

# РЕЗЮМЕТА НА ПУБЛИКАЦИИТЕ

ПРЕДСТАВЕНИ ОТ  
КОСТАДИН ГЕОРГИЕВ ШЕЙРЕТСКИ

ЗА УЧАСТИЕ В КОНКУРС ЗА ПРИДОБИВАНЕ НА АКАДЕМИЧНА  
ДЛЪЖНОСТ „ДОЦЕНТ“ ,  
ПУБЛИКУВАН В ДВ, БРОЙ/ДАТА: 101/27-11-2025

ОБЛАСТ 4. ПРИРОДНИ НАУКИ, МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА,  
4.5. МАТЕМАТИКА,  
НАУЧНА СПЕЦИАЛНОСТ ПРИЛОЖНА МАТЕМАТИКА

за нуждите на катедра МАДУ при ФПМИ на ТУ-София

[B.4-1] Sheiretsky, K., S. Antonov. Some Approaches to Finding Solutions for Autonomous Nonlinear Differential Equations. AMEE 2021, Sofia, 2022. Volume 2505.

## Some Approaches to Finding Solutions for Autonomous Nonlinear Differential Equations

**Abstract.** The paper proposes a modified method of harmonic balance, which seeks a solution of nonlinear autonomous ordinary differential equations, which is an oscillating motion. The approach used is based on the harmonic balance method in combination with the small parameter method. The advantages of the proposed modification are that finding the solution for the desired approximations on the small parameter is reduced to solving a system of algebraic equations. Specific examples showing the effectiveness of this analytical technique are also given.

## Някои подходи за намиране решения на автономни нелинейни диференциални уравнения

**Резюме.** В работата е предложен модифициран метод на хармоничния баланс, чрез който се търси решение на нелинейни автономни обикновени диференциални уравнения, което да представлява трептящо движение. Използвания подход се базира на метод на хармоничния баланс в комбинация с метод на малкия параметър. Предимствата на предложената модификация са, че намирането на решението за желаните приближения по малкия параметър, се свежда до решение на система от алгебрични уравнения. Посочени са и конкретни примери, показващи ефективността на тази аналитична техника.

[B.4-2] Sheiretsky, K., S. Antonov. Modified Method for Describing Stationary Processes Related to the Solutions of Non-Autonomous Differential Equations. AMEE 2021, Sofia, 2022. Volume 2505.

## **Modified Method for Describing Stationary Processes Related to the Solutions of Non-Autonomous Differential Equations**

**Abstract.** A modified variant of the harmonic balance method is presented, which uses the presence of a small parameter in nonlinear, non-autonomous differential equations. It is applicable in the telecommunications and the power engineering. The two variants of search for nonresonant and resonant solution are considered. The method is demonstrated by several examples representing each of the typical cases.

The aim of this work is to present a modified method of harmonic balance, through which to find a solution of a non-autonomous - obviously time-dependent simple differential equation, which would describe a stationary periodic or quasi-periodic process, applicable even in the telecommunications and fluid dynamics. The proposed analytical technique uses the advantages of the method of harmonic balance, which reduces the solution of the differential equation to a system of algebraic equations. The presence of a small parameter in comparison with the unit allows the required quantities to be decomposed in order according to this parameter, as the corresponding approximations are also found by solving an algebraic system. There are basically two cases - non-resonant and resonant. Each of these cases has different mathematical difficulties and, accordingly, different ideas in the search for solutions. The nonlinearity of the equation leads to a more complex form of the general solution compared to the linear equations.

## **Модифициран метод за описване на стационарни процеси свързани с решенията на неавтономни диференциални уравнения**

**Резюме.** Представен е модифициран вариант на метод на хармоничния баланс, който използва наличието на малък параметър в нелинейни, неавтономни диференциални уравнения. Разгледани са двата варианта на търсене на нерезонансно и резонансно решение. Методът е демонстриран чрез няколко примера, представящи всеки от характерните случаи.

Целта на тази работа е да се представи модифициран метод на хармоничния баланс, чрез който да се намери решение на неавтономно – явно зависещо от времето обикновено диференциално уравнение, което да описва стационарен периодичен или квазипериодичен процес. Предложената аналитична техника използва предимствата на метода на хармоничния баланс, който свежда решението на диференциалното уравнение, до система от алгебрични уравнения. Наличието на малък в сравнение с единицата параметър, дава възможност, търсените величини да бъдат разложени в ред по този параметър, като съответните приближения се намират също чрез решаване на алгебрична система.

Основно възникват два случая – нерезонансен и резонансен. Всеки от тези случаи има различни математически трудности и съответно различни идеи в търсенето на решения. Нелинейността на уравнението води до по-сложен вид на общото решение, в сравнение с линейните уравнения.

[B.4-3] Sheiretsky, K., Z. Tzenova. Small parameter method application to the energy integral of an autonomous oscillating system. AMEE 2022, Sofia, 2023, Volume 2939, Issue 1.

## **Small parameter method application to the energy integral of an autonomous oscillating system**

**Abstract.** An asymptotic method applied directly to the energy integral of an autonomous oscillating system is used. Using a formal method, the formulas for finding the zero and first approximations are derived. Two cases of disturbing potentials, of the fourth and third degree, respectively, are considered. The solution in the first approximation is found as a power function of the solution in the zero approximation.

In this work, an autonomous oscillating system for which the energy integral is known, is considered. The method of the small parameter in a way different from its classical application, is used. Using a formal method, the energy integral for finding an approximate solution in the order of the small parameter, is attacked directly. The calculations are limited to the first approximation, which is often of the greatest practical importance.

## **Използване метода на малкия параметър, приложен към интеграла на енергията на автономна трептяща система**

**Резюме.** Използван е асимптотичен метод, приложен директно към интеграла на енергията на автономна трептяща система. С използването на формален метод, са изведени формулите за намиране на нулево и първо приближение. Разгледани са два случая на смущаващи потенциали, съответно от четвърта и от трета степен. Решението в първо приближение се намира като степенна функция на решението в нулево приближение.

В настоящата работа разглеждаме автономна трептяща система, за която е известен енергийния интеграл. Ще използваме метод на малкия параметър по различен от класическата му употреба начин. Посредством формален метод ще атакуваме директно интеграла на енергията за намиране на приближено решение в ред по малкия параметър. Изчисленията ще ограничим до първо приближение, което често има най-голямо практическо значение.

[B.4-4] Sheiretsky, K., Z. Tzenova. Finding an approximate solution for a non-autonomous dynamical system by direct using an asymptotic method to the energy expression. AMEE 2022, Sofia, 2023, Volume 2939, Issue 1.

## **Finding an Approximate Solution for a Non-Autonomous Dynamical System by Direct Using an Asymptotic Method to the Energy Expression**

**Abstract.** A method for finding periodic solutions of a dynamic system subjected to external periodic influence is presented. The solution is developed in series by a small parameter. Expressions for the energy in the different approximations are obtained. Non-resonant and resonant cases are considered. The solution in the first approximation is constructed as a power function of the solution in the zero approximation. Time-dependent dynamic systems are non-autonomous. Dynamic systems are considered, the time-independent part of which may have periodic behavior. The addition of external periodic perturbation also gives periodic decisions. Poincaré made a major contribution to the existence and nature of such decisions. Usually, it is impossible to find the exact solution for such systems. Therefore, approximate methods that use a small parameter (relative to 1) are applied. This parameter participates in the mathematical structure of the system itself or is related to the initial conditions. In general, the resulting series are not convergent, but for a period of time that can be estimated, give a good approximation. The presence of external periodic perturbations can also lead to resonance in the system. In terms of its nature, two types are possible: powerful and parametric. Due to the way of setting the energy in this work, only the case of powerful resonance is considered.

## **Намиране приближено решение за неавтономна динамична система, чрез директно използване на асимптотичен метод към израза за енергията**

**Резюме.** Представен е метод за намиране на периодични решения на динамична система, подложена на външно периодично въздействие. Решението се търси в ред по малък параметър, като се извеждат изрази за енергията в различните приближения и се търси решението. Разгледани са нерезонансен и резонансен случай. Решението в първо приближение се конструира като степенна функция на решението в нулево приближение.

Неавтономни са зависещи от времето динамични системи. Ние разглеждаме динамични системи, чиято независеща от времето част може да има периодично поведение, а добавянето на външно периодично смущение също поражда периодични решения. Обикновено намирането на точно решение за такива системи е невъзможно, затова се прилагат приближени методи, използващи малък в сравнение с единицата параметър, който участва в математическата структура на самата система или е свързан с началните условия. Получените редове най-общо не са сходящи, но за период от време, който може да се оцени, дават добро приближение. Наличието на външна периодична

пертурбация може да доведе и до резонанс в системата, като по отношение на характера му са възможни два типа: силов и параметричен. Поради начина на задаване на енергията в конкретната задача, която решаваме, ние разглеждаме само случай на силов резонанс.

[Г.7-1] Sheiretsky, K., R. Shkevov, N. Erokhin. Mathematical aspects of the motion of an equatorial satellite. Comptes Rendus De L'Academie Bulgare Des Sciences, 2017, 70(3), pp. 411–418.

## **Mathematical aspects of the motion of an equatorial satellite**

**Abstract.** The paper presents a study of the motion of an equatorial Earth satellite subject to inflow friction forces. Asymptotic methods have been used to analyze the derived equations. An approximate solution for the trajectory has been obtained, which has been used to study the satellite's motion around its centre of mass. The stationary points have been determined and their stability examined.

## **Математически аспекти на движението на екваториален спътник**

**Резюме.** Статията представя изследване на движението на екваториален земен спътник, подложен на сили на триене на входящия поток. Използвани са асимптотични методи за анализ на получените уравнения. Получено е приблизително решение за траекторията, което е използвано за изследване на движението на спътника около центъра му на масата. Определени са стационарните точки и е изследвана тяхната стабилност.

[Г.7-2] Sheyretski, K. On Some Mathematical Aspects of Autonomous Differential Equations. Economic Alternatives. Volume 25, Issue 1, Pages 149 – 153, 2019

## **ON SOME MATHEMATICAL ASPECTS OF ANTONOMOUS DIFFERENTIAL EQUATIONS**

**Abstract.** This article is meant to give a strict mathematical explanation about class differential equations which are widely used in modeling of processes including economical ones. In a concentrated form are presented the main guidelines of analytical approach in the search of the periods of the periodic solutions. When finding the period of vibration under the effect of perturbed potential is used non-standard approach. However the obtained results are concerted to results which some well-known methods reveal.

The following article reveals analytical approach to class dynamic systems that could be used in modeling of some economics processes. These types of differential equations are well-studied in mathematics, but non-linearity makes the analytical approach complex. Commonly, in order to get the result that we need, it is necessary to utilize unconventional ideas, which makes it extremely difficult.

# ВЪРХУ НЯКОИ МАТЕМАТИЧЕСКИ АСПЕКТИ НА АВТОНОМНИТЕ ДИФЕРЕНЦИАЛНИ УРАВНЕНИЯ

**Резюме.** Тази статия дава строго математично описание на клас диференциални уравнения, които широко се използват при моделиране на процеси, включително и икономически. В концентрирана форма са представени основните насоки на аналитичния подход при търсене на периодични решения. При намирането на периода на трептенията под действие на смутения потенциал е използван подход, който е нестандартен, но получените резултати се съгласуват с резултатите до които водят известни методи.

Работата няма за цел да покаже конкретен математически модел, а представя аналитичен подход към клас динамични системи, до които би могло да се използват при моделиране на някои икономически процеси. Този тип диференциални уравнения са добре изследвани в математиката, но нелинейността прави труден аналитичния подход. Обикновено, за да се получи нужния от нас резултат, се налага да се достигне до нестандартни идеи, което прави изключително трудна задачата.

[Г.7-3] Sheiretsky, K., S. Antonov. Criteria for the Existence of a Sustainable Limit Cycle. Application of the Criteria in the First Approximation for the Van der Pol Equation. ICEST 2021, 2021, pp. 117-129.

## **Criteria for the Existence of a Sustainable Limit Cycle. Application of the Criteria in the First Approximation for the Van der Pol Equation**

**Abstract** – The article proposes two criteria that the energy meets in order for the second-order differential equation to have a limit cycle and to be stable. The criteria were applied to establish the presence and stability of a limit cycle for the Van der Pol equation. Questions have been asked to be clarified using the method presented.

We use an approach that involves researching of the energy integral. Two criteria have been proposed to ensure the existence of a limit cycle, but the method remains to be developed, as a constructive approach must be made to establish the stability of the cycle using only low-rank approximations in the asymptotic solution. From this point of view, the criteria are applied in concrete terms only for the first approximation of the Van der Pol equation, and it is shown how an analytical description of the cycle can be obtained at using the energy integral.

## **Критерии за съществуване на устойчив граничен цикъл. Прилагане на критериите в първо приближение за уравнение на Ван дер Пол**

**Резюме.** В статията са предложени два критерия, на които отговаря енергията, за да може диференциалното уравнение от втори ред да има граничен цикъл и той да е устойчив. Критериите са приложени за установяване наличието и устойчивостта на граничен цикъл за уравнение на Ван дер Пол. Поставени са въпроси, които предстоят да бъдат изяснени посредством представения метод

Използван е подход, който е свързан с изследване интеграла на енергията. Предложени са два критерия, които трябва да гарантират съществуването на граничен цикъл, но методът предстои да бъде развит, тъй като трябва да се направи конструктивен подход, чрез който да се установява устойчивост на цикъла с използване само на нисши приближения в асимптотичното решение. От тази гледна точка, критериите са приложени в конкретика само за първо приближение на уравнението на Ван дер Пол, като е показано и как може да се стигне до аналитично описание на цикъла като се използва интеграла на енергията.

[Г.7-4] Sheiretsky, K., S. Antonov. Formal Method for Finding Asymptotic Approximations. ICEST 2021, 2021, pp. 217-219.

## **Formal Method for Finding Asymptotic Approximations**

**Abstract** – A method is presented in which, through formal procedures, we can find the desired approximation in the decomposition of functions, differential equations and integral equations into asymptotic series. With this method we get only the approximation we are interested in. An "asymptotic bracket" has been introduced, the rules by which it is used have been defined and specific examples of its application have been given.

## **Формален метод за намиране на асимптотични приближения**

**Резюме.** Представен е метод, при който, чрез формални процедури може да се намери желаното от нас приближение при разлагане на функции, диференциални уравнения и интегрални уравнения в асимптотични редове. При този метод се получава само интересувашото ни приближение. Въведена е „асимптотична скоба“, определени са правилата по които тя се използва и са дадени конкретни примери за приложението ѝ.

[Г.7-5] Sheyretski, K. INVESTIGATION OF THE MOTION OF A SATELLITE, ACCORDING TO GENERAL THEORY OF RELATIVITY, Aerospace Research in Bulgaria, Volume 33, Sofia, 2021, pp. 25-30.

# Investigation of the Motion of a Satellite, According to General Theory of Relativity

**Abstract:** In this paper we investigate the energy integral which is obtained in the problem of the motion of a material point in a central field within the frame of the general theory of relativity. Applied are the method of the small parameter in a combination with the balance method. Derived is a compact formula, describing the trajectory of the motion. This formula gives a correct quantitative description of the basic relativistic effects. We prove the shortening of the major axis of the orbit in comparison with the case where we do not take into account relativistic effects. This result can be useful for analysing the structure of planet systems around massive stars.

## Изследване движението на спътник, съгласно Обща теория на относителността

**Резюме.** В статията се изследва интеграла на енергията, който се получава в задачата за движение на материална точка в централно поле спрямо Обща теория на относителността. Приложени са метод на малкия параметър в комбинация с метод на хармоничния баланс. Изведена е компактна формула, описваща траекторията на движение. Формулата дава правилно количествено описание на основните релативистки ефекти. Доказано е скъсяване на главната полуос на орбитата, в сравнение със случая когато не се отчитат релативистките ефекти. Този резултат може да бъде полезен при анализиране структурата на планетни системи, образувани около масивни звезди.

[Г.7-6] N. Zolnikova, R. Shkevov, N. Erokhin, L. Mikhailovskaya, K. Sheiretsky, H. Nikolov. Climate Change: Numerical Simulations of Tropical Cyclones Behavior in the Context of the Global Warming. 11-th Congress of the Balkan Geophysical Society BGS 2021, 2021.

## Climate Change: Numerical Simulations of Tropical Cyclones Behavior in the Context of the Global Warming

**Abstract.** The climate change and especially the global warming environment in recent years bring many questions related to the numerous disasters caused by tropical cyclones (TC). The numerical study of the regional cyclogenesis dynamics based on a low parametric nonlinear model (LPNM) is continued. The model uses a system of coupled nonlinear differential equations for the maximum wind velocity and ocean surface temperature in the TC zone. Within the framework of LPNM, the generation of four powerful atmospheric vortexes with a diverse temporal dynamics during the active season in a specific area is considered. The TCs in the nonstationary background environment with lifetimes 7 - 16 days are obtained. In simulations

the variability of the wind velocity and ocean's surface temperature, as well as other effective sources of disturbances were taken into account. In the context of the global warming, the numerical calculations show TCs amplification, when the ocean surface is heated up to  $0.5^{\circ}\text{C}$  -  $1^{\circ}\text{C}$ . Therefore, maximum wind velocity in RLSTC increases sharply, the duration of the development stage also increases and the TCs move to a higher category. These facts coincide with the results received from LPNM simulations, recent registered meteorological data and environmental observations.

## **Климатични промени: Числени симулации на поведението на тропическите циклони в контекста на глобалното затопляне**

**Резюме.** Климатичните промени и особено глобалното затопляне през последните години повдигат много въпроси, свързани с многобройните бедствия, причинени от тропически циклони (ТЦ). Продължава численото изследване на динамиката на регионалната циклогенеза, базирано на нископараметричен нелинеен модел (LPNM). Моделът използва система от свързани нелинейни диференциални уравнения за максималната скорост на вятъра и температурата на океанската повърхност в зоната на ТЦ. В рамките на LPNM се разглежда генерирането на четири мощни атмосферни вихъра с разнообразна времева динамика по време на активния сезон в определена област.

Получени са тропическите циклони (ТЦ) в нестационарната фонова среда с време на живот 7 - 16 дни. При симулациите е взета предвид променливостта на скоростта на вятъра и температурата на повърхността на океана, както и други ефективни източници на смущения. В контекста на глобалното затопляне, числените изчисления показват усилване на ТЦ, когато повърхността на океана се нагрива до  $0.5^{\circ}\text{C}$  -  $1^{\circ}\text{C}$ . Следователно, максималната скорост на вятъра в RLSTC се увеличава рязко, продължителността на етапа на развитие също се увеличава и ТЦ преминават в по-висока категория. Тези факти съвпадат с резултатите, получени от LPNM симулации, скорошни регистрирани метеорологични данни и наблюдения на околната среда.

[Г.7-7] Sheiretsky, K., S. Antonov. SOME APPROACHES TO FINDING ANALYTICAL FORM OF LIMIT CYCLES. CEMA 2022, 2022, pp. 1-4.

## **Some Approaches to Finding Analytical Form of Limit Cycles**

**Abstract:** A variant of the harmonic balance method is presented for finding a solution to limit cycle systems. It is shown how the solution can be constructed using the presence of a small parameter in the equation and in the absence of such a parameter. One way to prove loop stability is considered.

## Някои подходи за намиране аналитична форма на гранични цикли

**Резюме.** Представен е вариант на метод на хармоничния баланс, за намиране решение на системи с граничен цикъл. Показано е, как може да се конструира решението при използва наличието на малък параметър в уравнението и при отсъствие на такъв параметър. Разгледан е един начин за доказване устойчивост на цикъла.

[Г.7-8] Sheiretsky, K., S. Antonov. ON SOME CASES OF USING THE SMALL PARAMETER METHOD FOR FINDING PERIODIC SOLUTIONS. CEMA 2022, 2022, pp. 5-7.

## On Some Cases of Using the Small Parameter Method for Finding Periodic Solutions

**Abstract:** A modified small parameter method is presented in which the zeroth approximation solution is used to construct the first approximation solution. Simple but practically important differential equations, respectively autonomously and non-autonomously, are considered, showing the application of the method. In the non-autonomous equation, the non-resonant and resonant case are discussed.

In the case of nonlinear differential equations, the presence of a small parameter allows to search for a periodic solution in asymptotic order by the powers of this parameter. Usually, such a parameter is embedded in the structure of the equation itself, for example, it can be multiplied before the perturbing term. We will consider a case in which we will look for the decomposition of the solution in order of the degrees of the amplitude. Such an approach can easily be set by a small deviation initial condition for the autonomous differential equation. In the non-autonomous equation, for the non-resonant case, the amplitude will depend on the periodic effect on the oscillator, and if we choose it to have a small amplitude, we will again ensure correctness of the problem. At resonance, the amplitude increases significantly and the asymptotic expansion must be done for a small parameter involved in the structure of the equation. In constructing the asymptotic series itself, we choose the first approximation terms to be a power function of zero approximation.

## Върху някои случаи на използване на метода на малкия параметър за намиране на периодични решения

**Резюме:** Представен е модифициран метод на малкия параметър, при който решението в нулево приближение се използва за конструиране на решението в първо

приближение. Разгледани са прости, но важни за практиката диференциални уравнения, съответно автономно и неавтономно, показващи приложението на метода. При неавтономното уравнение се дискутира нерезонансния и резонансния случай.

При нелинейните диференциални уравнения, наличието на малък параметър позволява да се потърси периодично решение в асимптотичен ред по степените на този параметър. Обикновено такъв параметър е заложен в структурата на самото уравнение, като например може да бъде умножен пред пертурбиращия член. Разглеждаме случай, при който, разложението на решението ще потърсим в ред по степените на амплитудата. Такъв подход може лесно да бъде зададен чрез начално условие за малко отклонение от равновесното положение за автономното диференциално уравнение. При неавтономното уравнение, за нерезонансния случай амплитудата ще зависи от периодичното въздействие върху осцилатора и ако подберем то да има малка амплитуда, отново ще осигурим коректност на задачата. При резонанс амплитудата нараства значително и асимптотичното разложение трябва да се направи по малък параметър участващ в структурата на уравнението. При конструирането на самия асимптотичен ред, членовете на първо приближение подбираме така, че да са степенна функция на нулево приближение.

[Г.7-9] Sheiretsky, K., S. Antonov. Method of Exponentially Varying Amplitudes for Finding Periodic Solutions of Autonomous Equations. ICEST 2023, 2023, pp. 265-266.

## **Method of Exponentially Varying Amplitudes for Finding Periodic Solutions of Autonomous Equation**

**Abstract** – A method derived based on the small parameter method is presented, which can describe not only the steady state corresponding to oscillating motion, but also the transient process. The nonlinear equation is reduced to solving linear differential equations, the solution of which is known and easily found. The dependence of the solution on the initial conditions is found by factoring in the amplitude and phase of the solution. This paper can help in solving problems in wireless and optical communications.

The cited methods are based on an integration averaging process. The method presented in the work makes it possible to extend the scope of the small parameter method and its variant the energy balance method by introducing an exponentially changing amplitude, which leads to the consideration of the transient process when the initial conditions are close to the stationary point of the periodic solution.

## **Метод на експоненциално изменящи се амплитуди за намиране периодични решения на автономни уравнения**

**Резюме.** Представен е метод, изведен на базата на метод на малкия параметър, който може да описва не само стационарното състояние, съответстващо на трептящо движение, но и на преходния процес. Нелинейното уравнение се свежда до решаване на линейни диференциални уравнения, решението на които е известно и се намира лесно.

Зависимостта на решението от началните условия се намира чрез разлагане в ред на амплитудата и фазата на решението.

Представения в работата метод дава възможност да се разшири обхвата на метод на малкия параметър и неговата разновидност метод на енергийния баланс, като се въведе експоненциално изменяща се амплитуда, която води до отчитане на преходния процес, когато началните условия са близо до стационарната точка на периодичното решение.

[Г.7-10] Sheiretsky, K., S. Antonov. Extremal Properties of a Functional Dependent on a Small Parameter. ICEST 2024, 2024, Code 202084.

## **Extremal Properties of a Functional Dependent on a Small Parameter**

**Abstract** – In the work, an asymptotic order decomposition is made for a small parameter of a functional, up to and including the second degree of the parameter. The conditions for extremity of the obtained asymptotic series representing the integral are derived. Up to this accuracy, the method can be represented as a generalization of the variational method for the study of functionals.

In the presented work, on the one hand, an asymptotic expansion of a functional with fixed ends is obtained, with accuracy up to terms of the second degree by the powers of the small parameter inclusive, and on the other hand, in accordance with the principles of the calculus of variations, the conditions are presented where this decomposition has extremal properties. This decomposition can also be used for other purposes, including the analysis of functionals depending on a small parameter, and here we have stopped only to solve one problem - finding extreme solutions.

## **Екстремални свойства на функционал зависещ от малък параметър**

**Резюме.** В работата е направено разлагане в асимптотичен ред по малък параметър на функционал, до втората степен по параметъра включително. Изведени са условията за екстремалност на получения асимптотичен ред представящ интеграла. До тази точност методът може да се представи като обобщение на вариационния метод за изследване на функционали.

В представената работа, от една страна е получено асимптотично разлагане на функционал със закрепени краища, с точност до членове от втората степен по степените на малкия параметър включително, а от друга в съгласие с принципите на вариационното смятане са представени условията при които това разлагане има екстремални свойства. Това разлагане може да се използва и за други цели, включващи анализа на функционали, зависещи от малък параметър, като тук сме се спрели само на решаването на един проблем – намирането на екстремални решения.

[Г.7-11] Sheiretsky, K., S. Antonov. Evaluation of the Asymptotic Expansion of a Numerical Function. ICEST 2024, 2024, Code 202084.

## Evaluation of the Asymptotic Expansion of a Numerical Function

**Abstract** – An asymptotic expansion to second order of a numerical function dependent on a parameter small in modulus compared to unity is made. A formula for evaluating the residual term is derived. The method can be widely used to evaluate the accuracy of solutions of nonlinear algebraic equations, and also in the study of derived asymptotic series of functions with a time-dependent argument.

Often, the approximate solution of nonlinear algebraic equations is needed to solve practical problems. Asymptotic methods are widely used for the analytical study of the results. In such a case, non-matching rows are generally used. The question of the accuracy of the obtained solution and its limits of applicability is complex and requires time-consuming mathematical calculations. In the paper, a method is proposed which is based on order estimation according to Rolle's theorem for mean values, but with the assumption that the classical theorem holds for fulfillment of the conditions up to a certain order of decomposition.

## Оценка на асимптотичното разлагане на числова функция

**Резюме.** Направено е асимптотично разлагане до втори ред на числова функция, зависеща от малък по модул в сравнение с единицата параметър. Изведена е формула за оценка на остатъчния член. Методът може да се използва широко за оценка на точността на решенията на нелинейни алгебрични уравнения, а също и при изучаване на получени асимптотични редове на функции с аргумент зависещ от времето.

Често за решаване на практически задачи е необходимо приближеното решение на нелинейни алгебрични уравнения. Широко използвани с цел аналитичното изследване на резултатите са асимптотичните методи. В такъв случай се използват в общия случай несходящи редове. Въпросът за точността на полученото решение и границите му на приложимост е сложен и изисква трудоемки математически изчисления. В работата е предложен метод, който се основава на оценка на реда съгласно теоремата на Лагранж за средните стойности, но с предположението, че класическата теорема важи за изпълнение на условията до определен ред на разлагане.

[Г.7-12] Shkevov. R. , Zolnikova, N. , Mikhailovskaya L., Sheiretsky K.  
Remote Mesoscale Vortexes Analysis for the Cyclone Daniel Periphery. ICEST 2025, 2025,

DOI: 10.1109/ICEST66328.2025.11098447

# **Remote Mesoscale Vortexes Analysis for the Cyclone Daniel Periphery**

**Abstract** – An evolution analysis based on numerical calculations and Earth remote satellite images of a mesoscale vortex in the periphery of the Mediterranean cyclone Daniel was made. The numerical simulations on low-parametric nonlinear model of tropical cyclogenesis were conducted. Satellite radar images areas with extreme values of precipitation density are presented.

## **Анализ на отдалечени мезомащабни вихри за периферията на циклона Даниел**

**Резюме** – Направен е еволюционен анализ, базиран на числени изчисления и отдалечени сателитни изображения на мезомащабен вихър в периферията на средиземноморския циклон Даниел. Проведени са числени симулации върху нископараметричен нелинеен модел на тропическа циклогенеза. Представени са сателитни радарни изображения на области с екстремни стойности на плътността на валежите.