

Псевдорегулярні та спеціальні функції і їх застосування до задач стохастичного аналізу

Псевдорегулярные и специальные функции и их применения к задачам стохастического анализа

Pseudo-regular and special functions and their application to problems of stochastic analysis

1. **Номер державної реєстрації теми - 0112U001588, НТУУ «КПІ» - 2500-ф.**
2. **Науковий керівник -** д. ф.-м. н., проф. Клесов О.І., Клесов О.И., Klesov Oleg I.

3. Суть розробки, основні результати.

(укр.)

Суть розробки полягає в подальшому розвитку теорії псевдорегулярних та спеціальних функцій та їх застосуванні до граничних теорем теорії відновлення, вивчення асимптотичної поведінки розв'язків стохастичних та детермінованих диференціальних рівнянь, дослідження лінійних та нелінійних моделей стохастичного аналізу, статистики випадкових процесів з сильною та слабкою залежністю, інтегральних рівнянь та перетворень.

В роботі:

одержано необхідні та достатні умови збіжності рядів випадкових величин та векторів, пов'язаних співвідношеннями авторегресійного типу, а також необхідні та достатні умови виконання посиленого закону великих чисел (результати опубліковані у вигляді монографії);

знайдено точні значення субгауссівських норм бінарних розподілів – це дозволило одержати остаточні неоплішчані форми нерівностей великих відхилень для сум випадкових величин з такими розподілами;

введено нові важливі узагальнення гіпергеометричних функцій та функцій Лежандра, що дозволило розглянути нові типи інтегральних перетворень та застосувати їх до розв'язання нових диференціальних та інтегральних рівнянь математичної фізики (результати увійшли в опубліковану монографію);

нові значимі результати отримано в теорії псевдорегулярних функцій та її застосуваннях до вивчення асимптотичної поведінки випадкових процесів різних класів – від узагальнених процесів відновлення до розв'язків стохастичних диференціальних рівнянь (результати увійшли в опубліковану монографію);

одержано нові граничні властивості багатомірних інтегралів з циклічними ядрами, що це дозволило отримати умови асимптотичної нормальності корелограмних оцінок імпульсних функцій впливу нестійких систем Вольтерра за наявності внутрішніх шумів;

одержано умови збіжності узагальнених рядів Спіцера з псевдорегулярними функціями;

одержано умови виконання підсиленого закону великих чисел для випадкових процесів з квазіаддитивною моментною функцією.

(рос.)

Суть работы состоит в дальнейшем развитии теории псевдорегулярных и специальных функций и их применении к предельным теоремам теории восстановления, изучению асимптотического поведения решений стохастических и детерминированных дифференциальных уравнений, исследованию линейных и нелинейных моделей стохастического анализа, статистике случайных процессов с сильной и слабой зависимостью, интегральным уравнениям и преобразованиям.

В работе:

получены необходимые и достаточные условия сходимости рядов случайных величин и векторов, связанных соотношениями авторегрессионного типа, а также необходимые и достаточные условия выполнения усиленного закона больших чисел (результаты опубликованы в виде монографии);

найдены точные значения субгауссовских норм бинарных распределений – это позволило получить окончательные неулучшаемые формы неравенств больших уклонений для сумм случайных величин с такими распределениями;

введены новые важные обобщения гипергеометрических функций и функций Лежандра, что позволило рассмотреть новые типы интегральных преобразований и применить их для решения новых дифференциальных и интегральных уравнений математической физики (результаты вошли в опубликованную монографию);

новые значимые результаты получены в теории псевдорегулярных функций и её применениях к изучению асимптотического поведения случайных процессов разных классов – от обобщенных процессов восстановления до решений стохастических дифференциальных уравнений (результаты вошли в опубликованную монографию);

получены новые предельные свойства многомерных интегралов с циклическими ядрами, что позволило получить условия асимптотической нормальности коррелограммных оценок импульсных переходных функций неустойчивых систем Вольтера с наличием внутренних шумов;

получены условия сходимости обобщённых рядов Спицера с псевдорегулярными функциями;

получены условия для выполнения усиленного закона больших чисел для случайных процессов с квазиаддитивной моментной функцией.

(англ.)

The aim of the project was a further development of the theory of pseudo-regular and special functions and their applications to limit theorems of renewal theory, study of asymptotic behaviour of solutions to stochastic and deterministic differential equations, investigation of linear and non-linear models in stochastic analysis, statistics of stochastic processes with long-term and short-term dependence, integral equations and transforms.

In the project:

the necessary and sufficient conditions of the convergence for series of autoregressive random variables and vectors as well as the necessary and sufficient conditions under which the strong law of large numbers holds true are obtained (the results are published in the form of monograph);

exact values of subgaussian norms for binary distributions are found; this allowed us to obtain large deviations inequalities for sums of binary random variables in an ultimate unimprovable form;

new important generalizations of hypergeometric and Legendre functions are introduced; this allowed us to examine new kinds of integral transforms and to apply them for solving new differential and integral equations of mathematical physics (the results are included into a monograph);

new significant results in the theory of pseudo-regular functions are obtained and their applications to the study of the asymptotic behaviour of various stochastic processes are discussed (the applications range from generalized renewal processes to solutions of stochastic differential equations) (the results are included into a monograph);

new limit properties of multidimensional integrals with cyclic kernels are derived; this allows us to obtain the conditions of the asymptotic normality for correlogram estimates of impulse response functions for unstable Volterra systems with intrinsic noises;

the conditions of the convergence for generalized Spitzer series with pseudo-regular functions are obtained;

conditions for the strong law of large numbers for stochastic processes with quasi-additive moment functions are found.

4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності.

- Патент на корисну модель №68857. Спосіб генерації випадкових величин / Клесов О.І., Ізюмцев Л.Л., Ізюмцева О.К. – опубл. 10 квітня 2012 р.;

- Свідоцтво авторського права № 42269. Комп'ютерна програма „Kii” / Клесов О.І., Ізюмцев Л.Л., Ізюмцева О.К. – опубл. 15 лютого 2012 р.

5. Порівняння зі світовими аналогами

Проведені дослідження та одержані результати стосуються актуальних напрямків сучасної математики та мають пріоритетний характер. Науково-технічний рівень виконаної роботи знаходиться на рівні кращих вітчизняних та зарубіжних зразків.

6. Економічна привабливість для просування на ринок (вартість реалізації проекту, терміни впровадження та окупності, показники).

Робота є фундаментальною і не має безпосередньо економічного значення. Всі отримані результати є теоретичними. Їх теоретична цінність полягає у подальшому розвитку теорії псевдорегулярних та спеціальних функцій, та її більш ефективному використанні при отриманні нових теоретичних і практичних результатів різних галузей науки, і впровадження у навчальний процес.

7. Потенційні користувачі (галузі, міністерства, відомства, підприємства, організації).

Наукові та вищі учбові заклади України, зокрема НТУУ “КПІ”, Київський національний університет України ім. Тараса Шевченка, Інститут математики НАН України, Інститут прикладної математики і механіки НАН України, Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова, а також університети Німеччини (міст Кельна, Падерборна і Ульма) та Франції (м. Сержу-Понтоісе).

Проведені дослідження та їх результати використано та можуть використовуватися в подальшому для теоретичних і прикладних досліджень в статистиці випадкових процесів, теорії зв'язку, актуарній та фінансовій математиці, теорії дифракції, електростатиці тощо.

8. Стан готовності розробки (лабораторний або промисловий зразок, технічна документація, бізнес-план, готова до впровадження).

Всі результати науково-дослідної роботи опубліковані у провідних вітчизняних та закордонних фахових виданнях, в тому числі у журналах, що входять до міжнародних наукометричних баз даних (Scopus), а також доповідалися на міжнародних наукових конференціях. Деякі результати увійшли до чотирьох монографій, виданих авторами роботи.

9. Існуючі результати впровадження.

Частково результати НДР використовуються у навчальному процесі як окремі підрозділи лекційних курсів „Теорія випадкових процесів”, „Додаткові розділи математичного аналізу”, „Марковські процеси та їх застосування”, „Статистичний аналіз”. Крім того, результати НДР використовуються при проведенні наукової роботи зі студентами та аспірантами, при публікації наукових статей в провідних фахових журналах та виступах на конференціях, в матеріалах кандидатських дисертацій.

За матеріалами роботи захищено 3 кандидатські дисертації, опубліковано 4 монографії, 9 навчальних посібників, близько 60 статей у провідних міжнародних та фахових виданнях України.

10. Назва підрозділу, телефон, e-mail.

НТУУ „КПІ”, фізико-математичний факультет, кафедра математичного аналізу та теорії ймовірностей, 454-97-40, matan@kpi.ua.

11. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання (вагомі): (монографії, підручники, посібники, наукові статті, дисертації, інші публікації).

- 1) V. Buldygin, M. Runovska, Sums whose terms are elements of linear random regression sequences // Lambert Academic Publishing, 2014. – 168 p.
- 2) В.В. Булдігін, К.К. Москвичова, Субгауссівська норма бінарної випадкової величини // Теор. ймовірн. та матем. стат., вип. 86. – 2012. – С. 28-42.
- 3) Н.О. Вірченко, Узагальнені інтегральні перетворення. К.: Задруга, 2013. – 400 стор.
- 4) N.O. Virchenko, N.X. Thao, On the generalized convolution for and K-L integral transforms // Ukrain. Math. J. – 2012, т.64, №1. – P. 89-101.
- 5) A.V. Ivanov, N.N. Leonenko, M.D. Ruiz-Medina, I.N. Savych, Limit theorems for weighted nonlinear transformations of Gaussian stationary processes with singular spectra // The Annals of Probability, Vol.41, No. 2. – 2013. – P. 1088-1114.
- 6) О.В. Іванов, І.К. Мацак, Граничні теореми для екстремальних залишків у лінійній та нелінійній моделях регресії // Теор. ймовірн. та матем. стат.-Вип. 86. – 2012. – С. 69-80.
- 7) А.В. Пієнко, Continuous counterparts of Poisson and Binomial distributions // Annales Univ. Sci. Budapest, Sect. Comput., Vol. 39. – 2013. – P. 137-147.
- 8) O.I. Klesov, V.V. Buldygin, and J. Steinebach, Equivalent monotone versions of PRV functions // J. Math. Anal. Appl., Vol. 401. – 2013. – P. 526-533.
- 9) О.І. Клесов, В.В. Булдігін, К.Х. Індлекофер, Й.Г. Штайнебах, Псевдорегулярні функції та узагальнена теорія відновлення – К.: ТВіМС, 2012. — 441 стор.
- 10) О.І. Клесов, Граничні теореми для кратних сум випадкових величин – К.: ТВіМС, 2013. – 404 стор.
- 11) О.І.Клесов, Вибрані питання теорії ймовірностей та математичної статистики. – К.: ТВіМС, 2010. – 244 стор.
- 12) O.I. Klesov, Deli Li, G. Stoica, On the central limit theorem along subsequences of sums of i.i.d. random variables // Stat. Papers. – 2013, P. 1-11.
- 13) O.I. Klesov, P. Doukhan, A. Pakes, and J. Steinebach, Limit theorems for record counts and times in the F-scheme // J. Extremes, Vol. 16, No. 2. – 2013. – P. 147-171.
- 14) O.I. Klesov and U. Stadtmueller, Existence of moments in the Hsu-Robbins-Erdős theorem // Annales Budapest, 2013, Vol. 39, P. 271-278.
- 15) О. І. Клесов, В. В. Булдігін, Й. Г. Штайнебах Асимптотичні властивості абсолютно неперервних функцій та ПЗВЧ для процесів відновлення // Теор. ймовірн. та матем. стат., № 87. – 2012. – С. 1-11.
- 16) О.І. Клесов, О.А. Tymoshenko, Unbounded solutions of stochastic differential equations with time-dependent coefficients // Ann. Sci. Budapest Univ. Sect. Comp., 2013, Vol. 41, P. 25-35.
- 17) В.В. Павленков, В.В. Булдыгин, Теорема Караматы для регулярно log-периодических функций, Укр. Мат. журн., 2012, вип. 64, №11. – С. 1443-1463.
- 18) M.K. Runovska Convergence of series of muldi-dimensional Gaussian Markov sequences // Theory of Probab. and Math. Statist. – Vol. 84. – 2012. – p. 139-150.

12. Фото або слайди (декілька з фото) презентації розробки в електронному вигляді (рекламного характеру).

Немає.