислени през 2023 г.; научен консултант на 3 успешно защитили докторанта. Редица вече изтъкнали учени са започнали своята кариера под мое ръководство: 2 професори в САЩ; 2 професори във Великобритания; 1 професор в Сингапур; 1 професор в Казахстан; 1 доцент в Германия и 2 доценти в България. По време на дългосрочни и краткосрочни специализации като гост-професор са изнесени лекции както следва: 7 курса в Германия; 1 курс във Франция; 2 курса в Япония. Тези постижения дадоха възможност за създаване на школа по комплексни флуиди и на ръководството ми на Лаборатория по „Комплексни флуиди“, която освен мен в момента се състои от 1 професор (проф. д-р Теодор Гърков), 1 доцент (доц. д-р Кръстанка Маринова), 1 главен асистент (гл. ас. д-р Светослав Аначков), 5 пост-докторанти (д-р Румяна Станимирова, д-р Гергана Радулова, д-р Михаил Георгиев, д-р Гергана Георгиева, д-р Вероника Яврукова), 10 студенти и магистранти. Отбелязаните приноси са отразени в приложените справки.

Описание на постиженията в приложна и патентна дейност

През целия период работата ми е насочена и към реализиране на научните резултати в конкретни практически приложения. Разработени са 19 системи за управление и програмни продукти в областите на интелигентните системи за обучени, събиране и управление на данни за гео-космически изследвания, научно приборостороене и приложно програмно осигуряване за апаратите на фирмите Krüss-Германия и Kraft-САЩ. Също така имам и три патента: 2 в Германия и 1 в САЩ. Приносите са подробно отразени в приложените справки.

Ръководство и участие в международни и национални научни проекти

Многостранното ръководство на и участие в общо 72 международни и национални научни проекти, някои от които продължават повече от 10 години, е подкрепено и документирано с 159 публикации излезли от печат с изказана благодарност за финансовата подкрепа на тези проекти. Стабилното финансиране на ръководената от мен Лаборатория „Комплексни флуиди“ се осъществява с ръководството и участието ми в 27 такива проекта от 2019 г. до момента. Тези проекти осигуряват финансиране от 2019 г. до момента както

следва: 457792 лв.; 1375680 евро; 230000 долара; като в тези суми не се включват средствата по трите проекта (център за върхови постижения и центрове за компетентност) по ОП НОИР BG05M2OP001-1.002-0012, BG05M2OP001-1.002-0023 и BG05M2OP001-1.001-0008. Отбелязаните приноси са отразени в приложените справки.

Научно-организационна, научно-административна и експертна дейност

Най-значимите участия и членства са както следва: член на СНС по Приложна математика и механика (2007-2011); член на ВНЕК по математически науки към ФНИ (2017-до сега); секретар на ОПМН на САЧК, БАН; член на 11 научни съвета за присъждане на научни степени и звания, като на 3 от тях е председател. Ръководител на Лаборатория „Комплексни флуиди“, която поставя ново научно направление във Факултета по химия и фармация на СУ „Св. Климент Охридски“. Тези постижения са дали възможност за укрепване на връзките на БАН със СУ „Св. Климент Охридски“, включително и съвместното ръководене на докторанти в ИМИ БАН.

Награди и отличия

Награда “Бесел” за цялостно научно творчество на Хумболтовата Фондация, Германия, 2002 г.

Почетен знак на СУ „Св. Кл. Охридски“ със синя лента, 2016 г.

Голямата награда „Питагор“ за цялостен принос в развитие на науката за 2019 г.