

АНОТАЦИИ НА МАТЕРИАЛИТЕ

на гл.ас. д-р Павлина Христова Атанасова

катедра „Приложна математика и моделиране“ на ФМИ
при ПУ „Паисий Хилендарски“

ЗА УЧАСТИЕ В КОНКУРСА

за академичната длъжност ‘доцент’ по:

област на висше образование: **4. Природни науки, математика и информатика;**
професионално направление: **4.5. Математика;**
наименование на научната специалност: **Изчислителна математика**

А. НАУЧНИ ПУБЛИКАЦИИ

1. **P. Atanassova**, Khr. Semerdzhiev, *Generalized Interpolating Polynomials in Newtonian Form*, Sci. works of the Univ. of Plovdiv “Paisii Hilendarski”, vol 33, **2001**, Maths; **Zbl 1014.41001**, <https://www.zbmath.org/?q=an%3A1014.41001>

Въвеждат се разделени разлики по отношение на тригонометрични, експоненциални и чебишови системи от базови функции. Представят се интерполационните полиноми в нютонова форма.

2. **P. Kh. Atanasova**, *Some presentations of generalized polynomials based on the theory of interpolation*, Sci. works of the Univ. of Plovdiv, Vol. 36, Book 3, **2009**, Math., 19-24, ISSN 0204-5249 (**MathSciNet**, [MR3243473](https://mathscinet.ams.org/mathscinet-getitem?mr=3243473)), <https://mathscinet.ams.org/mathscinet-getitem?mr=3243473>

В съобщението са дадени някои представяния на полиноми с използване на фундаментални алгебрични, тригонометрични, експоненциални и обобщени полиноми от теорията на интерполирането.

3. **P. Khr. Atanasova**, *On an approach for construction of I-V curves in LJJ*, Sci. works of the Univ. of Plovdiv, Vol. 37, Book 3, **2010**, Math., 13-22, ISSN 0204-5249 (**Zentralblatt**, **Zbl 1240.74008**), <https://zbmath.org/?q=an%3A1240.74008>

В тази работа е предложен нов подход за построяване на волт-амперни (I-V) криви, които са особено важни във физиката на дългите джозефсонови контакти (ДДК). Използва се бифуркационното статично решение и собствените функции на съответната задача на Щурм-Лиувил. След дискретизацията се получава преопределена нелинейна алгебрична система, за която се предлага да се решава по метода на най-малките квадрати. Свойствата на собствените функции довежда до възможността задачата да се решава рекурсивно с използването на непрекъснатия аналог на метода на Нютон. Описан е алгоритъмът за последователно намиране на точките от I-V кривата.

4. **P.Kh. Atanasova**, E. V. Zemlyanaya and Yu M Shukrinov. *Interconnection between static regimes in the LJs described by the double sine-Gordon equation*. Journal of Physics: Conf. Ser. 393 (2012) 012023 (SCOPUS, SJR=0.217), <https://doi.org/10.1088/1742-6596/393/1/012023>

Приносът на втората хармоника към съотношението на тока от фазата променя свойствата на разпределенията на статичните магнитни потоци в дългия джозефсонов контакт (ДДК) и предизвиква нови хомогенни и флуксонни статични състояния. Изследваме свойствата на устойчивост и бифуркациите на тези статични режими в рамките на модел, описан от двойното синус-Гордън уравнение. Анализира се поведението на критичните криви и взаимовръзката между различните типове разпределения на магнитния поток.

5. **P.Kh. Atanasova**, E.V.Zemlyanaya, Yu.M.Shukrinov, *Numerical Study of Fluxon Solutions of sine-Gordon Equation under the Influence of the Boundary Conditions*, G. Adam, J. Buřsa, and M. Hnatı̇c (Eds.): MMCP 2011, LNCS 7125, pp. 201–206, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012; (Scopus, SJR = 0.346), https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-28212-6_21

Числено се изследват флуксонните решения на гранична задача за синус-Гордон уравнението (SGE) в зависимост от граничните условия. Анализира се взаимовръзката между флуксонните и константните решения. Обсъждат се числени резултати в контекста на модел, описващ дълъг джозефсонов контакт.

6. **P.Kh.Atanasova**, E.V.Zemlyanaya. *Bifurcations in long Josephson junctions with second harmonic in the current-phase relation: numerical study*. Lecture Notes in Computer Sciences, Springer, Vol. 8236, pp.190-197, 2012. (Scopus, SJR = 0.346), https://doi.org/10.1007/978-3-642-41515-9_19

Критичните режими в дълъг джозефсонов контакт са изследвани в рамките на модел, отчитащ втората хармоника в съотношението ток-фаза. Показано е, че численият подход дава добро съответствие с аналитичните резултати. Представени са числени резултати, демонстрирайки възможностите и предимствата на числената схема за изследване на бифуркациите и свойствата на разпределенията на магнитния поток в зависимост от знака и стойността на втората хармоника в съотношението ток-фаза.

7. E.V.Zemlyanaya, E.V.Alexeeva, **P.Kh.Atanasova**. *Ac-driven nonlinear Schroedinger equation and double sine-Gordon equation: numerical study of complexes of localized states*. AIP Conference Proceedings 1629, 217 (2014); (Web of Science, Scopus, SJR=0.171), <https://doi.org/10.1063/1.4902276>

Изследваме комплекси от локализиранни състояния в две динамични системи: (i) нелинейно уравнение на Шрьодингер с директно управление и (ii) двойно синус-Гордон уравнение. Численият подход се основава на численото продължение на контролните параметри на стационарните решения и анализ на устойчивостта чрез линеаризираната задача на собствени

стойности. Показваме, че в случая на слабо затихване нелинейно уравнение на с директно управление притежава устойчиви и неустойчиви мултисолитонни комплекси. Показано е също, че втората хармоника променя свойствата и увеличава сложността на съвместно съществуващите статични флуksони на уравнението 2SG.

8. E. Zemlyanaya, N. Alexeeva, **P. Atanasova**, *Complexes of localized states in ac-driven nonlinear Schrödinger equation and in double sine-Gordon equation*, Bulletin of PFUR. Series Mathematics. InformationSciences. Physics. No 2, **2014**. Pp. 363–368, <https://cyberleninka.ru/article/n/complexes-of-localized-states-in-ac-driven-nonlinear-schrodinger-equation-and-in-double-sine-gordon-equation>

Комплексите на локализираните състояния са числено анализирани в две динамични системи: директно управлявано нелинейно уравнение на Шрьодингер (NLS) и двойно уравнение на синус-Гордон (2SG). И двете системи имат широк спектър от физически приложения. Нашият числен подход се основава на численото продължение на контролните параметри на неподвижните (стационарни) решения и устойчивостта и бифуркационния анализ на линеаризираната задача за собствени стойности. Изследвани са мултисолитонните комплекси на NLS уравнението в неактивирани и слабите режими на затихване. Ние показваме, че в случая на слабо затихване пряко управляваното уравнение на NLS притежава стабилни и нестабилни мултисолитонни комплекси. Резултатите се потвърждават с помощта на директни числени симулации на динамичното NLS уравнение. Изучават се свойствата на мултифлуksоновите решения на 2SG - уравнението в зависимост от параметъра на втората хармоника. Показваме, че втората хармоника променя свойствата и увеличава сложността на съвместните статични флуksони на 2SG -уравнението. Резултатите се обсъждат в рамките на модела на дълъг джозефсонов контакт.

9. E.V.Zemlyanaya, **P.Kh.Atanasova**, A.V.Volokhova, V.D.Lakhno, I.V.Amirkhanov, I.V.Puzynin, T.P.Puzynina, V.S.Rikhvitskiy. *Numerical Simulation of Photoexcited Polaron States in Water*. AIP Conference Proceedings 1684, 100006 (**2015**); (**Web of Science, Scopus, SJR=0.152**), doi: 10.1063/1.4934343, <https://aip.scitation.org/doi/abs/10.1063/1.4934343>

Разглеждаме динамичния поляронов модел на хидратираното електронно състояние основавайки се на система от три нелинейни частни диференциални уравнения с подходящи начални и гранични условия. Разработен е паралелен изчислителен алгоритъм за численото решение на тази система. Неговата ефективност е тествана на няколко многопроцесорни системи. Извършено е числено симулиране на образуването на поляронни състояния във вода под действието на ултравиолетовото лъчево облъчване. Показано е, че числените резултати са съпоставими с експерименталните данни и теоретичните прогнози.

10. **P.Kh.Atanasova**, E.V.Zemlyanaya, *Numerical Investigation of Bifurcations in Long Josephson Junctions with Second Harmonic in the Current-Phase Relation*. Comptes rendus de l'Acad'emie bulgare des Sciences, MATHEMATIQUES, M'ethodes de calculs num'erique Tome 68, No 12, **2015**, (**Web of Science, IF = 0.233; Q4, SJR=0.205**), http://www.proceedings.bas.bg/cgi-bin/mitko/ODOC_abs.pl?2015_c_02

Втората хармоника в съотношението ток-фаза за дълг джозефсонов контакт (ДДК) играе важна роля при моделирането на различни ДК. Тя изкривява формата, променя свойствата на стандартните разпределения на статичните магнитни потоци и предизвиква появата на нови статични състояния. Описана е числената схема за бифуркационния анализ на разпределенията на статични магнитни потоци в ДДК, описани с двойно синус-Гордон уравнение. Вместо директно числено симулиране на частното диференциално уравнение, ние числено решаваме граничната задача за системата от нелинейни обикновени диференциални уравнения. Показваме, че нашият числен подход позволява да се получат нови разпределения на флуксони, да се изследва тяхната устойчивост и бифуркации и да се конструира критичната крива, която е важна физична характеристика на ДДК. Нашата числена техника е доказана като ефективен начин за получаване на нова информация за сложността на статичните разпределения в ДДК.

- 11.** E.V. Zemlyanaya, M.V. Bashashin, I.R. Rahmonov, Yu.M. Shukrinov, **P.Kh. Atanasova**, and A.V. Volokhova. *Model of stacked long Josephson junctions: Parallel algorithm and numerical results in case of weak coupling*. AIP Conference Proceedings 1773, 110018(1-9), **2016**; (**Web of Science**, **Scopus**, **SJR=0.165**), <https://doi.org/10.1063/1.4965022>

Разглеждаме модел на система от дълги джозефсонови контакти с индуктивно и капацитивно свързване. Съответната система от нелинейни частни диференциални уравнения се решава с помощта на стандартната триточкова апроксимация с крайни разлики по пространствената координата и използване на метода Рунге-Кута за решаване на получената задача на Коши. Разработен и реализиран е паралелен алгоритъм на базата на технологията MPI (Message Passing Interface). Показано е въздействието на свързването между контактите върху свойствата на цялата система. Числените резултати се разглеждат от гледна точка на ефективността на паралелната реализация.

- 12.** **Pavlina Atanasova**, Atanaska Georgieva, Lozanka Trenkova, *Existence of Continuous Solutions of a Perturbed Linear Volterra Integral Equations*, Annular of the FMI, SU, Tome 103, **2016**, (**MathSciNet**, **MR3676978**), <https://mathscinet.ams.org/mathscinet-getitem?mr=3676978>

В тази работа се изучава съществуването на непрекъснати решения върху компактен интервал на пертурбираните линейни интегрални уравнения на Волтера. Съществуването на такова решение се основава на добре познатия принцип на Лере-Шаудер за неподвижната точка в банаховото пространство. Специален акцент е посветен на изучаването на единствеността на непрекъснатото решение. Численият подход за намиране на приближено решение на пертурбираните линейни интегрални уравнения на Волтера се основава на метода на последователните приближения и квадратурни формули. Доказана е сходимостта на числената схема. Дадени са някои числени примери, които показват приложимостта и точността на числения метод и потвърждават теоретичните резултати.

- 13.** М.В.Башашин, Е.В.Земляная, И.Р.Рахмонов, Ю.М.Шукринов, **П.Х.Атанасова**, А.В.Волохова. *Вычислительная схема и параллельная реализация для моделирования системы длинных джозефсоновских переходов*. Компьютерные исследования и моделирование (Computer Research and Modeling), ISSN:2076-7633, eISSN:2077-6853,

Изд: Изд-во технической литературы «Институт компьютерных исследований») Т.8, вып.4, 2016, с.593–604, http://crm.ics.org.ru/uploads/crmissues/crm_2016_4/16.08.01.pdf

Разглеждаме модел на дълг джозефсонов контакт (ДДК), който се състои от последователни свръхпроводящи и диелектрични слоеве. Моделът отчита индуктивното и капацитивното свързване между съседните контакти. Моделът е описан чрез система от нелинейни частни диференциални уравнения по отношение на фазовите разлики и напрежението на ДДК, с подходящи начални и гранични условия. Численото решение на тази система от уравнения се основава на използването на стандартни триточкови диференчни формули за дискретни апроксимации по пространствената координата и прилагане на четиристъпков метод на Рунге-Кута за решаване на задачата на Коши. Създаденият паралелен алгоритъм се реализира чрез MPI технологията (Message Passing Interface). В статията е представена математическата формулировка на задачата, описана е числена схема и метод за изчисляване на волт-амперната характеристика на системата ДДК. Представени са два варианта на паралелна реализация. Показано е влиянието на индуктивното и капацитивното свързване между контактите върху структурата на волт-амперната характеристика. Представени са резултатите от методическите изчисления с различни параметри на дължината и броя на джозефсоновите контакти в стека от ДДК в зависимост от броя на паралелните изчислителни възли. Изчисленията са извършени на многопроцесорни кълстери HybriLIT и CICC на Многофункционален информационен и изчислителен комплекс (Лаборатория по информационни технологии, Обединен институт за ядрени изследвания, Дубна). Числените резултати се разглеждат от гледна точка на ефективността на паралелно представените подходи на числената симулация на системата ДДК. Показано е, че един от паралелните алгоритми осигурява 9-кратно ускоряване на изчисленията.

- 14.** I.R.Rakhmonov, Yu.M.Shukrinov, **P.Kh.Atanasova**, E.V.Zemlyanaya, M.V.Bashashin. *Effect of Inductive and Capacitive Coupling on the Current–Voltage Characteristic and Electromagnetic Radiation from a System of Josephson Junctions*, Journal of Experimental and Theoretical Physics, ISSN 1063-7761, **2017**, Vol.124, No.1, pp.131-138 (Pleiades Publishing Inc.), (**Web of Science, Scopus, IF = 1.255; Q3, SJR=0.437**),

<https://link.springer.com/article/10.1134/S1063776116150139>

Изследвана е волт-амперната характеристиката на система от дълги джозефсонови контакти, вземайки предвид индуктивното и капацитивното свързване. Разгледани са зависимостите на усреднените производни по времето на фазовата разлика от външния ток и пространствено-времевите зависимости на фазовата разлика и магнитното поле във всеки контакт. Показана е възможността за разклоняване на волт-амперната характеристиката в областта на нулево поле, което е свързано с различен брой флуксони в отделни джозефсонови контакти. Волт-амперната характеристика на системата от джозефсонови контакти се сравнява със случая на единично свързване и е показано, че наблюдаваното разклонение се дължи на свързването между контактите. Изчислява се интензивността на електромагнитното излъчване, асоциирано с движението на флуксоните, и се анализира ефектът на свързването между конатките върху мощността на излъчване.

- 15.** **Atanasova P**, Georgieva A, Konstantinov M. *Dichotomous solutions of linear impulsive differential equations*. Math Meth Appl Sci. **2018**; 1–8., (**Web of Science, Scopus, IF = 1.533; Q2, SJR=0.666**) <https://doi.org/10.1002/mma.4701>

Въвежда се понятието $L_p(h; k)$ -решения на линейни диференциални уравнения с импулси в банаховите пространства. Получени са достатъчни условия за съществуването на такива решения. Разгледани са възможни приложения към линейни системи за управление с импулси. Даден е илюстративен пример.

16. I. R. Rahmonov, Yu. M. Shukrinov, P. Atanasova, E.V.Zemlyanaya, O.I. Streltsova, M. I. Zuev and M.V. Bashashin, *Simulation of collective excitations in the stack of long Josephson junctions*, EPJ 173, 06011, 2018. (Web of Science, SJR =0,197), https://www.epj-conferences.org/articles/epjconf/abs/2018/08/epjconf_mmcp2018_06011/epjconf_mmcp2018_06011.html

Изследвана е фазовата динамика на стек от дълги джозефсонови контакти. При изчисленията са взети под внимание както индуктивните, така и капацитивните връзки между джозефсонските контакти. Изследвана е IV-кривата, зависимостта на мощността на излъчване от външния ток и динамиката на всеки контакт в стека. Наблюдава се съвместното съществуване на движещата вълна на заряда и флуковите състояния. Това състояние може да се разглежда като ново колективно възбуждане в системата от свързани джозефсонови контакти. Показано е, че наблюдаваното колективно възбуждане води до намаляване на силата на излъчване от системата.

17. E.V. Zemlyanaya, A.V.Volokhova, V.D.Lakhno, M.V.Bashashin, I.V.Amirkhanov, I.V.Puzynin, T.P.Puzynina and P.Kh.Atanasova. *Numerical Study of Formation of Hydrated Electron States*. AIP Conference Proceedings, 2018; (Web of Science, SCOPUS, SJR=0,152), <https://doi.org/10.1063/1.5064951>

Формирането на хидратирани електронни състояния във вода се изследва в рамките на поляронния модел, който е описан чрез система от нелинейни частни диференциални уравнения. Показано е, че този подход осигурява съгласуване на числените резултати с експериментални данни за абсорбцията на светлината от хидратирания електрон. Описани са математическата формулировка на задачата и числения подход, представени са резултатите от числената симулация и сравнение с експерименталните данни.

18. Pavlina Atanasova, Stefani Panayotova, Yury Shukrinov, Ilhom Rahmonov, and Elena Zemlyanaya, *User software for numerical study of Josephson junction with magnetic momenta*, EPJ 173, 05002, 2018. (Web of Science, SJR =0,197), https://www.epj-conferences.org/articles/epjconf/abs/2018/08/epjconf_mmcp2018_05002/epjconf_mmcp2018_05002.html

Представен е потребителски софтуер за числено изследване на модел на джозефсонов контакт с магнитни импулси. Компютърната реализация е извършена с помощта на Wolfram Mathematica, използвайки обширните възможности на тази система за създаване на интерактивни динамични обекти. Прилагат се два метода за числено решаване на съответната система от обикновени диференциални уравнения: четиристъпковият алгоритъм Рунге-Кута и методът Рунге-Кута-Фелберг с предварително определена точност. Представени са резултати от числената симулация, за да се потвърди коректността на изчисленията, извършени с разработения софтуер.

19. Atanasova P.K., Panayotova S.A., Zemlyanaya E.V., Shukrinov Y.M., Rahmonov I.R. *Numerical Simulation of the Stiff System of Equations Within the Spintronic Model*. In: Nikolov G., Kolkovska N., Georgiev K. (eds) Numerical Methods and Applications. NMA 2018. Lecture

Разглеждаме твърда система от обикновени дифференциални уравнения в рамките на спинтронен модел на джозефсонов контакт, състоящ се от свръхпроводник-ферромагнит-свръхпроводник. За някои стойности на параметрите явните алгоритми не могат да се приложат за числено решаване на тази система и се изискват специални числени подходи като неявния двустъпков метод на Гаус-Лежандр. В нашето изследване използваме както явни, така и неявни числени схеми, които са внедрени в съответния интерактивен софтуер на базата на системата Wolfram Mathematica. В този софтуер ние използваме 4-стъпковия явен алгоритъм на Рунге-Кута и двустъпковия метод на Гаус-Лежандр от 4-ти ред на точност (известен също като имплицитната схема на Рунге-Кута), комбиниран с метода на последователните приближения. Анализираме ефективността на два числени подхода и демонстрираме предимство на имплицитния метод над явната схема. Представени са резултати от числено симулиране на свръхпроводящи процеси в контакта в зависимост от параметрите.

Б. УЧЕБНИ ПОМАГАЛА

20. Гочева-Илиева С., Х. Кулина, П. Атанасова, Д. Войникова, А. Иванов, Лабораторна тетрадка по дисциплината Софтуерни системи по математика за спец. Софтуерни технологии и дизайн, изд. Фастумпринт, 2015 г. ISBN: 978-619-7223-10-1, печатно

Лабораторната тетрадка по „Софтуерни системи по математика“ е предназначена за студентите от ФМИ на ПУ „Паисий Хилендарски“. Тя отговаря на учебния план на студентите от специалност „Софтуерни технологии и дизайн“, I-ви курс, редовно и задочно обучение за образователна степен „бакалавър“ на ФМИ при ПУ „Паисий Хилендарски“.

Основната част от представените задачи са апробирани в обучението през академичната 2014/2015 година. Тетрадка съдържа 7 лабораторни упражнения с общо 70 задачи. Във всяко упражнение са решени избрани примери, а останалите са предложени за самостоятелна работа. В края на тетрадката е приведен списък от основни правила за работа с Wolfram Mathematica. Лабораторната тетрадка може да служи и като ръководство за начинаещия потребител на Wolfram Mathematica. Тя може да се използва за самостоятелно обучение със софтуерната система, както и за подготовка за олимпиадите по компютърна математика.

21. П.Атанасова, Електронни материали за дисциплината „Компютърни числени методи“ – презентации за обучение и само-подготовка, видеа и работни файлове, Пловдивски Университет, Пловдив, 2017; <http://atanasova.fmi-plovdiv.org/obuchenie/18/>

Целта на курса е изучаването на основните методи за числено решаване на математически задачи и тяхната компютърна реализация. На лекциите, освен теоретични знания, се дават и конкретни примери. За всеки основен метод студентът съставя компютърна програма по време на лабораторните занятия в час и/или като домашна работа, която се заверява от ръководителя на упражненията. Учебният материал включва: числени методи за решаване на уравнения и системи линейни уравнения (точни и итерационни методи), апроксимации на експериментални данни (интерполиране, сплайни, метод на най-малките квадрати), числено диференциране и интегриране, приближено решаване на нелинейни системи алгебрични уравнения, числено интегриране на обикновени дифференциални уравнения и модели, начални и гранични задачи за обикновени дифференциални уравнения и др. Курсът е изцяло компютърно ориентиран. Целта е

студентите да придобият умения за решаване на задачи с професионални математически и статистически пакети, да развият умения да разбират правилно и да интерпретират коректно резултатите, получавани със софтуерните пакети. Използват се основно пакетите Wolfram Mathematica и онлайн машината за изчисления на WolframAlfa и/или други софтуерни среди за програмиране, предпочитани от студентите.

22. П.Атанасова, Електронни материали за дисциплината „Изчислителна математика 2“ – презентации за обучение и само-подготовка, видеа и работни файлове, Пловдивски Университет, Пловдив, 2016; <http://atanasova.fmi-plovdiv.org/obuchenie/13/>

В курса се разглеждат етапите и особеностите на научните изчисления; математически модели, числени методи и компютърни изчисления. Представят се понятията за устойчивост, коректност и сходимост. Численото интегриране на задачата на Коши за обикновени диференциални уравнения и системи ОДУ се представя чрез няколко типа методи: едностъпкови методи (метод на Ойлер и модификации); методи на Рунге-Кута; многостъпкови методи от типа на Адамс – екстраполационни и интерполационни формули. За числено решаване на гранични задачи за ОДУ се изучават мрежови методи за решаване на линейни гранични задачи от втори ред. В курса са включени елементи от теорията на диференчните схеми (ДС): мрежа, шаблон, мрежови функции, апроксимация на основните диференциални оператори; мрежови норми, диференчни аналози на основните диференциални операции; построяване и разрешимост на ДС; коректност и устойчивост на ДС. За решаване на частни диференциални уравнения се извежда и демонстрира метод на мрежите. Прави се класификация на линейните ЧДУ от втори ред и се решават параболични ЧДУ-уравнение на топлопроводността за хиперболични ЧДУ-вълново уравнение. За всички задачи се прави подробен анализ на теоретичната обосновка и се представят примери на Wolfram Mathematica.

Изготвил:

ГЛ. АС. Д-Р ПАВЛИНА АТАНАСОВА

05.07.2019 г.

гр. Пловдив