

UDC 519. 876. 5: 656. 71. 06: 654(045)

¹I. F. Boyko,
²I. K. Maletskiy,
³D. M. Zakharov

SOME ASPECTS OF MODELING OF THE AIRCRAFT AVIONIC SYSTEMS

Institute of Air Navigation, National Aviation University, Kyiv, Ukraine

E-mails: ¹ibojko@mail.ru, ^{2,3}dzaharov@meta.ua

Abstract—The paper deals with mathematical modelling methods in the processes of the formation and transmission of the analogue and digital signals of avionics systems. There was created a mathematical model of the modulation processes having different initial data, and the computer modelling was done.

Index Terms—Modelling of avionics systems; radio communication; process of the formation signals; modulation; personal computer; very high frequency.

I. INTRODUCTION

It should be noted that along with analytical methods and field tests for the study of complex technical systems lately there have been widely used various modelling techniques of avionics systems (AS). Usually, there are models of three types: geometric, physical and mathematical [1].

Modelling processes occupy a significant place in the creation and operation of the modern AS. They allow you to visualize certain processes without using complicated and bulky installations, and having only a personal computer (PC), without which it is impossible to imagine the modern study of complex modern AS [2].

When creating an AS (radio systems), in most cases it turns out that the spectrum of the original signal to be transmitted, is not concentrated on those frequencies which efficiently transmits an available communication channel. Furthermore, in many cases it is required that the transmitted signal must be narrowband. These factors lead to the need for such a transformation of the original signal that meets the requirements for the frequency band occupied by the signal [3]. Solution to this problem is achieved by using modulation, the essence of which is as follows. Formed some oscillation (more often harmonic), called the carrier, and any of the parameters of this oscillation varies in time proportionally to the original signal [4].

To improve the quality of development and operation of radio systems it is advisable to modulate the processes of analog modulation, while using such a system of computer mathematics as MATLAB+SIMULINK, which allows you to simulate these processes, investigate them, change the settings and build the graphics [5].

II. STATEMENT OF THE PROBLEM

Let us consider the processes of analog modulation, since they are most often used in the aircraft

AS. For example, radio very high frequency (VHF) with amplitude modulation (AM) Icom A-110 works with the frequencies 118...136.975 MHz and is used for the channel «land-board». VHF radio station with frequency modulation (FM) Icom F-110 [6] is used for the communication within airport, it has three predetermined frequencies. We also consider the processes of transfer of discrete messages (data) via continuous radio channel, since they are widely used in modern systems of aircraft AS and they are gradually replacing analog ones [4]. An example of such a radio station T6TR, produced by Park Air Systems. It operates in the 118 ...136.975 MHz FM and AM. In addition, it provides the transmission of digital signals channels «earth - board».

At harmonic carrier oscillation

$$s(t) = A_0 \cos(\omega t + \varphi_0), \quad (1)$$

there are three main parameters: the amplitude A_0 , frequency ω and initial phase φ_0 . Each of them can be linked to a modulating signal, thus obtaining the three main types of analog modulation: amplitude, frequency and phase modulation (PM).

III. IMPLEMENTATION OF THE MODEL USING THE MODULATION SYSTEM MATLAB+SIMULINK

Simulate AM radio communication system signal using a program MATLAB+SIMULINK [5]. On the basis of a mathematical model of the AM obtain functional schemes Figs 1 and 3, where the modulation process follows the law

$$S_{AM}(t) = A_0(1 + m \cos \Omega t) \cos(\omega t + \varphi). \quad (2)$$

In these schemes we can change the original modulation parameters and display the results graphically on the unit screen (oscilloscope). On the oscilloscope screen (Figs 2, 4) will be displayed oscillogram for AM process with different parameters m , ω , Ω , A_0 .

Let us consider the construction of functional circuits by the example of Fig. 1. This circuit consists of the following elements: Digital Clock – digital source of the time signal, Argument – the frequency of the carrier wave with the initial phase $\omega t + \varphi_0$, Trigonom Function 1 – carrier wave function (in this case $\cos(\Omega t + \varphi_0)$), Argument 1 –

low frequency (LF) wave, Trigonom Function 2 – LF wave function (in this case $\cos\Omega t$), M – AM depth index, Multiply – multiplication function, Amplitude – the amplitude of the carrier wave (in this case A_0), Sum – addition function, Floating Scope – oscilloscope [5].

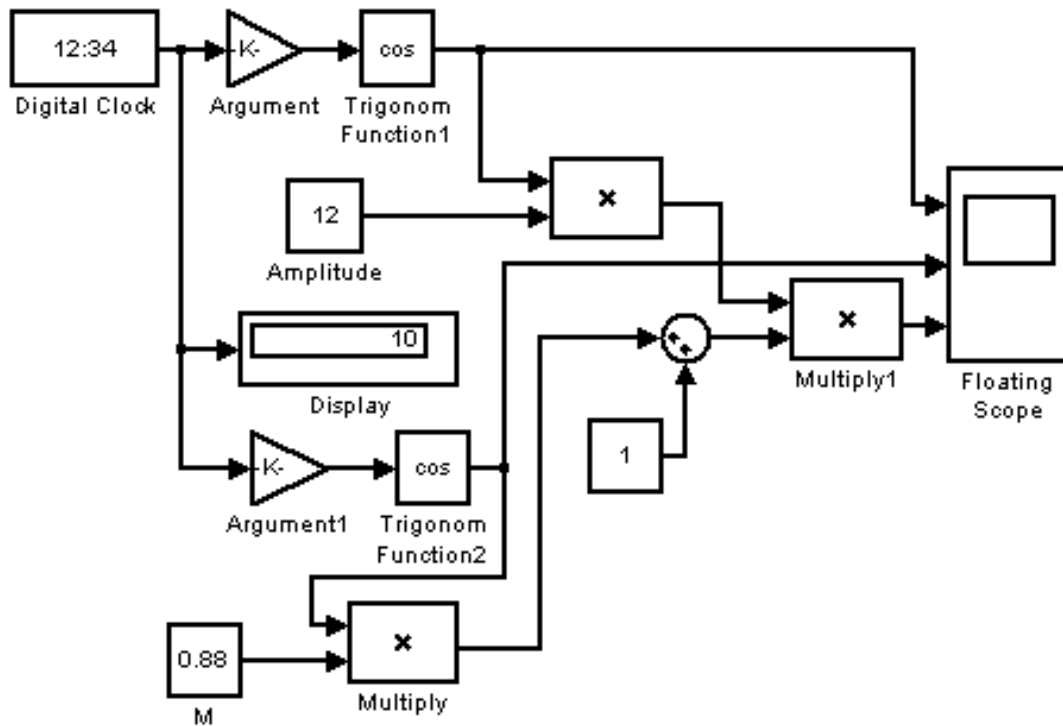


Fig. 1. Functional diagram of the AM signal model with parameters: $m = 0.88$; $\omega = 127$ MHz; $\Omega = 1$ kHz; $A_0 = 12$ V

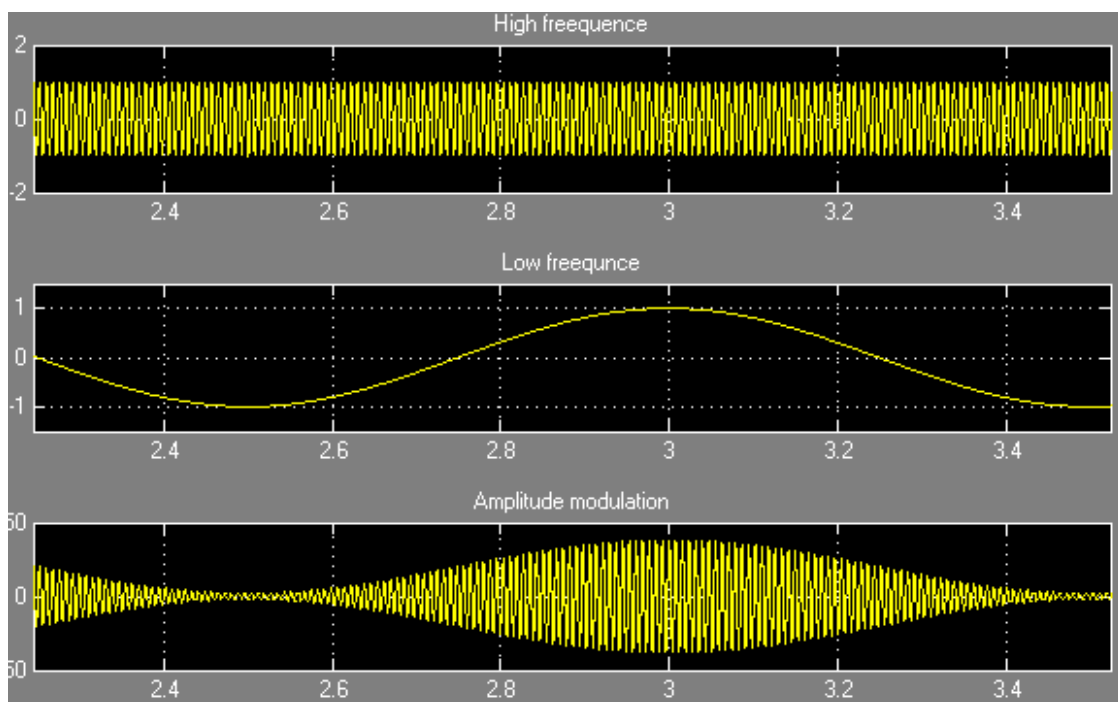


Fig. 2. Oscillograms of the AM signal model with parameters: $m = 0.88$; $\omega = 127$ MHz; $\Omega = 1$ kHz; $A_0 = 12$ V

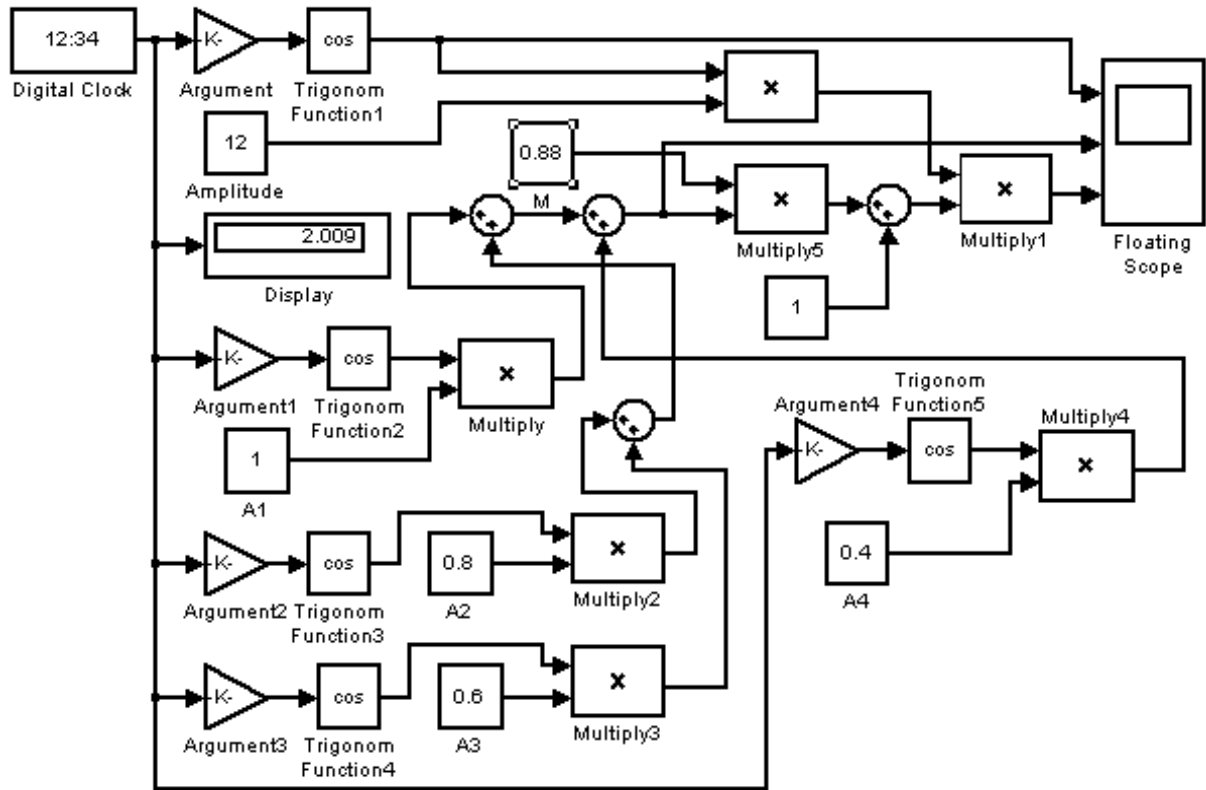


Fig. 3. Functional scheme of the AM signal model with parameters: $m = 0.88$; $\omega = 127 \text{ MHz}$; $\Omega_1 = 300 \text{ Hz}$; $\Omega_2 = 600 \text{ Hz}$; $\Omega_3 = 1000 \text{ Hz}$; $\Omega_4 = 2000 \text{ Hz}$; $A_0 = 12 \text{ V}$

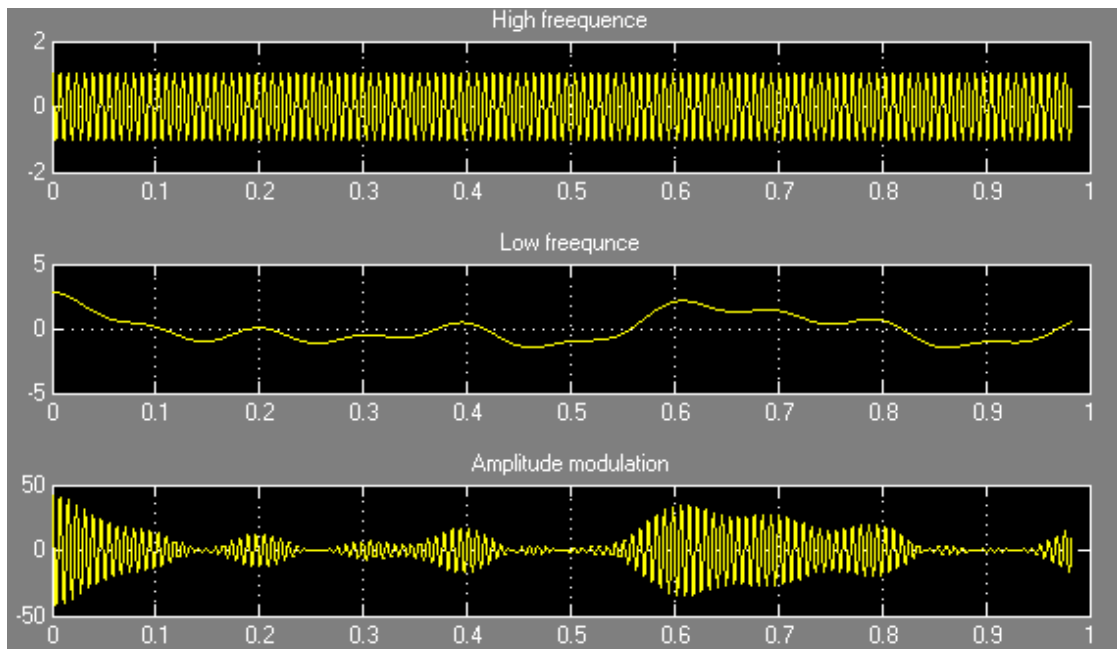


Fig. 4. Oscillograms of the AM signal model with parameters: $m = 0.88$, $\omega = 127 \text{ MHz}$; $\Omega_1 = 300 \text{ Hz}$; $\Omega_2 = 600 \text{ Hz}$; $\Omega_3 = 1000 \text{ Hz}$; $\Omega_4 = 2000 \text{ Hz}$; $A_0 = 12 \text{ V}$

In accordance with a mathematical model of the process we have a FM

$$S_{FM}(t) = A_0 \cos(\omega t + m_{FM} \sin \Omega t + \varphi_0), \quad (3)$$

function circuit (Fig. 5). On the oscilloscope screen

(Fig. 6) will be displayed oscillogram for the FM process with parameters: m_{FM} is the coefficient of frequency deviation; ω is the carrier frequency; Ω is the frequency of the modulating signal; A_0 is the amplitude of the carrier wave.

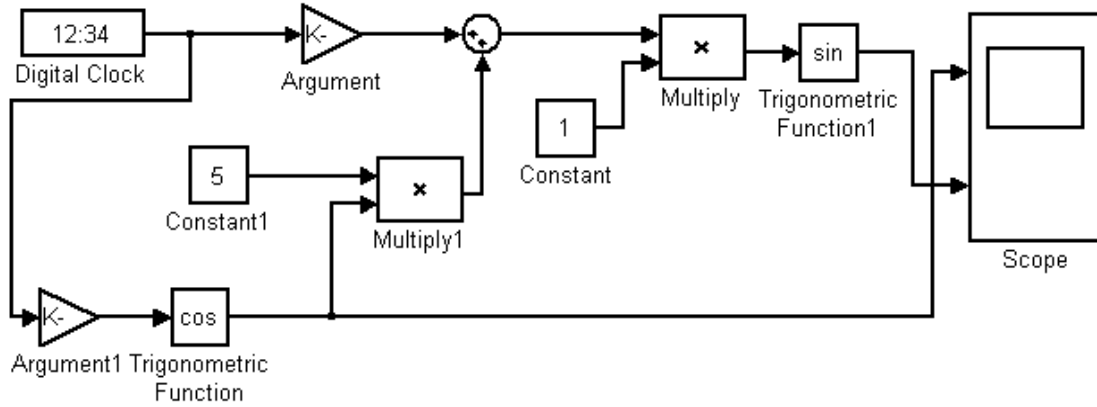


Fig. 5. Functional scheme of the FM signal model with parameters: $m_{FM} = 5$; $\omega = 142$ MHz; $\Omega = 1$ kHz; $A_0 = 1$ V

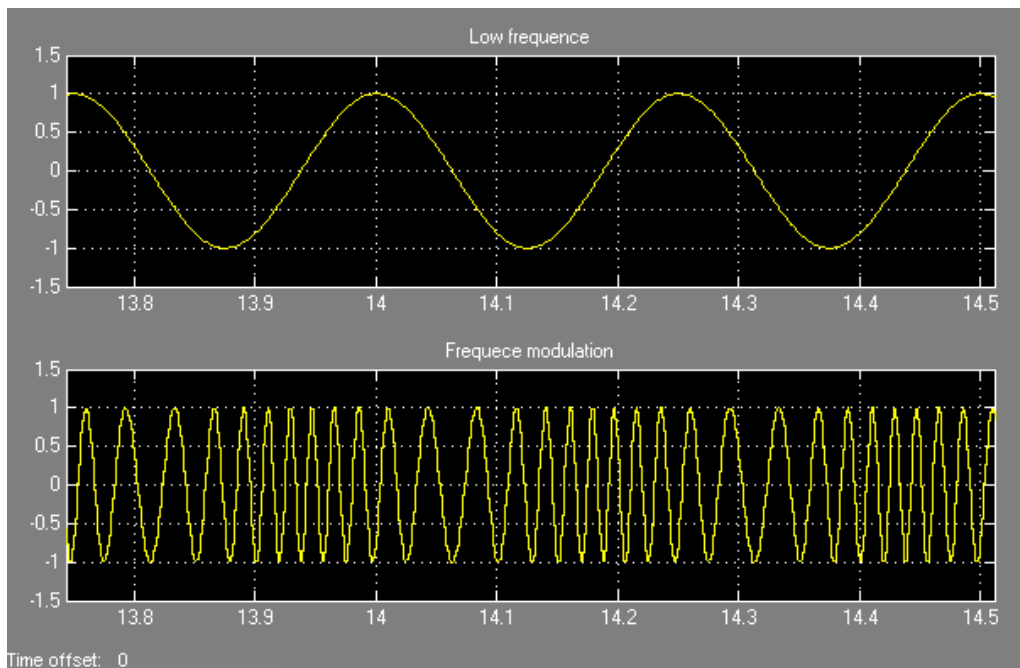


Fig. 6. Oscillograms of the FM signal model with parameters: $m_{FM} = 5$; $\omega = 142$ MHz; $\Omega = 1$ kHz; $A_0 = 1$ V

For the transmitting of discrete FM mes-sages we havethe functional scheme (Fig. 7). The modulating signal is represented as perfect digital signal in the

form of alternation of units and zeros, and the oscilloscope screen shows the corresponding oscillogram (Fig. 8) for this process.

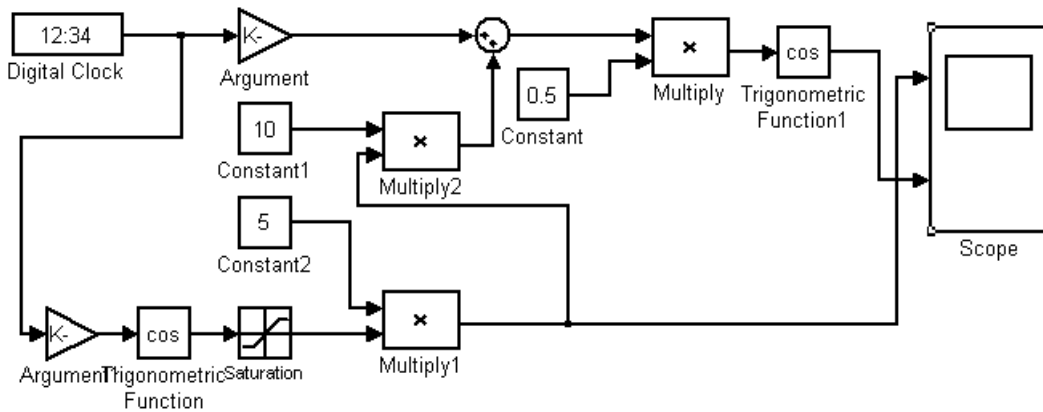


Fig. 7. Functional diagram of the model for the transmitting of discrete FM messages with parameters: $m_{FM} = 5$; $\omega = 142$ MHz; $\Omega = 10$ kHz; $A_0 = 1$ V

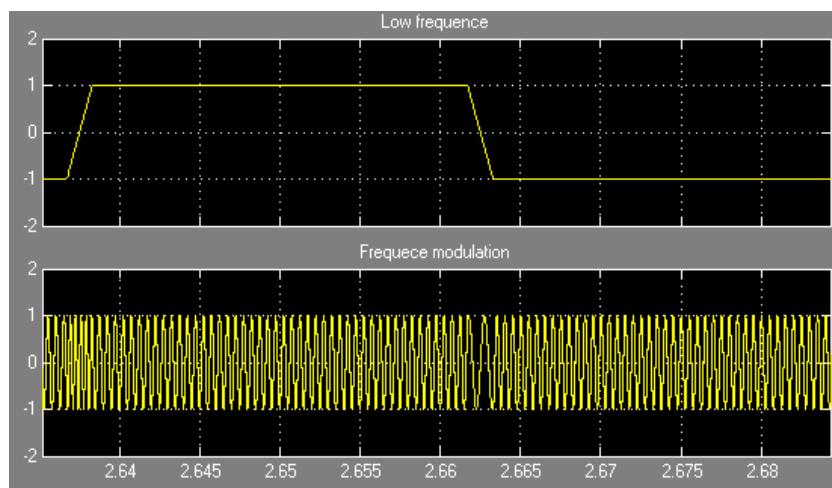


Fig. 8. Oscillograms model for the transmitting of discrete FM messages with parameters:
 $m_{FM} = 5$; $\omega = 142$ MHz; $\Omega = 10$ kHz; $A_0 = 1$ V

IV. CONCLUSIONS

With the help of a computer application MATLAB+SIMULINK there were created functional schemes for AM and FM processes in aircraft AS communication. In the proposed schemes you can modify the parameters of modulated processes and build graphics of the studied processes. Thus, the proposed mathematical models of AM and FM and schemes of these models can be used for experiments in the development, design and operation of AS communication.

REFERENCES

[1] Maletskiy, I. K.; Zakharov, D. M.; Levchuk, A. N. "Modeling processes aviation RTS." *Transport problems. Collection of scientific papers*. no. 6. 2013. Kyiv, NTU. pp. 213–217. (in Ukrainian).

Boiko Ivan. Doctor of Sciences in Engineering. Professor.

Department of Electronics, National Aviation University, Kyiv, Ukraine.

Education: Institute of Civil aviation Engineers, Kyiv, Ukraine. (1972).

Research interests: Theory and methods of stochastic signals processing, statistical analyses and synthesis of information processing systems.

Publications: 110.

E-mail: ibojko@mail.ru

Maletsky Ivan. Docent.

Department Of Aviation Electronic Systems, National Aviation University, Kyiv, Ukraine.

Education: Kiev Institute engineers of Civil Aviation, Kyiv, Ukraine (1967).

Research interests: avionics, radio communications for air traffic services to civil aviation, radio maintenance, reliability issues, modeling of complex systems.

Publications: 175.

E-mail: dzaharov@meta.ua

Zakharov Danyil. Magister. Radio engineer.

Aviation Enterprise «Antonov», Kyiv, Ukraine.

Education: National Aviation University, Kyiv, Ukraine (2010).

Research interests: radio electronics, radio communications for air traffic services to civil aviation, rules for conducting flight checks of radio aids, questions of reliability, modeling of complex systems.

Publications: 12.

E-mail: dzaharov@meta.ua

[2] Maletskiy, I. K.; Kaminsky, E. A.; Zakharov, D. M. "Modelling of processes of encrypted data in modern aircraft radio systems special communication." *Protection of information*. no. 1 (50). 2013. Kyiv, NAU. pp. 63 – 69. (in Russian).

[3] Baskakov, S. I. *Radio Circuits and Signals*. Textbook for high schools. Moscow. High School. 1988. 448 p. (in Russian).

[4] Sergienko, A. B. *Digital signal processing*. Sankt Petersburg. Piter. 2003. 604 p. (in Russian).

[5] Deaconov, V. P. *MATLAB 6.5 SP/7 + Simulink 5/6. Signal processing and filter design*. Moscow. Solon-Press. 2005. 576 p. (in Russian).

[6] *Radio Icom A-110: Technical description*. Osaka. Icom Inc. 2000. 37 p.

Received 14 February 2014

І. Ф. Бойко, І. К. Малецький, Д. М. Захаров. Деякі питання моделювання авіаційних систем радіозв'язку
Розглянуто методи математичного моделювання процесів формування і передачі аналогових і цифрових сигналів авіаційних радіоелектронних систем. Створено математичні моделі процесів модуляції при наявності різноманітних початкових даних, проведено комп'ютерне моделювання.

Ключові слова: моделювання авіаційних систем; радіозв'язок; процес формування сигналів; модуляція; персональний комп'ютер; дуже високі частоти.

Бойко Іван Федорович. Доктор технічних наук. Професор.

Кафедра електроніки, Національний авіаційний університет, Київ, Україна.

Освіта: Київський інститут інженерів цивільної авіації, Київ, Україна. (1972).

Напрямок наукової діяльності: теорія та методи обробки випадкових сигналів, статистичний аналіз та синтез систем обробки інформації.

Кількість публікацій: 110.

E-mail: ibojko@mail.ru

Малецький Іван Костянтинівич. Доцент.

Кафедра авіаційних радіоелектронних комплексів, Національний авіаційний університет, Київ, Україна.

Освіта: Київський інститут інженерів цивільної авіації, Київ, Україна (1967).

Напрямок наукової діяльності: авіаційна радіоелектроніка, радіозв'язок для обслуговування повітряного руху цивільної авіації, технічне обслуговування радіосистем, питання надійності, моделювання процесів складних систем.

Кількість публікацій: 175.

E-mail: dzaharov@meta.ua

Захаров Данило Михайлович. Магістр. Радіоінженер.

Авіапідприємство «Антонов», Київ, Україна.

Освіта: Національний авіаційний університет, Київ, Україна (2010).

Напрямок наукової діяльності: радіоелектроніка, радіозв'язок для обслуговування повітряного руху цивільної авіації, правила проведення льотних перевірок радіотехнічних засобів, питання надійності, моделювання процесів складних систем.

Кількість публікацій: 12.

E-mail: dzaharov@meta.ua

И. Ф. Бойко, И. К. Малецкий, Д. М. Захаров. Некоторые вопросы моделирования авиационных систем радиосвязи

Рассмотрены методы математического моделирования процессов формирования и передачи аналоговых и цифровых сигналов авиационных радиоэлектронных систем. Созданы математические модели процессов модуляции при наличии различных исходных данных, проведено компьютерное моделирование.

Ключевые слова: моделирование авиационных систем; радиосвязь; процесс формирования сигналов; модуляция; персональный компьютер; очень высокие частоты.

Бойко Иван Федорович. Доктор технических наук. Профессор.

Кафедра электроники, Национальный авиационный университет, Киев, Украина.

Образование: Киевский институт гражданской авиации. Киев, Украина. (1972).

Направление научной деятельности: теория и методы обработки случайных сигналов, статистический анализ и синтез систем обработки информации.

Количество публикаций: 110.

E-mail: ibojko@mail.ru

Малецкий Иван Константинович. Доцент.

Кафедра авиационных радиоэлектронных комплексов, Национальный авиационный университет, Киев, Украина.

Обучение: Киевский институт инженеров гражданской авиации. Киев, Украина (1967).

Направление научной деятельности: авиационная радиоэлектроника, радиосвязь для обслуживания воздушного движения гражданской авиации, техническое обслуживание радиосистем, вопросы надежности, моделирование процессов сложных систем.

Количество публикаций: 175.

E-mail: dzaharov@meta.ua

Захаров Даниил Михайлович. Магистр. Радиоинженер.

Авиапредприятие «Антонов», Киев, Украина.

Обучение: Национальный авиационный университет, Киев, Украина (2010).

Направление научной деятельности: радиоэлектроника, радиосвязь для обслуживания воздушного движения гражданской авиации, правила проведения летных проверок радиотехнических средств, вопросы надежности, моделирование процессов сложных систем.

Количество публикаций: 12.

E-mail: dzaharov@meta.ua