

DOI: 10.37791/2687-0649-2026-21-1-95-120 EDN: SEZZRX

Научная статья

ВАК 2.3.5 ГРНТИ 50.07.05 УДК 519.87

Исследование функциональной зависимости между фазами диагональных коэффициентов и фазами собственных векторов эрмитовых матриц

А.П. Жук^{1}, В.П. Пашинцев¹, И.В. Макаров¹*

¹Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь, Россия

alekszhuk@mail.ru

Аннотация. Эффективным способом обеспечения необходимого уровня структурной скрытности кодовых последовательностей, применяемых в беспроводных системах передачи информации с множественным доступом и кодовым разделением каналов, является применение изменяемых по определенному правилу представительного множества структур кодовых последовательностей. Вариантом повышения структурной скрытности кодовых последовательностей, применяемых в рассматриваемых телекоммуникационных системах, является использование необходимого арсенала неповторяющихся ансамблей многофазных ортогональных кодовых последовательностей, моделируемых собственными векторами эрмитовой матрицы. В известных работах функциональная зависимость между диагональными коэффициентами трехдиагональной эрмитовой матрицы и системами ее собственных векторов, моделирующими ансамбли многофазных ортогональных кодовых последовательностей, ранее не устанавливалась, что не позволяло показать строгую детерминированную связь между псевдослучайным заданием фаз диагональных коэффициентов эрмитовой матрицы и свойствами ее собственных векторов, что и определяет актуальность данного исследования. В статье доказано существование функциональной зависимости между коэффициентами эрмитовой матрицы и системой ее собственных векторов. Показано, что псевдослучайный равномерный закон распределения значений фаз коэффициентов второй диагонали эрмитовых матриц, при постоянных значениях их модулей, сохраняется у аргументов (фаз) координат систем собственных векторов рассматриваемых матриц на основе оценок по критериям Вальда – Вольфовица, хи-квадрат и t-критерию Уэлча. На основе анализа проведенного эксперимента установлено, что спектр эрмитовой матрицы не изменяется при псевдослучайном изменении фаз ее диагональных коэффициентов с помощью генератора псевдослучайных чисел Вихрь Мерсенна при фиксированных значениях модулей ее диагональных коэффициентов. Аналитическое и экспериментальное доказательства взаимосвязи между аргументами диагональных коэффициентов трехдиагональной эрмитовой матрицы и аргументами координат ее систем собственных векторов, рассматриваемых в качестве моделей ансамблей многофазных ортогональных кодовых последовательностей, показывает, что статистические свойства последних определяются статистическими свойствами генератора псевдослучайных чисел, задающего исходные данные для стохастического преобразования. Сделан вывод о независимости спектра эрмитовой матрицы от псевдослучайного присвоения значений фаз ее диагональным коэффициентам при постоянных значениях их модулей.

Ключевые слова: эрмитовы матрицы, структурная скрытность, ортогональные кодовые последовательности, статистические свойства, аргументы собственных векторов, аргументы диагональных коэффициентов, функциональная зависимость

Для цитирования: Жук А. П., Пашинцев В. П., Макаров И. В. Исследование функциональной зависимости между фазами диагональных коэффициентов и фазами собственных векторов эрмитовых матриц // Прикладная информатика. 2026. Т. 21. № 1. С. 95–120. DOI: 10.37791/2687-0649-2026-21-1-95-120.

© Жук А.П., Пашинцев В.П., Макаров И.В., 2026.

Investigation of the functional dependence between the phases of diagonal coefficients and the phases of eigenvectors of Hermitian matrices

A. Zhuk^{1*}, V. Pashintsev¹, I. Makarov¹

¹North Caucasus Federal University, Stavropol, Russia

*alekszhuk@mail.ru

Abstract. An effective way to ensure the required level of structural secrecy of code sequences used in wireless data transmission systems with multiple access and code division multiplexing is to employ a representative set of code sequence structures that can be changed according to a specific rule. A variant of increasing the structural secrecy of code sequences used in the telecommunication systems under consideration is to employ the necessary arsenal of non-repeating ensembles of multiphase orthogonal code sequences modeled by the eigenvectors of a Hermitian matrix. In known works, the functional relationship between the diagonal coefficients of a tridiagonal Hermitian matrix and the systems of its eigenvectors modeling ensembles of multiphase orthogonal code sequences has not previously been established. This precluded the demonstration of a strict deterministic relationship between the pseudo-random assignment of the phases of the diagonal coefficients of a Hermitian matrix and the properties of its eigenvectors, which determines the relevance of this study. This article proves the existence of a functional relationship between the coefficients of a Hermitian matrix and the system of its eigenvectors. It is shown that the pseudorandom uniform distribution law of the phase values of the coefficients of the second diagonal of Hermitian matrices, with constant values of their moduli, is preserved for the arguments (phases) of the coordinates of the eigenvector systems of the matrices under consideration, based on estimates by the Wald – Wolfowitz criteria, chi-square, and Welch t-criterion. Based on the analysis of the conducted experiment, it was established that the spectrum of the Hermitian matrix does not change with a pseudorandom change in the phases of its diagonal coefficients using the Mersenne Twister pseudorandom number generator with fixed values of the moduli of its diagonal coefficients. Analytical and experimental proof of the relationship between the arguments of the diagonal coefficients of a tridiagonal Hermitian matrix and the arguments of the coordinates of its eigenvector systems, considered as models of ensembles of multiphase orthogonal code sequences, shows that the statistical properties of the latter are determined by the statistical properties of the pseudorandom number generator that specifies the initial data for the stochastic transformation. A conclusion is made about the independence of the spectrum of the Hermitian matrix from the pseudo-random assignment of phase values to its diagonal coefficients with constant values of their moduli.

Keywords: Hermitian matrix, structural secrecy, orthogonal code sequences, statistical properties, arguments of eigenvectors, arguments of diagonal coefficients, functional dependence

For citation: Zhuk, A., Pashintsev, V., & Makarov, I. (2026). Investigation of the functional dependence between the phases of diagonal coefficients and the phases of eigenvectors of Hermitian matrices. *Journal of Applied Informatics*, 21(1), 95–120. <https://doi.org/10.37791/2687-0649-2026-21-1-95-120>

© Zhuk A., Pashintsev V., Makarov I., 2026.