# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0820U100477

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 09-12-2020

**Статус:** Захищена

**Реквізити наказу МОН / наказу закладу:**

## II. Відомості про здобувача

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Олексюк Вадим Володимирович
2. Oleksiuk Vadim

**Кваліфікація:**

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Вид дисертації:** доктор філософії

**Аспірантура/Докторантура:** так

**Шифр наукової спеціальності:** 121

**Назва наукової спеціальності:** Інженерія програмного забезпечення

**Галузь / галузі знань:**

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

**Дата захисту:** 04-12-2020

**Спеціальність за освітою:** Програмне забезпечення систем (8.05010301)

**Місце роботи здобувача:** Черкаський державний технологічний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 05390336

**Місцезнаходження:** бульвар Шевченка, буд. 460, м. Черкаси, Черкаський р-н., Черкаська обл., 18006, Україна

**Форма власності:**

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

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## III. Відомості про організацію, де відбувся захист

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** ДФ 73.052.006

**Повне найменування юридичної особи:** Черкаський державний технологічний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 05390336

**Місцезнаходження:** бульвар Шевченка, буд. 460, м. Черкаси, Черкаський р-н., Черкаська обл., 18006, 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:** Черкаський державний технологічний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 05390336

**Місцезнаходження:** бульвар Шевченка, буд. 460, м. Черкаси, Черкаський р-н., Черкаська обл., 18006, Україна

**Форма власності:**

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

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## V. Відомості про дисертацію

**Мова дисертації:**

**Коди тематичних рубрик:** 50.41.25, 50.09.55

**Тема дисертації:**

1. Математичне та програмне забезпечення дослідження завадостійкості цифрових модемів з шумовими сигналами

2. Mathware and software for bit error rate research of digital modems with noise signals

**Реферат/анотація:**

1. Актуальність розробок математичного та програмного забезпечення дослідження цифрових модемів з шумовими сигналами викликана потребою покращення результатів оцінювання характеристик завадостійкості цифрових модемів зі складними сигналами. За останні кілька десятиліть увагу дослідників привернули системи зв'язку з надширокim спектром сигналу, зокрема з використанням хаотичного та шумового сигналу в якості несучої. Розвиток цифрових технологій спростив практичну реалізацію таких систем. На сучасному етапі недостатня розвиненість методики оцінювання потенційної завадостійкості цифрових систем з шумовою носійною призводить до наявності суттєвих похибок у розрахунках. Зокрема це проявляється у значних розходженнях між емпіричними та теоретичними оцінками завадостійкості таких систем. Тому виникає потреба у розробці нових підходів до математичного моделювання та проектування

програмного забезпечення процесів аналізу та імітаційного моделювання цифрових модемів для отримання потенційної оцінки завадостійкості таких систем. Дисертаційна робота спрямована на вирішення актуальної науково-технічної задачі, що полягає в підвищенні точності оцінки характеристик демодуляторів цифрових модемів з шумовими сигналами за рахунок розробки математичного та програмного забезпечення моделювання процесу оцінювання їх завадостійкості. Розробка відповідного математичного та програмного забезпечення дає змогу інженерам з'ясувати перспективність розробки системи на етапі проектування, а на етапі реалізації вибрати оптимальні параметри системи в умовах дії завад різного походження. В роботі використовується об'єктно-орієнтований підхід опису процесу проектування архітектури програмного забезпечення дослідження завадостійкості цифрових модемів з шумовими сигналами за допомогою уніфікованої мови моделювання (UML). Даний підхід дозволив удосконалити метод проектування програмного забезпечення імітаційного моделювання процесу оцінювання завадостійкості цифрових модемів з шумовими сигналами та забезпечити ефективніший супровід імітаційної моделі. За допомогою мови програмування Java виконано об'єктно-орієнтовану реалізацію досліджуваних моделей цифрових модемів. Розроблено у середовищі програмування та запатентовано структурну схему модему множинного доступу із кореляційно-часовою модуляцією шумового сигналу для K≥2 користувачів. Удосконалено метод пошуку мінімальної кількості відліків аналоговоцифрового перетворювача шумового сигналу для заданого рівня відношення сигнал/завада. Даний метод дозволяє шляхом застосування експоненційної регресії підвищити ефективність програмної реалізації цифрового модему за рахунок зменшення ймовірність помилки біту та збільшення швидкості передачі для різного рівня завадових обставин в модемі множинного доступу з кореляційно часовою маніпуляцією шумового сигналу. Збільшення швидкості передачі відбувається за рахунок зменшення довжини тактового інтервалу для обраного значення перевищення сигнал / завада на вході демодулятора. Виконується аналіз завадостійкості та розробляються методи математичного моделювання процесу оцінювання завадостійкість цифрового модему множинного доступу з кореляційно часовою маніпуляцією шумового сигналу та бінарного модему з фазовою маніпуляцією шумового сигналу. Розроблено програмне забезпечення, що спрощує процес вибору оптимальних параметрів цих демодуляторів. Для перерахованих модемів в якості носія інформації використовується шумовий сигнал типу білого гауссового шуму та автокореляційний метод прийому сигналів демодулятором в каналі де діє адитивна гауссова завада. Дослідження завадостійкості систем автокореляційного типу в більшості випадків проводять з використанням гауссової апроксимації випадкових величин (ВВ) в демодуляторі. Вплив наявності в демодуляторі негауссового розподілу ВВ розглядається вперше для підвищення точності теоретичної оцінки завадостійкості системи. В дослідженні використовуються дві методики оцінювання завадостійкості, що враховують складові з різними законами розподілу ймовірностей у функціоналі порогового детектора: 1) врахування негаусового (квадратичного) розподілу в демодуляторі кореляційно часових модемів бінарного та множинного доступу. На відміну від існуючих метод враховує негаусовий закон розподілу складових, що дає змогу отримати нові аналітичні закономірності обрахунку уточненої завадостійкості; 2) застосування апарату характеристичної функції в аналізі бінарних модемів з кореляційно часовою та фазовою маніпуляцією шумового сигналу, що на відміну від існуючих методів гауссової апроксимації ВВ дозволяє застосувати закони теорії імовірності для функціональних перетворень ВВ та отримати аналітичні вирази для обчислення потенційної завадостійкості демодуляторів.

2. The urgency of the development of mathware and software research of digital modems with noise signals is caused by the need to improve the results of bit error rate (BER) estimation characteristics of digital modems with complex signals. Over the last few decades, researchers have been drawn to ultra-wide signal communication systems, including the use of chaotic and noise signals as a carrier. The development of digital technologies has simplified the practical implementation of such systems. At the present stage, the underdevelopment of the methodology for estimating the potential BER of digital systems with noise carrier leads to the presence of significant errors in the calculations. In particular, this is manifested in significant differences between empirical and theoretical estimates of BER of such systems. Therefore, there is a need to develop new approaches to mathematical modeling and software design processes for analysis and simulation of digital modems to obtain a

potential estimate of BER of such systems. The thesis is aimed at solving the current scientific and technical problem, which is to increase the accuracy of estimating the characteristics of digital modems' demodulators with noise signals through the development of mathware and software modeling of the estimating process their bit error rate. Development of appropriate mathware and software allows engineers to determine the prospects for the development of the system at the design stage, and at the implementation stage to select the optimal parameters of the system under conditions of interference of various origins. The work uses an object-oriented approach to describe the process of designing the software architecture for bit error rate research of digital modems with noise signals using a unified modeling language (UML). This approach allowed to improve the method of designing software for simulation of the estimating process the BER of digital modems with noise signals and to provide better simulation model support. Using the Java programming language, an object-oriented implementation of the studied models of digital modems was performed. A block diagram of a multiple access modem with correlation-time manipulation of the noise signal for K≥2 users is developed in integrated development environment and patented. The method of finding the minimum number of samples of the analog-todigital converter of a noise signal for the set level of the signal-to-noise ratio (SNR) is improved. This method allows increasing the efficiency of software implementation of a digital modem by applying exponential regression by reducing the probability of bit error and increasing the transmission rate for different levels of interference in a multiple access modem with correlated time manipulation of the noise signal. The increase transmission rate occurs by reducing the length of samples for the selected value of the SNR at the input of the demodulator. BER analysis is performed and methods of mathematical modeling of the BER estimation process of digital multiple access modems with correlation-time noise signal manipulation and binary modem with phase noise signal manipulation are developed. Software has been developed that simplifies the process of selecting the optimal parameters of these demodulators. For the listed modems as the information carrier the noise signal of type of white Gaussian noise and the autocorrelation method of reception of signals by the demodulator in the channel where the additive Gaussian noise operates is used. Investigations of BER of autocorrelation type systems in most cases are carried out using a Gaussian approximation of random variables (RV) in a demodulator. The influence of the presence of a non-Gaussian explosive distribution in a demodulator is considered for the first time to increase the accuracy of the theoretical assessment of the BER of the system. The study uses two methods for estimating BER, taking into account components with different laws of probability distribution in the functionality of the threshold detector: 1) Taking into account the non-Gaussian (quadratic) distribution in the demodulator of correlation time modems of binary and multiple accesses. In contrast to the existing methods, it takes into account the non-Gaussian law of component distribution, which makes it possible to obtain new analytical regularities for calculating the specified BER; 2) application of the characteristic function apparatus in the analysis of binary modems with correlation time and phase manipulation of the noise signal, which in contrast to the existing methods of Gaussian approximation of explosives allows to apply the laws of probability theory for functional transformations of explosives and obtain analytical expressions.

**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. Первунінський Станіслав Михайлович

2. Pervuninskyi Stanislav

**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. Семенко Анатолій Іларіонович

2. Semenko Anatolii

**Кваліфікація:** д. т. н., 05.12.07

**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. Ложковський Анатолій Григорович

2. Lozhkovskyi Anatolii

**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

**Рецензенти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Фауре Еміль Віталійович
2. Faure Emil

**Кваліфікація:** д. т. н., 05.13.21

**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. Федоров Євген Євгенович
2. Fedorov Eugene

**Кваліфікація:** д. т. н., 05.13.05

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## VIII. Заключні відомості

| | |
|---|---|
| **Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради** | Голуб Сергій Васильович |
| **Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні** | Голуб Сергій Васильович |
| **Відповідальний за підготовку облікових документів** | |
| **Реєстратор** | |
| **Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності** | Юрченко Т.А. |

