

Abstracts of publications for participation in competition for the academic position " Assoc. Professor" of Assoc. Professor Ivan Peychev Jordanov presented in connection with a competition for the academic position "Associate Professor" in the professional field 4.5. Mathematics, promulgated in State Gazette, issue 101 from 27. 01. 2025 / Резюме на публикации за участие в конкурс за академична длъжност „доцент“ на доцент Иван Пейчев Йорданов, представени във връзка с конкурс за академична длъжност „професор“ в професионално направление 4.5. Математика, обнародван в „Държавен вестник“, бр. 101 от 27. 01. 2025 г.

Published articles in specialized scientific journals and reports at conferences / Публикувани статии в специализирани научни издания и публикувани доклади от конференции:

Vitanov H. K., Sakai K., Jordanov I. P., Managi S., Demura K., Analysis of a Japan government intervention on the domestic agriculture market, Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, Volume 382, Issue 1, 1 August 2007, Pages 330-335, <https://doi.org/10.1016/j.physa.2007.02.025>, ISSN: 0378-4371.

Abstract: We investigate an economic system in which one large agent—the Japan government changes the environment of numerous smaller agents—the Japan agriculture producers by indirect regulation of prices of agriculture goods. The reason for this intervention was that before the oil crisis in 1974 Japan agriculture production prices exhibited irregular and large amplitude changes. By means of analysis of correlations and a combination of singular spectrum analysis (SSA), principal component analysis (PCA), and time delay phase space construction (TDPSC) we study the influence of the government measures on the domestic piglet prices and production in Japan. We show that the government regulation politics was successful and lead: (i) to a decrease of the nonstationarities and to increase of predictability of the piglet price; (ii) to a coupling of the price and production cycles; and (iii) to increase of determinism of the dynamics of the fluctuations of piglet price around the year average price. The investigated case is an example confirming the thesis that a large agent can change in a significant way the environment of the small agents in complex (economic or financial) systems which can be crucial for their survival or extinction.

Резюме: Изследваме икономическа система, при която един голям агент - японското правителство променя средата на множество по-малки агенти - японските земеделски производители чрез непряко регулиране на цените на селскостопанските стоки. Причината за тази намеса е, че преди петролната криза през 1974 г. цените на селскостопанското производство в Япония показват големи амплитудни промени. Чрез корелационен анализ и комбинация от анализ на сингулярния спектър (SSA), анализ на принципните компоненти (PCA) и изграждане на пространственото фазово забавяне (TDPSC) показваме влиянието на държавните мерки върху вътрешните цени на прасенцата и производството на св. месо в Япония. Показваме, че правителствената политика за регулиране е била успешна и е довела: (i) до намаляване на нестационарността и до повишаване на предсказуемостта на цената на прасенцата; (ii) за свързване на ценовия и производствения цикъл; и (iii) за увеличаване на детерминизма на динамиката на колебанията в цената на прасенцата около средната цена за годината. Изследваният случай е пример, потвърждаващ тезата, че един голям агент може значително да промени средата на малките агенти в сложните (икономически или финансови) системи, които могат да бъдат решаващи за тяхното оцеляване или изчезване.

Jordanov I. P., Nonlinear waves caused by diffusion of population members, *Comptes rendus de l'Academie bulgare des Sciences*, Vol 62, No1, pp.033-040, 2009, ISSN 1310-1331.

Abstract: On the basis of a general model for spatial-time interaction of populations we investigate one-dimensional nonlinear density waves caused by the diffusion of members of populations in space. We assume that the interaction between the members of the population does not depend on the population density. Two cases are discussed: (i) case of constant growth rate and, (ii) case of growth rate which depends on the population density. We show that existence of nonlinear kink wave solutions is possible for both cases. Such waves correspond to a phase space connection of a saddle point and stable node. We obtain analytical exact expressions for the kink waves for the two discussed cases.

Резюме: Въз основа на общ модел за пространствено-времево взаимодействие на популациите ние изследваме едномерни нелинейни вълни с плътност, която се изменя в резултат на дифузията на членовете на популациите в пространството. Предполагаме, че взаимодействието между членовете на популацията не зависи от плътността на популацията. Обсъдени са два случая: (i) случай на постоянен темп на растеж и (ii) случай на темп на растеж, който зависи от плътността на населението. Показваме, че съществуването на нелинейни решения във вид на кинкови вълни е възможно и за двата случая. Такива вълни съответстват на фазово-пространствената връзка на седлова точка и устойчив възел. Получаваме и точни решения за вълните и за двата обсъдени случая.

Nikolova E. V., Jordanov, I. P., Vitanov N. K., Dynamical features of the quasistationary microRNA-mediated protein translation process supported by eIF4F translation initiation factors, *COMPUTERS & MATHEMATICS WITH APPLICATIONS*, Volume: 66, Issue: 9 Pages: 1716-1725, DOI: 10.1016/j.camwa.2013.04.021, ISSN: 0898-1221, eISSN: 1873-7668, Published: NOV 2013.

Abstract: Mathematical modeling of kinetic processes with different time scales allows a reduction of the governing equations on the basis of quasi-steady-state approximations (QSSA). Below the QSSA theorem is applied to a modified mathematical model of the microRNA repression on the protein translation with participation of eIF4F translation initiation factors. In accordance with the terminology of the QSSA theorem two of the protein concentrations are denoted as 'fast varying', such that the corresponding kinetic equations form a system attached to the system for 'slow' variables that consists of equations for the other four concentrations. We obtain analytic solutions related to the steady-state values of the fast varying concentrations and the slow varying ones, and the interpretation of these solutions are as restrictions on the regulatory role of microRNAs on the protein translation process.

Резюме: Математическото моделиране на кинетични процеси с различни времеви скали позволява намаляване на управляващите уравнения на базата на квазистационарни приближения (QSSA). Тук прилагаме QSSA – теоремата към модифициран математически модел на микро РНК репресия върху транслацията на протеини с участието на фактори за инициране на транслацията на eIF4F. В съответствие с терминологията на теоремата QSSA две от концентрациите на протеин се означават като „бързо-вариращи“, така че съответните кинетични уравнения образуват система, прикрепена към системата за „бавни“ променливи, която се състои от уравнения за останалите четири концентрации. Получаваме и точни решения, свързани със стационарни стойности на бързо променящите се концентрации и

бавно променящите се. Тълкуването на тези решения като ограничение на регулаторната роля на микроРНК върху процеса на транслация на протеините.

Dushkov I. N., Jordanov I. P., Vitanov, N. K., Numerical modeling of dynamics of a population system with time delay, MATHEMATICAL METHODS IN THE APPLIED SCIENCES, Volume: 41, Issue: 18, Pages: 8377-8384, DOI: 10.1002/mma.4553, ISSN: 0170-4214, eISSN: 1099-1476, Published: DEC 2018.

Abstract: Mathematical models of interacting populations are often constructed as systems of differential equations, which describe how populations change with time. Below we study such a model connected to the nonlinear dynamics of a system of populations in presence of time delay. The consequence of the presence of the time delay is that the nonlinear dynamics of the studied system become more rich, eg, new orbits in the phase space of the system arise, which are dependent on the time-delay parameters. In more detail, we introduce a time delay and generalize the model system of differential equations for the interaction of 3 populations based on generalized Volterra equations in which the growth rates and competition coefficients of populations depend on the number of members of all populations. Then we solve numerically the system with and without time delay. We use a modification of the method of Adams for the numerical solution of the system of model equations with time delay. By appropriate selection of the parameters and initial conditions, we show the impact of the delay time on the dynamics of the studied population system.

Резюме: Математическите модели на взаимодействащите популации най-често се изграждат като системи от диференциални уравнения, които описват как популациите се променят с времето. По-долу изучаваме такъв модел, свързан с нелинейната динамика на система от популации при закъснение във времето. Последницата от наличието на забавяне във времето е, че нелинейната динамика на изследваната система става побогата, например възникват нови орбити във фазовото пространство на системата, които зависят от параметрите на забавяне във времето. По-подробно въвеждаме закъснение във времето и обобщаваме моделната система от диференциални уравнения за взаимодействието на 3 популации въз основа на обобщени уравнения на Волтера, в които темповете на растеж и коефициентите на конкуренция на популациите зависят от броя на членовете на всички популации. След това решаваме числено системата със и без забавяне на времето. Използваме модификация на метода на Адамс за численото решение на системата от моделни уравнения със закъснение във времето. Чрез подходящ подбор на параметрите и началните условия показваме влиянието на времето на забавянето върху динамиката на изследваната популационна система.

Jordanov I. P., Vitanov N.K., On the exact traveling wave solutions of a hyperbolic reaction-diffusion equation, Studies in Computational Intelligence, Volume 793, 2019, Pages 199-210, Springer Nature, ISSN:1860-949X, EISSN:1860-9503.

Abstract: We discuss a class of hyperbolic reaction-diffusion equations and apply the modified method of simplest equation in order to obtain an exact solution of an equation of this class (namely the equation that contains polynomial nonlinearity of fourth order). We use the equation of Bernoulli as a simplest equation and obtain traveling wave solution of a kink kind for the studied nonlinear reaction-diffusion equation.

Резюме: Обсъждаме клас хиперболични уравнения от реакционно-дифузионен тип. Прилагаме модифицирания метод на най-простото уравнение, за да получим точно решение на уравнение

от този клас (а именно уравнението, което съдържа полиномиална нелинейност от четвърти ред). Използваме уравнението на Бернули като най-просто уравнение и получаваме решение във вид на пътуваща вълна за изследваното нелинейно реакционно-дифузионно уравнение.

Jordanov I. P., Nikolova E.V., On the evolution of nonlinear density population waves in the socio-economic systems, AIP Conference Proceedings, American Institute of Physics, ISSN: 0094-243X, E ISSN: 1551-7616, Volume 2075, 26 February 2019, Article number 150002.

Abstract: The most systems in our environment contain components that interact through competition or cooperation, which can lead to system adaptation. Recently, it is especially important to study the behavior of such systems, and to develop and apply new appropriate mathematical methods for studying the processes in these systems. Such approaches have many applications in economy and sociology and are successfully used in mathematics, physics, ecology, biology and technical sciences. In the last decades non-linear models are intensively used to model economic and social systems. In many cases the main features of such complex systems can be explained by a relatively small number of non-linear differential equations. Examples of such systems are some economic organizations. In this paper we model the behavior of a socio-economic system by partial differential equations. The model describes dynamics of populations competing for limited resources. In the model, migration is treated as a advection-diffusion process influenced by changing of the growth rates and the interactions among population individuals. The model describes several novel features of the interacting populations compared to the well-known classic models in population dynamics. Using the modified method of simplest equation and one of its extended versions, we obtain new wave solutions of the model system.

Резюме: Повечето системи в нашата среда съдържат компоненти, които си взаимодействат чрез конкуренция или сътрудничество, което може да доведе до адаптация на системата. Напоследък е особено важно да се изследва поведението на такива системи и да се разработят и прилагат нови подходящи математически методи за изучаване на процесите в тези системи. Такива подходи имат много приложения в икономиката и социологията и се използват успешно в математиката, физиката, екологията, биологията и техническите науки. През последните десетилетия нелинейните модели се използват интензивно за моделиране на икономически и социални системи. В много случаи основните характеристики на такива сложни системи могат да бъдат обяснени с относително малък брой нелинейни диференциални уравнения. Примери за такива системи са някои икономически организации. В тази статия ние моделираме поведението на социално-икономическата система чрез частни диференциални уравнения. Моделът описва динамиката на популациите, които се конкурират за ограничени ресурси. В модела миграцията се третира като адвекциондифузионен процес, повлиян от промяна на темповете на растеж и взаимодействията между индивидите от населението. Моделът описва няколко нови характеристики на взаимодействащите популации в сравнение с добре познатите класически модели в динамиката на популацията. Използвайки модифицирания метод на най-простото уравнение и една от неговите разширени версии, получаваме нови вълнови решения на моделната система.

Nikolova E. V., Serbezov D. Z., Jordanov, I. P., On the spatio-temporal dynamics of interacting economic agents: Application of the modified method of simplest equation, AIP Conference

Proceedings, American Institute of Physics, ISSN: 0094-243X, E ISSN: 1551-7616, Volume 2075, 26 February 2019, Article number 150003.

Abstract: In this study we discuss a mathematical model based on an advection-reaction-diffusion type PDEs. The model describes the spatio-temporal dynamics of populations of interacting economic agents. We extend the generalized reaction-diffusion model for spatiotemporal population dynamics proposed [N. K. Vitanov, I. P. Jordanov, Z. I. Dimitrova, Applied Mathematics and Computation 215, 2950-2964 (2009)] by adding new advection terms to the equations therein. The new advection terms describe the preferential movement (migration) of agent systems to favorable regions due to their economic interests. We assume that the speeds of agent migration are density dependent on specific economic mechanisms. We extract an analytical solution of the proposed advection-reaction-diffusion model for the case of one population of interacting agents which migrates in one spatial direction. The numerical tests of the obtained analytical solution demonstrate propagation of nonlinear density waves of a 'kink' type. We show that the propagation wave front can change in dependence on assumptions made about migration speeds of the agents.

Резюме: В това изследване ние обсъждаме математически модел, базиран на ЧДУ от тип адвекция-реакция-дифузия. Моделът описва пространствено-временната динамика на популациите на взаимодействащи икономически агенти. Ние разширяваме обобщения модел реакция-дифузия за предложената пространствено-времева динамика на популацията, предложен от Витанов, Йорданов и Димитрова в Applied Mathematics and Computation 269, 363–378 (2015) чрез добавяне на нови адвективни членове в уравненията. Новите условия за адвекция описват преференциалното движение (миграцията) на агентните системи към благоприятни региони поради техните икономически интереси. Предполагаме, че скоростите на миграция на агентите зависят от плътността от специфични икономически механизми. Получаваме точно решение на предложения модел на адвекция-реакция-дифузия за случая на една популация от взаимодействащи агенти, която мигрира в една пространствена посока. Числените тестове на полученото аналитично решение демонстрират разпространение на нелинейни вълни с плътност от тип „kink“. Ние показваме, че фронтът на вълната на разпространение може да се промени в зависимост от предположенията за скоростта на миграция на агентите.

Nikolova E. V., Serbezov D. Z., Jordanov, I. P., Nonlinear spread waves in population dynamics including a human-induced Allee effect, AIP Conference Proceedings, American Institute of Physics, ISSN: 0094-243X, E ISSN: 1551- 7616, Volume 2075, 26 February 2019, Article number 150004.

Abstract: In this study we discuss a reaction–diffusion equation, which describes the spatiotemporal dynamics of a single low-density population incorporating an Allee effect. In more details the studied equation represents variations of the population density in the space and in the time due to a slow random diffusion process and a local growth rate induced by an Allee effect. We obtain an exact general analytical solution of the considered equation applying the modified method of simplest equation. The ordinary differential equation of Abel of first kind is used as the simplest equation. The solution is presented by a special function proposed in [N. K. Vitanov, Z. I. Dimitrova, K. N. Vitanov, Applied Mathematics and Computation 269, 363–378 (2015)]. A particular case of the general solution is derived reducing the special function to elementary functions. We simulate numerically

the particular solution and show that the population density wave can vary in its profile depending on the strength of the Allee effect.

Резюме: В това изследване обсъждаме реакционно-дифузионно уравнение, описващо пространствено-времевата динамика на една популация с ниска плътност, включваща т. нар. ефект на Allee. По-подробно изследваното уравнение представя изменението на плътността на популацията в пространството и във времето, дължащо се на бавен произволен процес на дифузия и локален темп на растеж, индуциран от Allee-ефекта. Получаваме и точно аналитично решение на разглежданото уравнение, използвайки модифицирания метод на най-просто уравнение. Обикновеното диференциално уравнение на Абел от първи вид се използва като най-просто уравнение. Решението е представено от специална функция, предложена в [Н.К. Витанов, З.И. Димитрова, К.Н. Витанов, Приложна математика и изчисления 269, 363–378 (2015)]. Вземаме случай на решението, при който специалната функция се свежда до елементарни функции. Симулираме числено конкретното решение и показваме, че вълната на плътността на индивидите на популацията може да изменя профила си в зависимост от силата на ефекта на Allee.

Nikolova E.V., Serbezov D.Z., Jordanov I.P., Vitanov N.K., Non-linear Waves of Interacting Populations with Density-Dependent Diffusion, Studies in Computational Intelligence, Springer, Cham, 2021, 961 SCI, pp. 324–332, https://doi.org/10.1007/978-3-030-71616-5_29, Print ISBN 978-3-030-71615-8, Online ISBN 978-3-030-71616-5.

Abstract: In this study we consider a mathematical model based on diffusion-reaction type PDEs to describe the spatio-temporal behaviour of interacting populations. We extend the generalized reaction-diffusion model for spatio-temporal dynamics of interacting (competing) populations, proposed in [N. K. Vitanov, I. P. Jordanov, Z. I. Dimitrova, Applied Mathematics and Computation 215, 2950–2964 (2009)], by adding density-dependent diffusive terms to the equations therein. The new density-dependent terms describe the intra- and inter-specific spatial interactions among individuals leading to formation of aggregation structures or individual repulsion. We are interested in the particular case of one population migrating in one spatial direction. Then the generalized model is reduced to one PDE of diffusion-reaction kind. We extract a general analytical solution of the considered equation applying the modified method of simplest equation. The ordinary differential equation of Bernoulli is used as simplest equation. Numerical study of the obtained analytical solution is made. We show that the population density wave can vary in its profile depending on assumptions made about density-dependent diffusion coefficients.

Резюме: В това проучване ние разглеждаме математически модел, базиран на ЧДУ от тип дифузионна реакция, за да опишем пространствено-времевото поведение на взаимодействащите си популации. Разширяваме обобщения модел реакция-дифузия за пространствено-времева динамика на взаимодействащите (конкуриращи се) популации, предложен от Н. К. Витанов, И. П. Йорданов и З. И. Димитрова в Приложна математика и изчисления 215, 2950–2964 (2009), чрез добавяне на зависими от плътността дифузионни членове към уравненията в тях. Новите членове, зависими от плътността, описват вътрешното и междуспецифичното пространствени взаимодействия между индивидите, водещи до образуване на т. нар. агрегационни структури или индивидуално отблъскване. Интересуваме се от конкретния случай на едно население, мигриращо в една пространствена посока. След това

обобщеният модел се свежда до един модел от ЧДУ от вид дифузия-реакция. Намираме точно решение на разглежданото уравнение, прилагайки модифицирания метод на най-простото уравнение. Обикновеното диференциално уравнение на Бернули се използва като най-просто уравнение. Извършваме и числено проучване на полученото решение. Показваме, че вълната на плътността на населението може да варира в своя профил в зависимост от предположенията за коефициентите на дифузия в зависимост от плътността.

Jordanov I. P., Vitanov N. K., Nikolova E.V., Nonlinear travelling waves in a generalized model of interacting dense populations, AIP Conference Proceedings, Volume 2321, 24 February 2021, Article number 030016, American Institute of Physics, DOI: 10.1063/5.0040129, ISSN: 0094243X, ISBN: 978-073544065-4.

Abstract: In this study we extend the generalized reaction-diffusion model, which describes spatio-temporal dynamics of interacting populations. In more detail, we generalize the model system of differential equations for the interaction of three populations in which the growth rates and competition coefficients of populations depend on the number of members of all populations. The model describes several novel features of the interacting agents compared to the well-known classic models in population dynamics. Using particular case of the recently developed SEsM (Simple Equations Method) namely the Modified method of Simplest Equation and one of its extended versions, we obtain a new traveling wave solution of the model system. We assume that nonlinearity in growth rates and interaction coefficients in the generalized model exist according to high density of their individuals. An analytical solution of the extended model is derived. Traveling wave solutions of these equations are of special interest as they describe the motion of wave fronts or the motion of boundary between two different states existing in this system. Numerical simulations of this solution demonstrate propagation of nonlinear waves in the considered extended model. The characteristics of the the obtained traveling wave solution are visualized and discussed.

В това изследване ние разширяваме обобщения модел реакция-дифузия, който описва пространствено-времевата динамика на взаимодействащите популации. По-подробно обобщаваме моделната система от диференциални уравнения за взаимодействието на три популации, при които темповете на растеж и коефициентите на конкуренция на популациите зависят от броя на членовете на всички популации. Моделът описва няколко нови характеристики на взаимодействащите агенти в сравнение с добре познатите класически модели в динамиката на популацията. Използвайки частен случай на наскоро разработения SEsM (метод на простото уравнение), а именно модифицирания метод на най-простото уравнение и една от неговите разширени версии, получаваме ново решение за пътуваща вълна на моделната система. Предполагаме, че нелинейността в темповете на растеж и коефициентите на взаимодействие в обобщения модел съществуват според високата плътност на техните индивиди. Изведено е аналитично решение на разширения модел. Решенията за пътуващи вълни на тези уравнения представляват особен интерес, тъй като описват движението на фронтовете на вълните или движението на границата между две различни състояния, съществуващи в тази система. Числените симулации на това решение демонстрират разпространение на нелинейни вълни в разглеждания разширен модел. Визуализират се и се обсъждат характеристиките на полученото решение за пътуващата вълна.

Jordanov I. P., Nonlinear travelling waves in a generalized model of interacting dense populations, AIP Conference Proceedings, Volume 24595, April 2022, Article number 03001, ISSN: 0094243X, ISBN: 978-073544186-6, DOI: 10.1063/5.0084340.

Abstract: In this study we apply the Simple Equations Method (SEsM) to obtain exact solution of equations which are connected to the nonlinear Equation of Schrödinger. We use specific case of SEsM which is based on the use of 2 simple equations. By means of the first simple equation we construct the envelope of the solution of the nonlinear Equation of Schrödinger. The second simple equation is connected to the relationship for the oscillating part of the solution. В това изследване прилагаме метода на простите уравнения (SEsM), за да получим точно решение на уравнения, които са свързани с нелинейното уравнение на Шрьодингер. Използваме конкретен случай на SEsM, който се основава на използването на 2 прости уравнения. С помощта на първото просто уравнение построяваме обвивката на решението на нелинейното уравнение на Шрьодингер. Второто просто уравнение е свързано с връзката за осцилиращата част на решението.

Damov K., Angelov I., Bardarov I., Ilieva M., Boutchaktchiev Vilislav, Jordanov Ivan P, Iliev M.T., Relative distribution of mass density in AsLV and liquids - A comparison between experimental and literature data, AIP Conference Proceedings, Volume 2459, 2022, Article number 030004, American Institute of Physics, DOI: 10.1063/5.0084217, ISSN: 0094243X, ISBN: 978-073544186-6.

Abstract: A comparison between the relative distribution of the mass density aerosol phase of aerodispersed systems of limited volume (aerosols of high concentration) and the relative distribution of the densities of some liquids was made in this work. The array of data used for the aerosols, was obtained in an experimental setup based on laser light scattering. The data used for the liquids was taken from the reference literature. The collected data for the aerosols are approximated with Gaussian distributions and presented graphically. The applied statistical analysis showed good similarity between the relative distribution of mass densities of the studied aerodispersed systems and that of the taken liquids.

В тази работа е направено сравнение между относителното разпределение на аерозолната фаза на плътността на масата на аеродисперсни системи с ограничен обем (аерозоли с висока концентрация) и относителното разпределение на плътностите на някои течности. Масивът от данни, използвани за аерозолите, е получен в експериментална настройка, базирана на разсейване на лазерна светлина. Данните, използвани за течностите, са взети от референтната литература. Събраните данни за аерозолите са апроксимирани с разпределения на Гаус и са представени графично. Приложеният статистически анализ показва добро сходство между относителното разпределение на масовите плътности на изследваните аеродисперсни системи и това на взетите течности.

Jordanov I. P., An Application of Simplest Equations Method to Nonlinear Equations of Schrödinger Kind, Springer Proceedings in Mathematics and Statistics Volume 412, Pages 187 – 197, 2023, ISSN: 21941009, ISBN: 978- 303121483-7, DOI: 10.1007/978-3-031-21484-4_18.

Abstract: In this study we extend the generalized reaction-diffusion model, which describes spatio-temporal dynamics of interacting populations. In more detail, we generalize the model system of differential equations for the interaction of three populations in which the growth rates and competition coefficients of populations depend on the number of members of all populations. The

model describes several novel features of the interacting agents compared to the well-known classic models in population dynamics. Using particular case of the recently developed SEsM (Simple Equations Method) namely the Modified method of Simplest Equation and one of its extended versions, we obtain a new traveling wave solution of the model system. We assume that nonlinearity in growth rates and interaction coefficients in the generalized model exist according to high density of their individuals. An analytical solution of the extended model is derived. Traveling wave solutions of these equations are of special interest as they describe the motion of wave fronts or the motion of boundary between two different states existing in this system. Numerical simulations of this solution demonstrate propagation of nonlinear waves in the considered extended model. The characteristics of the the obtained traveling wave solution are visualized and discussed.

В това изследване ние разширяваме обобщения модел на реакция-дифузия, който описва пространствено-времевата динамика на взаимодействащите популации. По-подробно обобщаваме моделната система от диференциални уравнения за взаимодействието на три популации, в които темповете на растеж и коефициентите на конкуренция на популациите зависят от броя на членовете на всички популации. Моделът описва няколко нови характеристики на взаимодействащите агенти в сравнение с добре познатите класически модели в динамиката на популацията. Използвайки конкретен случай на наскоро разработения SEsM (метод на простите уравнения), а именно модифицирания метод на най-простото уравнение и една от неговите разширени версии, ние получаваме ново решение на моделната система за пътуваща вълна. Предполагаме, че съществува нелинейност в темповете на растеж и коефициентите на взаимодействие в обобщения модел според високата плътност на техните индивиди. Изведено е аналитично решение на разширения модел. Решенията на тези уравнения на пътуващи вълни са от особен интерес, тъй като те описват движението на вълновите фронтове или движението на границата между две различни състояния, съществуващи в тази система. Числените симулации на това решение демонстрират разпространение на нелинейни вълни в разглеждания разширен модел. Визуализирани и обсъдени са характеристиките на полученото решение на бягаща вълна.

Jordanov, I. P. (2023). An Application of the simplest equations method to logarithmic Schrödinger Equation. pp. 169-178, Cham: Springer Nature Switzerland.

In this paper we apply the Simple Equations Method (SEsM) to obtain exact solution of equations which are connected to the nonlinear logarithmic Equation of Schrödinger. The used simple equations are more simple than the solved nonlinear partial differential equation but these simple equations in fact can be quite complicated. We consider the specific case of SEsM for obtaining exact solution of one nonlinear partial differential equation. We use specific case of SEsM which is based on the use of 2 simple equations.

В тази статия прилагаме Метода на простите уравнения (SEsM), за да получим точно решение на уравнения, които са свързани с нелинейното логаритмично уравнение на Шрьодингер. Използваните прости уравнения са по-прости от решеното нелинейно диференциално уравнение с частни производни, но всъщност тези прости уравнения могат да бъдат доста сложни. Разглеждаме специфичния случай на SEsM за получаване на точно решение на едно нелинейно диференциално уравнение с частни производни. Използваме специфичния случай на SEsM, който се основава на използването на 2 прости уравнения.

V Kotev, R Rusinov, M Rimeh, G Ivanov, M Ivanova, I Jordanov. A Didactic Approach to Study Mass—Inertial Characteristics of Bodies in Plane Motion, Springer Proceedings in Mathematics and Statistics Open source preview, 2024, 449, pp. 189–196

Abstract: The STEM (Science, Technology, Engineering, Math) education employs a hands-on learning approach that integrates various subjects to foster a thorough grasp of concepts and their real-world applications. In the present paper, an experimental set up to study mass-inertial characteristics of different shape cylindrical bodies in plane motion is presented. The aim of the experimental set up is to show students visually the influence of mass distribution of circle shape bodies with different cross sections on their planar motion. Moreover, the meaning of each term of differential equations of motions as well as their initial conditions are explained and shown. We have designed and developed an experimental set up utilizing a 3D printer and plastic materials, as well as time measure sensors and display in order to give some examples. Also, we have designed and printed 2 cylinders with different cross sections with different diameters with the same mass. Moment of inertia of these two bodies are calculated. We plug into the differential equations the calculated mass—characteristics of these three bodies. Also, we discussed the behavior of the system with different initial conditions. The obtained result shows If two cylinders with equal mass but different diameters and shapes of its cross sections are move in the same plane the cylinder with small diameter moves faster.

Резюме: Образованието в областта на STEM (наука, технологии, инженерство, математика) използва практически подход, който интегрира различни предмети, за да насърчи задълбоченото разбиране на концепциите и техните приложения в реалния свят. В настоящата статия е представена експериментална установка за изучаване на масово-инерционните характеристики на цилиндрични тела с различна форма в равнинно движение. Целта на експерименталната установка е да покаже на учениците визуално влиянието на разпределението на масата на кръгли тела с различни напречни сечения върху тяхното равнинно движение. Освен това е обяснено и показано значението на всеки член от диференциалните уравнения на движението, както и техните начални условия. Проектирахме и разработихме експериментална установка, използвайки 3D принтер и пластмасови материали, както и сензори и дисплей за измерване на време, за да дадем някои примери. Също така проектирахме и отпечатахме 2 цилиндъра с различни напречни сечения и различни диаметри с еднаква маса. Изчислява се моментът на инерция на тези две тела. Въвеждаме в диференциалните уравнения изчислените масови характеристики на тези три тела. Обсъдихме и поведението на системата с различни начални условия. Полученият резултат показва, че ако два цилиндъра с еднаква маса, но с различни диаметри и форми на напречните им сечения, се движат в една и съща равнина, цилиндърът с малък диаметър се движи по-бързо.

R Nikolov, I Jordanov, E Nikolova, V Boutchaktchiev, An application of the method of simplest equation for real solutions for advection-diffusion interaction, Series on Biomechanics Open source preview, 2024, 38(4), pp. 151–156

Abstract: Objectivite: The objective of this research is to derive a novel solution for a model system described by the advection-diffusion equation using a specific instance of the Simple Equations Method (SEsM), particularly the Modified Method of Simplest Equation and its extended versions. The study aims to investigate the propagation of nonlinear waves in tissue biomechanics and analyze their features through numerical simulations. Materials and Methods: This study employs the

Modified Method of Simplest Equation, a recent advancement in the Simple Equations Method (SEsM), to derive solutions for the advection-diffusion equation. Numerical simulations are conducted to illustrate and analyze the characteristics of traveling wave solutions. Mathematical modeling focuses on advection (transport driven by bulk movement) and diffusion (transport due to concentration gradients) within the context of tissue biorheology. Results: The study derives a new traveling wave solution for the model system, showcasing the propagation of nonlinear waves within the tissue environment. Numerical simulations highlight the spatial and temporal behavior of these waves, demonstrating the advection and diffusion processes in the model. Discussion: The findings provide insights into the dynamics of nonlinear wave propagation in biological tissues, emphasizing the role of the advection-diffusion equation in modeling transport phenomena. This approach enhances understanding of how substances such as nutrients, oxygen, and signaling molecules navigate through the extracellular matrix, facilitating cellular communication. Conclusion: The study analyzed a new traveling wave solution for the advection-diffusion equation using the Simple Equations Method (SEsM). The results underline the importance of nonlinear PDEs in modeling tissue biomechanics and offer a valuable framework for studying the transport of substances in biological systems.

Резюме: Цел: Целта на това изследване е да се изведе ново решение за моделна система, описана от уравнението на адвекция-дифузия, използвайки специфичен пример на Метода на простите уравнения (SEsM), по-специално Модифицирания метод на най-простото уравнение и неговите разширени версии. Изследването има за цел да изследва разпространението на нелинейни вълни в тъканната биомеханика и да анализира техните характеристики чрез числени симулации. Материали и методи: Това изследване използва Модифицирания метод на най-простото уравнение, скорошно усъвършенстване на Метода на простите уравнения (SEsM), за да изведе решения за уравнението на адвекция-дифузия. Проведени са числени симулации, за да се илюстрират и анализират характеристиките на решенията с пътуващи вълни. Математическото моделиране се фокусира върху адвекцията (транспорт, задвижван от движението на обема) и дифузията (транспорт, дължащ се на концентрационни градиенти) в контекста на тъканната биореология. Резултати: Изследването извежда ново решение с пътуващи вълни за моделната система, показващо разпространението на нелинейни вълни в тъканната среда. Числените симулации подчертават пространственото и времево поведение на тези вълни, демонстрирайки процесите на адвекция и дифузия в модела. Дискусия: Резултатите предоставят представа за динамиката на нелинейното разпространение на вълните в биологичните тъкани, подчертавайки ролята на уравнението за адвекция-дифузия в моделирането на транспортните явления. Този подход подобрява разбирането за това как вещества като хранителни вещества, кислород и сигнални молекули се придвижват през извънклетъчната матрица, улеснявайки клетъчната комуникация. Заключение: Изследването анализира ново решение на уравнението за адвекция-дифузия с помощта на метода на простите уравнения (SEsM). Резултатите подчертават значението на нелинейните диференциални уравнения в частни производни в моделирането на тъканната биомеханика и предлагат ценна рамка за изучаване на транспорта на вещества в биологичните системи.

Jordanov, I. P. (2024). An Application of the Method of Simplest Equation for Exact Real Solutions of the Model for Spatial—Time Interaction of Populations. pp. 109-118, Cham: Springer Nature Switzerland.

Abstract: Over the past few decades, there has been a significant and rapid expansion in research related to nonlinear phenomena. The application of advanced methods for obtaining exact real solutions to partial differential equations (PDEs) and systems of such equations has become a focal point of active investigation in both mathematics and the applied sciences. These methods are specifically designed to deliver precise solutions to PDEs, which are essential for understanding a wide range of complex phenomena and addressing various scientific problems. However, despite the progress in nonlinear dynamics, there is still no universal method available for solving all types of nonlinear PDEs. This means that finding nonlinear wave solutions often requires tailored approaches, addressing each specific equation individually. In this study, we investigate a generalized reaction-diffusion model, which describes the spatiotemporal dynamics of interacting agents. This model incorporates several novel features when compared to classical models in population dynamics, offering new insights into the interactions between agents in the system. Various analytical techniques have been developed to find wave solutions to PDEs. In this research, we apply a particular variant of the recently developed Simple Equations Method (SEsM), specifically the Modified Simplest Equation Method, along with one of its extended versions. By using this approach, we are able to obtain a new traveling wave solution for the system under consideration. Numerical simulations of this solution reveal the propagation of nonlinear waves within the model. The characteristics of the traveling wave solution are then visualized, and their implications are discussed in detail, providing a deeper understanding of the dynamics within the system.

Резюме: През последните няколко десетилетия се наблюдава значително и бързо разширяване на изследванията, свързани с нелинейните явления. Прилагането на усъвършенствани методи за получаване на точни реални решения на диференциални уравнения в частни производни (ДУП) и системи от такива уравнения се превърна във фокусна точка на активни изследвания както в математиката, така и в приложните науки. Тези методи са специално разработени, за да предоставят точни решения на ДУП, които са от съществено значение за разбирането на широк спектър от сложни явления и за справяне с различни научни проблеми. Въпреки напредъка в нелинейната динамика, все още няма универсален метод за решаване на всички видове нелинейни ДУП. Това означава, че намирането на нелинейни вълнови решения често изисква специфични подходи, като всяко конкретно уравнение се разглежда поотделно. В това изследване изследваме обобщен модел на реакция-дифузия, който описва пространствено-времевата динамика на взаимодействащите агенти. Този модел включва няколко нови характеристики в сравнение с класическите модели в динамиката на популациите, предлагайки нови прозрения за взаимодействията между агентите в системата. Разработени са различни аналитични техники за намиране на вълнови решения на ДУП. В това изследване прилагаме специфичен вариант на наскоро разработения Метод на простите уравнения (SEsM), по-специално Модифицирания метод на най-простите уравнения, заедно с една от неговите разширени версии. Чрез този подход сме в състояние да получим ново решение за бягаща вълна за разглежданата система. Числените симулации на това решение разкриват разпространението на нелинейни вълни в модела. След това характеристиките на решението за бягаща вълна се визуализират и техните последици се обсъждат подробно, осигурявайки по-задълбочено разбиране на динамиката в системата

Ignat Ignatov, Yordan G Marinov, Paunka Vassileva, Georgi Gluhchev, Ludmila A Pesotskaya, Ivan P Jordanov, Mario T Iliev, Nonlinear Hydrogen Bond Network in Small Water Clusters: Combining NMR, DFT, FT-IR, and EIS Research, *Symmetry*, 17(7), 1062.

Abstract: Water's unique physicochemical properties arise from its dynamic hydrogen-bonding network, yet the precise molecular threshold at which these cooperative behaviors emerge remains a key question. This study employed nuclear magnetic resonance (NMR) spectroscopy and density functional theory (DFT) calculations to investigate the evolution of hydrogen bonding strength in small water clusters, ranging from dimers to pentamers. The observed exponential increase in NMR chemical shift up to the pentamer reflects growing hydrogen bond cooperativity, identifying the (H₂O)₅ cluster as a critical structural and energetic threshold. At this size, the network achieves sufficient connectivity to support key bulk-like phenomena such as proton transfer and dielectric relaxation. These conclusions were corroborated by complementary FT-IR and electrochemical impedance spectroscopy (EIS) measurements of bulk water. Our results position the water pentamer as the molecular onset of emergent solvent behavior, effectively bridging the divide between discrete clusters and the macroscopic properties of liquid water.

Резюме: Уникалните физикохимични свойства на водата произтичат от нейната динамична мрежа от водородни връзки, но точният молекулярен праг, при който се появяват тези кооперативни поведения, остава ключов въпрос. Това изследване използва ядрено-магнитен резонанс (ЯМР) спектроскопия и изчисления на теорията на функционала на плътността (DFT), за да изследва еволюцията на силата на водородните връзки в малки водни клъстери, вариращи от димери до пентамери. Наблюдаваното експоненциално увеличение на химичното отместване на ЯМР до пентамера отразява нарастващата кооперативност на водородните връзки, идентифицирайки клъстера (H₂O)₅ като критичен структурен и енергиен праг. При този размер мрежата постига достатъчна свързаност, за да поддържа ключови явления, подобни на обема, като пренос на протони и диелектрична релаксация. Тези заключения бяха потвърдени от допълнителни измервания на обемната вода с FT-IR и електрохимична импедансна спектроскопия (EIS). Нашите резултати позиционират водния пентамер като молекулярно начало на възникващото поведение на разтворителя, ефективно преодолявайки разделението между дискретните клъстери и макроскопските свойства на течната вода.

Registration of utility model / Регистрация на полезен модел:

Mario T. Iliev, Tsvetomir I. Dimitrov, Ivan. P. Yordanov, "Cold Filament Calibration Device for 3D Printer", Patent Office of the Republic of Bulgaria, ent. № 4410 / 25. 07. 2019, registration № 3379 U1 / 29. 01. 2020. / Марио Т. Илиев, Цветомир И. Димитров, Иван. П. Йорданов, „Устройство за студена калибровка на филamenti за 3D принтер“, Патентно ведомство на Република България, вх. № 4410 / 25. 07. 2019 г., рег. № 3379 U1 / 29. 01. 2020 г.

The 3D Filament Cold Calibration Device includes a clamping calibration tool located. It is consists of two cartridges located axially against each other and bearing against each other. One of them at its rear end is provided with a spring mechanism which is axially arranged between the chuck and the gear train. From the outer rear of each cartridge there is a gear belt which is connected to an additional shaft, which is a bearing axis, connected at both ends to the gear belt of the cartridges and is parallel to the axis of the two cartridges. A carriage with a knife holder and a knife are attached between the auxiliary shaft and the axially arranged chambers, with the details: laths securing the main axes with the carriage, and the chambers and the auxiliary shaft are secured to the base. The

3D filament cold calibration device according to the claim is characterized in that the carriage is disposed by means of the sleeve bearings of the two smooth axes, which are fixedly connected to the plates and can move parallel to the filament. A knife is placed on the carriage in such a way that it eliminates irregularities in the surface of the filament. In the front of the carriage there are press rollers which have a recessed working surface, and are intended for pressing the filament to the blade edge, which in turn is provided with a micrometric screw mechanism for adjusting its position.

Устройството за студена калибровка на филаменти за 3Д принтиране, включва престъргващ инструмент за калибрирането им и се характеризира с това, че се състои от два патронника, разположени съосно на разстояние един срещу друг и лагеруващи един спрямо друг. Единият от тях в задния си край е снабден с пружинен механизъм, който е аксиално разположен между патронника и задвижващата го зъбно-ремъчна предавка. От външната задна част на всеки един от патронниците има зъбно-ремъчна предавка, която е свързана към допълнителен вал, който представлява лагеруваща ос, свързана в двата си края към зъбно-ремъчните на патронниците и е успоредно разположен към оста на двата патронника. Между допълнителния вал и съосно разположените патронници е прикрепена каретка с ножодържател и нож в нея, като детайлите: планки, прикрепящи главните оси с каретка, както и патронниците и допълнителния вал са закрепени към основата. Устройството за студена калибровка на филаменти за 3Д принтиране, съгласно претенцията се характеризира с това, че каретката е разположена посредством втулковите лагери на двете гладки оси, които са неподвижно свързани към планките и може да се движи успоредно в близост на филамента. Върху каретката е поставен нож по такъв начин, че да отстранява неравностите по повърхността на филамента. В предната част на каретката има притискателни ролки, които са с вдлъбната работна повърхност и са предназначени за притискането на филамента към острието на ножа, който от своя страна е снабден с микрометричен винтов механизъм за регулиране на положението му