

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0510U000268

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 15-04-2010

**Статус:** Захищена

**Реквізити наказу МОН / наказу закладу:**



## II. Відомості про здобувача

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Стрелковська Ірина Вікторівна

2. Strelkovska Iruna Viktorivna

**Кваліфікація:**

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Вид дисертації:** доктор наук

**Аспірантура/Докторантура:** ні

**Шифр наукової спеціальності:** 05.12.02

**Назва наукової спеціальності:** Телекомунікаційні системи та мережі

**Галузь / галузі знань:** Не застосовується

**Освітньо-наукова програма зі спеціальності:** Не застосовується

**Дата захисту:** 26-03-2010

**Спеціальність за освітою:** 2013

**Місце роботи здобувача:** Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова

**Код за ЄДРПОУ:** 01180116

**Місцезнаходження:** 65029, м.Одеса, вул.Кузнечна,1

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Державний комітет зв'язку та інформатизації України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

### **III. Відомості про організацію, де відбувся захист**

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** Д 41.816.02

**Повне найменування юридичної особи:** Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова

**Код за ЄДРПОУ:** 01180116

**Місцезнаходження:** Кузнечна вулиця, 1, м. Одеса, Одеська обл., 65029, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

### **IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію**

**Повне найменування юридичної особи:** Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова

**Код за ЄДРПОУ:** 01180116

**Місцезнаходження:** 65029, м.Одеса, вул.Кузнечна,1

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Державний комітет зв'язку та інформатизації України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

### **V. Відомості про дисертацію**

**Мова дисертації:**

**Коди тематичних рубрик:** 49.33.29

**Тема дисертації:**

1. Теорія та методи сплайн-апроксимації в телекомунікаціях
2. Theory and methods of spline approximation in telecommunication

**Реферат:**

1. Об'єкт – наукові основи удосконалювання телекомунікаційних систем. Мета – створення теорії і конструктивних методів сплайн-апроксимації, що дозволяють більш ефективно розв'язувати різні задачі в телекомунікаціях для підвищення показників якості телекомунікаційних систем. Методи дослідження: використання теорії зв'язку, теорії систем, математичного аналізу, функціонального аналізу, теорії моделей та імітаційного моделювання, тензорного аналізу, комбінаторної топології, сплайн-апроксимації, інтерполяції, лінійної алгебри, диференціальної геометрії, синтезу сигнальних імпульсів, оптимізації параметрів селективних сигналів при їхньому синтезі. Теоретичні і практичні результати: 1. Створено на основі кубічних сплайнів інженерну методику аналізу й синтезу нових видів багатопараметричних селективних сигналів з фінітним спектром, які відрізняються тим, що при їх використанні мінімізовані інтерференційні (міжсимвольні й міжканальні) завади. Визначено набір необхідних параметрів синтезованих сигналів, і визначена область допустимих значень цих параметрів, що дозволяють забезпечити ефективні властивості й фізичну реалізованість цих сигналів на практиці. 2. Наявність банку багатопараметричних

селективних сигналів з фінітним спектром, вільних від міжсимвольної інтерференції (МСІ), дозволяє дослідникові формувати найбільш раціональні класи сигналів залежно від умов у каналах зв'язку й вимог до самої телекомунікаційної системи. 3. Одержано рекомендації щодо синтезу сигналів, ефективних за двома традиційними критеріями (залежність величини розкриття око-діаграми від коефіцієнта скруглення спектра сигналів, апроксимованих у частотній області кубічним сплайном і кубічним В-сплайном, та залежність концентрації енергії селективних сигналів від коефіцієнта скруглення) відносно застосування нових сигнальних функцій, екстремальні властивості яких дозволяють покращити технічні характеристики телекомунікаційних систем. 4. Показано, що широко використовуваний на практиці для апроксимації сигналів і процесів на кінцевому проміжку ряд Котельникова не є найкращим способом наближення. Більш ефективним апаратом наближення є сплайн-функції, що дозволяє збільшувати точність апроксимації. Крім того, при сплайн-апроксимації практично відсутній ефект Гіббса. 5. Показано, що при одержанні інтервальних оцінок випадкових процесів апроксимація послідовності оцінок кубічними сплайнами більш ефективна, ніж лінійна, одержувана за методом Калмана-Б'юсі. Досліджено можливі похибки, одержано граничні значення цих похибок. 6. При розв'язанні нелінійних задач, зокрема задач оптимального управління, одержані похибки обчислень для лінійних, кубічних нелокальних сплайнів, дискретних кубічних сплайнів, ермітових кубічних і В-сплайнів для рівномірних і нерівномірних сіток розбиття відрізка, на якому задана функція управління. Показано, що подальше підвищення гладкості функції управління вже не дає підвищення порядку апроксимації – відбувається насичення інтерполяційного процесу. Таким чином, визначена границя досяжної точності при реалізації управління в телекомунікаційних системах. 7. Показано, що в моделях телекомунікаційних систем, представлених вузловою мережею, застосування тензорних методів розрахунку дозволяє аналізувати сумісні структурні й функціональні властивості цих систем, забезпечувати одержання більш загальних результатів, що гарантують мінімальний час багатопараметричної маршрутизації, що, крім спільності, дозволяє також більш просто знаходити оптимальні рішення. Наукова новизна: 1. Уперше розроблено метод синтезу багатопараметричних селективних сигналів з фінітним спектром, вільних від МСІ, заснований на використанні кубічних та кубічних В-сплайнів для апроксимації частотних характеристик. Розроблено аналітичний метод синтезу й аналізу цих сигналів у часовій і частотній областях. 2. Уперше проведено аналіз повної енергії селективних сигналів, спектральна щільність яких апроксимована звичайним кубічним і кубічних В-сплайном. Створено основи для побудови банку багатопараметричних селективних сигналів з фінітним спектром, вільних від МСІ. 3. Уперше доведено можливість підвищення якості відновлення випадкових сигналів за їх відліками за допомогою сплайн-апроксимації порівняно з використанням рядом Котельникова. 4. Уперше доведено можливість одержання більш точної інтервальної оцінки випадкових процесів і сигналів за рахунок нелінійної сплайн-апроксимації результатів лінійного оцінювання стану мережних елементів і мереж у цілому, тобто показано, що при інтерполяції послідовності оцінок, одержуваних за методом Калмана-Б'юсі, апроксимація кубічними сплайнами більш ефективна, ніж лінійними. 5. Уперше розроблено метод розв'язання лінійних неоднорідних диференціальних рівнянь за допомогою сплайн-функцій (для лінійних, кубічних нелокальних сплайнів, дискретних кубічних сплайнів, ермітових кубічних і В-сплайнів), що дозволяє одержувати стійкі розв'язання задач оптимального управління в телекомунікаційних мережах. 6. Уперше при відновленні дискретизованих векторних процесів і полів запропоновано узагальнити поняття сплайн-функцій за допомогою поняття тензора, компонентами якого є сплайн-функції, що дозволяє одержувати інваріантні до розмірності й системи координат розв'язки й розширити клас цих розв'язків, поєднуючи структурні й функціональні властивості телекомунікаційних систем. Уперше введено поняття тензорних сплайнів і розглянуто операції над ними, показана коректність алгебраїчних операцій над тензорними сплайнами: додавання, множення, згортання тензорних сплайнів, що дозволяє здійснювати відповідні математичні процедури над дискретними процесами й полями, які характеризують багатовимірний стан телекомунікаційних систем. 7. Уперше для розв'язання нелінійних задач узагальнено метод лінеаризації шляхом переходу в ріманів простір, використовуючи коваріантне диференціювання за допомогою тензорних сплайнів, одержано метод розв'язання нелінійних задач на многостатності тензорних сплайнів з використанням тензорної лінеаризації

дискретних нелінійних окільних систем, за допомогою якої спрощуються дослідження функціональних властивостей телекомунікаційної системи. Результати роботи впроваджені в таких організаціях, як: Харківський науково-дослідний інститут судових експертиз ім. Засл. проф. М.С. Бокаріуса, Український науково-дослідний інститут зв'язку, Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій, Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова, в/ч К – 1415. Результати використані в шести науково-дослідних роботах ОНАЗ ім. О.С. Попова, запропоновані для використання у навчальному процесі ВНЗ та для НДР викладачів, аспірантів.

2. The object is scientific bases of telecommunication system updating. The aim is the theory forming and constructive methods of spline approximation allowing more effectively to solve different problems in telecommunications for raising the quality characteristics of telecommunication systems. Research methods: usage of communication theory, system theory, mathematic analysis, functional analysis, theory of models and simulation modelling, tensor analysis, combinatorial topology, spline approximation, interpolation, linear algebra, differential geometry, synthesis of signal impulses, optimization of selective signals parameters under its synthesis. Theoretical and practical results: 1. On the base of cubic splines the engineering technics of analysis and synthesis of new kinds of multiparameter selective signals with finite spectrum, differing with that while its usage the beat interferences (intersymbol and interchannel) have been minimized is formed. The set of necessary parameters of the synthesized signals and admitted region of these parameters allowing to provide effective characteristics and physical realization of these signals on practice have been defined. 2. Bank occurrence of multiparameter selective signals with finite spectrum free of intersymbol interference (ISI) allows researcher to form more rational kinds of signals depending on conditions in communication channels and requirements, specifying to the telecommunication system itself. 3. The recommendations on signals synthesis effective on two traditional criteria (dependence of eye-pattern aperture value from coefficient of signal spectrum rounding approximated in the frequency domain by cubic spline and cubic B-spline, and dependence of selective signals energy concentration from coefficient of rounding) as for the usage of new signal functions, the extremal properties of which allow to improve technical characteristics of telecommunications systems have been got. 4. It has been proved that the wide used Kotelnikov series on practice for approximation of signals and processes on finite interval is not the best method of approximation. The more effective apparatus of approximation are spline-functions that allow to improve accuracy of approximation. Apart from it under the spline approximation it is practically absent the Gibbs effect. 5. Under the receiving the interval evaluations of the random processes the evaluation sequence approximation by cubic splines is more effective then linear received by the method of Kalman-Byusi. The possible measures of inaccuracy are examined, and its limit values have been got. 6. While the solving of nonlinear problems particularly the problems of optimal control, received the measures of inaccuracy in calculations for linear, cubic, nonlocal splines, discrete cubic splines, hermite cubic and B-splines, uniform and nonuniform mesh of interval fragmentation on which the function of control is given. It is shown that the further scale-up the smoothness of control function does not give the rise of approximation order-saturation of interpolation of random process is occurred. Hence the limit of approachable accuracy under the realization of telecommunications systems management is defined. 7. It is shown that in the telecommunications systems models presented by hub network the application of calculating tensor methods allows to analyze structural and functional properties of these systems, to provide the more general results supplying the minimal time of multipath routing that allows also find simpler optimal solutions. Scientific novelty: 1 the method of synthesis of multiparameter selective signals with finite spectrum free of ISI based on the usage of cubic and cubic B-splines for approximation of frequency properties has been developed firstly. The analytical method of these signal analysis and synthesis in frequency and time domains has been developed. 2. The full energy analysis of selective signals which spectral density approximated by cubic and B-cubic splines has been firstly conducted. The bases for multiparameter selective signals bank with finite spectrum free from ISI have been created. 3. The possibility of random signal recovery quantity increasing by spline-approximation, in comparison with the used on practice the methods of Kotelnikov series has been proved. 4. The possibility to get more precise interval evaluation of random processes and signals by nonlinear approximation, the results of linear evaluation of network elements

state and networks in general has been proved firstly, so, under the evaluation sequence interpolation got by method of Kalman-Byusi, the approximation by cubic splines is more effective then linear. 5. The method of linear not uniform differential equation by spline functions (linear, cubic, B-splines) that allows to get stable solutions of problems for optimization control in telecommunications networks firstly developed. 6. It is firstly suggested under the recovery of discrete vector processes to generalize the concept of spline functions by the concept of tensor, the components of which are spline functions that allow to get invariant to dimensions and to the system of the coordinates solutions and to make wider the group of these solutions, combining structural and functional properties of telecommunication system, the concept of tensor splines has been firstly introduced and it has been shown the correctness of algebra operations under the tensor splines: addition, multiplication, contraction of tensor splines that allow to make proper mathematical procedures under the discrete processes and fields, characterizing the multivariable state of telecommunication systems, 7. Firstly for the solution of nonlinear problems generalized the method of linearization by transition to Riemannian space, using the covariant differentiation with the help of tensor splines, got the method of nonlinear problem solution on the variety of tensor splines with the help of the tensor linearization of discrete nonlinear neighborhood systems by which the research of telecommunication systems functional properties is simplified. The results of work are realized on such organizations as: Kharkov Scientific Research Institute of Expert Testimony in Court named after M.S.Bokarius, Ukraine Scientific research Institute of Communication, State University of Information Telecommunication Technologies, Odessa National Academy of Telecommunications named after A.S. Popov. The results have been used in six scientific research works of ONAT named after A.S. Popov, and suggested to use in the educational process of HEI and for SRW of lecturers, aspirants.

**Державний реєстраційний номер ДіР:**

**Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:**

**Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:**

**Підсумки дослідження:**

**Публікації:**

**Наукова (науково-технічна) продукція:**

**Соціально-економічна спрямованість:**

**Охоронні документи на ОПІВ:**

**Впровадження результатів дисертації:**

**Зв'язок з науковими темами:**

## **VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Воробієнко Петро Петрович
2. Vorobiyenko Petro Petrovych

**Кваліфікація:** д.т.н., 05.12.13

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## **VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів**

### **Офіційні опоненти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Климаш Михайло Миколайович

2. Климаш Михайло Миколайович

**Кваліфікація:** д.т.н., 05.12.02

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Лемешко Олександр Віталійович

2. Лемешко Олександр Віталійович

**Кваліфікація:** д.т.н., 05.12.02

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Мазурков Михайло Іванович

2. Мазурков Михайло Іванович

**Кваліфікація:** д.т.н., 05.12.13

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Рецензенти**

## VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові  
голови ради**

Захарченко Микола Васильович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові  
головуючого на засіданні**

Захарченко Микола Васильович

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

**Реєстратор**

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є  
відповідальним за реєстрацію наукової  
діяльності**



Юрченко Т.А.