

Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім  
министрлігі  
**Азаматтық авиация академиясының Жаршысы**

---

**Вестник Академии гражданской авиации  
Министерства науки и высшего образования  
Республики Казахстан**

---

**Bulletin of Civil aviation Academy  
Ministry of Science and Higher Education of the Republic  
of Kazakhstan**

**№ 4(27) 2022**

**АЛМАТЫ – 2022**

**Бас редактор**

Көшеков Қ.Т., т.ғ.д., профессор, ҚР ҰҒА корр.мүшесі

**Бас редактордың орынбасары**

Алдамжаров Қ.Б., т.ғ.д., профессор

**Редакциялық алқа:**

Имашева Г.М., т.ғ.д., ААА-ның асс.профессоры; Литвинов Ю.Г., ф.-м.ғ.к. ААА-ның асс. профессоры; Қалимолдаев М.Н., ф.-м.ғ. д., профессор, ҚР БҒМ Ғылым комитеті Информатика және басқару мәселелері институтының директоры; Тулешов А.К., т.ғ.д., ХИА академигі, Механика және машинатану институтының бас директоры; Vodo Lochmann э.ғ.д., профессор, ҚНУ проректоры; Юрген Баст, Фрайбург академиясының профессоры (Германия); Потоцкий Е.П., т.ғ.д., «Техносфера қауіпсіздігі» кафедрасының меңгерушісі ҰЗТУ «ММБҚИ»; Ефимов В.В., т.ғ.д. (АА МҰТУ профессоры); Ципенко В.Г., т.ғ.д., профессор, АА МҰТУ кафедра меңгерушісі; Медведев А.Н., т.ғ.д., КБИ профессоры (TSI, Латвия); Искендеров И.А., ф.-м.ғ.к., Әзірбайжан Ұлттық Авиация академиясының асс.профессоры, кафедра меңгерушісі); Рева А.Н., т.ғ.д., Украина Ұлттық Авиациялық университетінің профессоры; Арынов Е.Б. ф.м.-ғ.д., Ө.А. Байқоңыров атындағы Жезқазған университетінің профессоры.

**Түзетуші және аудармашы:** Макеева А.**«Азаматтық Авиация Академиясының жаршысы»**

Ғылыми басылым

*Қазақстан Республикасы инвестициялар және даму министрлігі**Байланыс, ақпараттандыру және ақпарат комитеті**Мерзімді баспасөз басылымын және ақпараттық агенттікті есепке қою туралы куәлігі**№15452-Ж 1 маусым, 2015 жыл*

*Қазақстан Республикасының ұлттық мемлекеттік кітап палатасы  
(ЮНЕСКО, Франция, Париж қ.) сериялық басылымдарды тіркейтін ISSN Халықаралық  
орталығында тіркелген және халықаралық номер берілген ISSN 2413-8614  
DOI 10.53364*

*2015 жылдан бастап**Журналдың шығу мерзімділігі - жылына 4 рет**Басылымның тілдері: қазақ, орыс, ағылшын*

*Журналда авиация саласындағы техникалық, жаратылыстану, гуманитарлық және әлеуметтік ғылымдардың әртүрлі салаларында ғалымдардың, оқытушылардың, PhD докторанттар мен магистранттардың зерттеулерінің нәтижелері бойынша ғылыми мақалалар жарияланады.*

**"Азаматтық авиация академиясы" АҚ Закарпатская көшесі, 44, Каб. №202**

А35М2Н5 (жаңа индекс), Алматы қ., Қазақстан Республикасы

Тел.: 8 747 182 52 41, e-mail: almamakeeva@mail.ru

**"Қазақ соқырлар қоғамы" қоғамдық бірлестігінің Рудный оқу-өндірістік кәсіпорны" жауапкершілігі шектеулі серіктестігі басып шығарды Рудный қ., П. Корчагин к., 30а.**

Тел.: +77051016644

Тираж -300 дана.

**Главный редактор**

Кошеков К.Т., д.т.н., профессор, член корр. НАН РК

**Зам. главного редактора**

Алдамжаров К.Б., д.т. н., профессор

**Редакционная коллегия:**

Имашева Г.М., д.т.н., профессор АГА; Литвинов Ю.Г., к.ф.-м.н., асс.профессор АГА; Калимолдаев М.Н., д.ф.-м.н., профессор, директор Института проблем информатики и управления комитета науки МОН РК; Тулешов А.К., д.т.н., академик МИА, генеральный директор Института механики и машиноведения; Vodo Lochmann, д.э.н., профессор, проректор КНУ (ФРГ); Юрген Баст, профессор Фрайбургской академии (Германия); Потоцкий Е.П., д.т.н., профессор кафедры «Техносферная безопасность» НИТУ «МИСиС»; Ефимов В.В., д.т.н., профессор МГТУ ГА; Ципенко В.Г., д.т.н., профессор, зав. кафедрой МГТУ ГА; Медведев А.Н., д.т.н., профессор ИТС (TSI, Латвия); Искендеров И.А., к.ф.-м.н., асс. профессор, заведующий кафедрой НАА Азербайджана; Рева А.Н., д.т.н., профессор НАУ Украины; Арынов Е.Б., д.ф.-м. н., профессор Жезказганского университета им. О.А.Байконурова.

**Корректор и переводчик:** Макеева А.Т.**«Вестник Академии гражданской авиации»**

Научное издание

*Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания и информационного агентства №15452-Ж1 от 1 июля 2015 года**Комитета связи, информатизации и информации**Министерство по инвестициям и развитию Республики Казахстан**Национальная государственная книжная палата Республики Казахстан**Зарегистрирован в Международном центре по регистрации сериальных**изданий ISSN (ЮНЕСКО, г. Париж, Франция) и ей присвоен международный номер**ISSN 2413-8614**DOI 10.53364**Год основания - 2015**Периодичность издания журнала – 4 номера в год.**Языки издания: казахский, русский, английский*

*В журнале публикуются научные статьи по результатам исследований ученых, преподавателей, докторантов PhD и магистрантов в различных областях технических, естественных, гуманитарных и общественных наук авиационной отрасли.*

*АО “Академия гражданской авиации” ул. Закарпатская, 44, Каб. №202**A35M2H5 (новый индекс), г. Алматы, Республика Казахстан**Тел.: 8 747 182 52 41, e-mail: almatakeeva@mail.ru*

Отпечатано в ТОО “Рудненское учебно – производственное предприятие общественного объединения “Казахское общество слепых” г. Рудный, ул.П. Корчагина, 30а. Тел.: +77051016644  
Тираж -300 экз.

**Editor-in – chief**

Koshekov K.T., doctor of technical sciences, professor, Member-corr.NAS RK.

**Deputy Chief Editor**

Aldamzharov K.B., doctor of technical sciences, professor

**Editorial staff:** Imasheva G. M., doctor of technical sciences, associate professor of the Academy of Civil Aviation; Litvinov Yu.G., candidate of physical and mathematical sciences, associated professor of the Academy of Civil Aviation; Kalimoldaev M.N., dr.sc., professor, director of the Institute of Informatics and Management Problems of the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan; Tuleshov A.K., doctor of technical sciences, academician of MIA, director General of the Institute of Mechanics and Engineering Science; Bodo Lochmann, doctor of economics, professor, vice-rector of KNU (Germany); Jurgen Bast, professor of the freiburg Academy (Germany); Potocki E.P., doctor of technical sciences, professor department of «Technosphere Security», NRTU «MISiS»; Efimov V.V., dt professor, MSTU G.A; Cipenko V.G., doctor of technical sciences, professor, Head of the Department. Chair of the MGTU GA; Medvedev A.N., doctor of technical sciences, professor of ITS (Transport and Telecommunication Institute) (TSI, Latvia); Isgandarov I.A., Head of the Aerospace Devices Department, candidate of physical and mathematical sciences, associated professor of Azerbaijan National Aviation Academy; Reva A.N., D. Sc of Technical Sciences, professor of NAU of Ukraine; Arynov E., D.Sc. of Physics and Mathematics Sci., Professor of Zhezkazgan University named after O. A. Baikonurov.

**Translator and proofreader:** Makeeva A.T.

**“Bulletin of the Civil Aviation Academy”**

*Scientific publication*

*The certificate of registration of a periodical and  
Information Agency from July 1, 2015, №154521 Ж1  
Communication, Informatization and Information Committee*

*The Ministry of Investment and Development of the Republic of Kazakhstan  
Registered in the International Center for the Registration of Serials ISSN (UNESCO,  
Paris, France) and assigned an international number ISSN 2413-8614  
DOI 10.53364*

*Foundation year – 2015*

*Periodicity is 4 issues per year.  
Publication Languages are Kazakh, Russian and English*

*The journal publishes scientific articles based on the results of research by scientists, teachers,  
PhD students and undergraduates in various fields of technical, natural, humanitarian and social  
sciences of the aviation industry.*

*JSC “Academy of Civil Aviation” Zakarpatskaya str., 44, Office No. 202  
A35M2N5 (new index), Almaty, Republic of Kazakhstan  
Tel.: 8 747 182 52 41, e-mail: almamakeeva@mail.ru*

Printed in " Rudny educational and Production Enterprise of the public association  
"Kazakh Society of the Blind", Rudny, P. Korchagin str., 30 a, Tel.: +77051016644  
Circulation -300 copies.

**МАЗМҰНЫ/СОДЕРЖАНИЕ/ CONTENTS**

<b><i>ИННОВАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯ ЖӘНЕ АВИАЦИЯЛЫҚ ТЕХНИКА ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И АВИАЦИОННАЯ ТЕХНИКА INNOVATIVE TECHNOLOGY AND AVIATION TECHNICS</i></b>	
<b>Keribayeva T.B., Rysbekova A.A., Seifula G.N., Toilybai</b> Determination of uncertainty in the flight motion of an unmanned aerial vehicle by means of regulator synthesis	7
<b><i>КӨЛІКТІК ЛОГИСТИКА ЖӘНЕ АВИАЦИЯЛЫҚ ҚАУІПСІЗДІК ТРАНСПОРТНАЯ ЛОГИСТИКА И АВИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ TRANSPORT LOGISTICS AND AVIATION SAFETY</i></b>	
<b>Алиев С.И., Ализада А.И.</b> Роли прогрессивных методов в развитии логистической системы	13
<b>Татибекова Ж. Р., Абжапбарова А.Ж.</b> Сапа менеджменті мен тәуекелдер теориясы негізінде азаматтық авиацияның әуежай кешендерінің авиациялық қауіпсіздік жүйесін жетілдіру	18
<b><i>ҒЫЛЫМНЫҢ, БІЛІМНІҢ ЖӘНЕ БИЗНЕСТІҢ ИНТЕГРАЦИЯСЫ ИНТЕГРАЦИЯ НАУКИ, ОБРАЗОВАНИЯ И БИЗНЕСА INTEGRATION OF SCIENCE, EDUCATION AND BUSINESS</i></b>	
<b>Баталова М.Е., Баяндинова А.Р.</b> Связь в видимом свете IMAGING-MIMO система с использованием $\mu$ LED и встроенного приемника	23
<b>Тулекова Г. Х.</b> Қазіргі таңда мемлекеттік тілдің Қазақстан Республикасының азаматтық авиация саласында алатын орны мен маңызы	31
<b>Асқадұлы Қ., Срайлова М.</b> Связь в видимом свете с использоанием синего GaN $\mu$ LED и преобразователя цвета из флуоресцентного полимера	37
<b>Ваданбеккызы Z.</b> The history of development and the current state of academic writing	46
<b>Оспанов Е.А., Айтқазина Д.</b> Связь видимым светом с использованием цифровой камеры и светодиодного фонарика	49
<b>Батырбаева М.А.</b> 1929-1933 жылдардағы қазақ халқының қасіреті	57
<b>Адиканова С., Маратбекова Ш.</b> Однофотонный лавинный диод (SPAD) VLC система и приложение для внутрискважинного мониторинга	63
<b>Еркебаева А.Н.</b> Применение case-study в обучении профессиональному английскому языку на примере занятия по теме «Diplomatic security»	73
<b>Наурызбаева Р.М.</b> Үлгерім функциясы және оны зерттеу	77
<b>Belginova S.A.</b> Optical internet of things	88
<b>Keribayeva T.B., Muratkhan B., Kaipbek G., Lekerova F.</b> Development of led lighting system with data transmission function based on VLC technology	93
<b>Alibekkyzy K.</b> Organization of character data transmission with the help of white lighting leds	98
<b>Keribayeva T.B., Rysbekova A.A., Seifula G.N., Toilybai</b> A new paradigm of digital transformation of smart management of multiparametric system	103

## CONTENTS

<b>INNOVATIVE TECHNOLOGY AND AVIATION TECHNICS</b>	
<b>Keribayeva T.B., Rysbekova A.A., Seifula G.N., Toilybai</b> Determination of uncertainty in the flight motion of an unmanned aerial vehicle by means of regulator synthesis	7
<b>TRANSPORT LOGISTICS AND AVIATION SAFETY</b>	
<b>Aliev S.I., Alizoda A.I.</b> The role of progressive methods in the development of the logistics system	13
<b>Tatibekova Zh. R., Abzhapbarova A.Zh.</b> Improving the aviation security system of airport complexes of civil aviation on the basis of quality management and risk theory	18
<b>INTEGRATION OF SCIENCE, EDUCATION AND BUSINESS</b>	
<b>Batalova M.E., Bayandinova A.R.</b> Communication in visible light imaging-mimo system using $\mu$ LED and built-in receiver	23
<b>Tulekova G. H.</b> CURRENTLY, THE PLACE AND IMPORTANCE OF THE STATE LANGUAGE IN THE FIELD OF CIVIL AVIATION OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN	31
<b>Askaduly K., Srailova M.</b> Communication in visible light using blue GaN $\mu$ LED and a fluorescent polymer color converter	37
<b>Badanbekkyzy Z.</b> The history of development and the current state of academic writing	46
<b>Ospanov E.A., Aitkazina D.</b> Visible light communication using a digital camera and an LED flashlight	49
<b>Batyrbaeva M.A.</b> The tragedy of the Kazakh people in 1929-1933	57
<b>Adikanova S., Maratbekova S.</b> Single-photon Avalanche diode (SPAD) VLC system and application for downhole monitoring	63
<b>Yerkebayeva A.N.</b> The use of case-study in teaching professional English on the example of a lesson on the topic «Diplomatic security»	73
<b>Naurzybayeva R.M.</b> The academic performance function and its study	77
<b>Belginova S.A.</b> Optical internet of things	88
<b>Keribayeva T.B., Muratkhan B., Kaipbek G., Lekerova F.</b> Development of led lighting system with data transmission function based on VLC technology	93
<b>Alibekkyzy K.</b> Organization of character data transmission with the help of white lighting leds	98
<b>Keribayeva T.B., Rysbekova A.A., Seifula G.N., Toilybai</b> A new paradigm of digital transformation of smart management of multiparametric system	103

Иновациялық технология және авиациялық техника  
Инновационные технологии и авиационная техника  
Innovative technology and aviation technics

DOI 10.53364/24138614\_2022\_27\_4\_7  
UCD 629.681.7

<sup>1</sup>Keribayeva T.B\*, <sup>1</sup>Rysbekova A.A., <sup>1</sup>Seifula G.N., <sup>1</sup>Toilybai O.  
<sup>1</sup>JSC «Academy of Civil Aviation», Almaty, Kazakhstan.

\*E-mail: [talshyn.keribayeva@gmail.com](mailto:talshyn.keribayeva@gmail.com)

DETERMINATION OF UNCERTAINTY IN THE FLIGHT MOTION OF AN  
UNMANNED AERIAL VEHICLE BY MEANS OF REGULATOR SYNTHESIS

РЕТТЕГІШ СИНТЕЗІНІҢ КӨМЕГІМЕН, ҰШҚЫШСЫЗ ҰШУ  
АППАРАТЫНЫҢ ҰШУ ҚОЗҒАЛЫСЫНДАҒЫ БЕЛГІСІЗДІГІН АНЫҚТАУ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ В ЛЕТНОМ ДВИЖЕНИИ  
БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА С ПОМОЩЬЮ  
РЕГУЛЯТОРНОГО СИНТЕЗА

**Abstract.** This article highlights the fact that the development of unmanned aerial vehicles (UAVs) is a dynamically developing direction, which has recently been of particular interest to UAVs, as well as a number of their features and application areas. The main direction in the development of UAVs is to increase the autonomy of flights, which in turn increases the reliability of the device, provides ease of operation without requiring a high level of qualification of the operator, as well as reduces the overall cost of completing the task. We show the control system of an unmanned aerial vehicle, the impact of obstacles in the flight of an unmanned aerial vehicle and the presence of difficulties arising in the landing conditions.

**Keywords:** unmanned aerial vehicle, unmanned aerial vehicle control system, unmanned aerial vehicle movement model, system of equations.

**Аңдатпа.** Бұл мақалада ұшқышсыз ұшу аппараттарын (ҰҰА) әзірлеу қарқынды дамып келе жатқан бағыт болып табылатыны, соңғы уақытта ҰҰА деген ерекше қызығушылық пен олардың бірқатар ерекшеліктері мен қолдану салалары атап айтылады. ҰҰА-н әзірлеудегі негізгі бағыт ұшу дербестігін арттыру болып табылады, бұл өз кезегінде аппараттың сенімділігін арттырады, оператордың жоғары біліктілік деңгейін талап етпей, пайдаланудың қарапайымдылығын қамтамасыз етеді, сондай-ақ тапсырманы орындауға жұмсалатын жалпы шығындарды азайтады. Ұшқышсыз ұшу аппаратының басқару жүйесін, ұшқышсыздардың ұшу барысындағы кедергілердің әсері мен қону жағдайында туындайтын қиындықтардың болуын көрсетеміз.

**Түйін сөздер:** ұшқышсыз ұшу аппараты, ұшқышсыздарды басқару жүйесі, ұшқышсыз ұшу аппаратының қозғалысының моделі, теңдеулер жүйесі.

**Аннотация.** В данной статье отмечается, что разработка беспилотных летательных аппаратов (БЛА) является динамично развивающимся направлением, в последнее время особый интерес представляют БЛА и ряд их особенностей и областей применения. Основным

направлением в разработке БЛА является повышение самостоятельности полетов, что в свою очередь повышает надежность аппарата, обеспечивает простоту эксплуатации, не требуя высокого уровня квалификации оператора, а также снижает общие затраты на выполнение задания. Покажем систему управления беспилотным летательным аппаратом, влияние препятствий на полете беспилотников и наличие трудностей, возникающих в условиях посадки.

**Ключевые слова:** беспилотный летательный аппарат, система управления беспилотниками, модель движения беспилотного летательного аппарата, система уравнений.

**Introduction.** As science and technology advance day by day, the conquest of new milestones in human history is revived. Today, science has reached many heights, and drones are proof of that.

Let's briefly touch on the variety of drone types: there are different types of drones by design. UAVs are classified according to interrelated parameters such as weight: flight time, range and flight height.

We know that UAVs are widely used in military defense, surveying and civilian programs. It also contributes to scientific research, such as the use of drones in environmental research. Due to the rapid development of drone technology that has become available over the past decade, they are in high demand in wildlife research, especially aerial photography. Scientists have determined the effectiveness of drones compared to planes for marine fauna studies taking aerial photographs of the sea [1]. Scientists from Calvin University studied the impact of drones on the bird world and they showed that drones do not cause the birds stress, making drones a better option for studying them. [2].

**Materials and methods.** In the case of information uncertainty, the synthesis of software control of an unmanned aerial vehicle is carried out. On the basis of the mathematical model of the UAV guidance described in the discrete-variable coordinate system the method of analytical synthesis of the UAV control law according to the given quality criterion at guidance along the trajectory passing through the given points of space which is characterized by the solution of the optimization problem is offered which allows to form the optimal control law in changing conditions of the UAV application. On the basis of a fuzzy regulator formulated methodology for the formation of the control signal of the UAV autopilot, which includes algorithms for forming the optimal trajectory of the UAV, phasing of random input signals, calculation of control parameters and obtaining the control signal. signals of the UAV autopilot, which allows it to provide the necessary quality control in terms of information uncertainty [3].

Of particular importance is the development of domestic unmanned aerial vehicle (UAV) control systems, which belong to the class of structures that are subject to the influence of random external forces, measurement noise, and other perturbations. UAV manufacturers, due to changes under the influence of unknown parameters in a wide range, the synthesis of high-precision systems requires the search for solutions from the class of modern control systems.

The development of modern control theory began with works in the field of adaptive, interval (interval-determined), uncertain and stochastic (uncertain and stochastic systems) systems.

The means to improve the effectiveness of UAV control in the face of obstacles to the UAV control system are described. It is duplicated by local radionavigation systems based on false satellites to improve the immunity from interference of satellite radionavigation systems. In order to improve the accuracy of positioning of aircraft, the possibility of using a combined method of spatiotemporal and spatial-frequency processing of navigation signals is defined [4].

If we synthesize UAV motion under uncertainty. For different levels of research uncertainty, the mathematical model of the UAV is provided with lower control accuracy compared to the proportional regulator with constant coefficients obtained for the model.

**Results and Discussion.** In estimating the vector state, we consider the coefficients of the equations of linear motion of the aircraft simultaneously with the vertical-horizontal flight algorithm.



Let us write the longitudinal model taking into account the wind acceleration, motions in the state space:

$$\dot{X} = AX + BU + \xi \quad (1)$$

Here is the vector state;

$X = [\Delta V \ \Delta\theta \ \Delta\vartheta \ \Delta\omega_z \ \Delta H]^T$  - velocity stabilization errors, angles.

$\Delta V \ \Delta\theta \ \Delta\vartheta \ \Delta\omega_z, \ \Delta H$  - trajectory and pitch angles, angular velocity, and pitch altitude.

U- control of the helicopter.

$\xi = [\xi_1 \ \xi_2 \ 0 \ \xi_4 \ 0]^T$  - vector of random wind gusts.

A- matrix state; B- control matrix.

The elements of matrix A and B depend on airspeed and inertial-mass characteristics.

We derive the estimation parameters A and B from the state vector and its derivative [5]. From this we obtain 2 measurement equations:

$$Y_1 = AX + BU + \xi + \xi_{y1},$$

$$Y_2 = X + \xi_{y2}$$

Here  $Y_1$  and  $Y_2$  are the measurement vectors of the components of the state vector and its derivative; the component of the measurement vector is the noise vector  $\xi_{y2} = [\xi_{yV} \ \xi_{y\theta} \ \xi_{y\vartheta} \ \xi_{y\omega z} \ \xi_{yH}]^T$  the state vector is the product of the noise vector of the state measurement component  $\xi_{y1} = [\xi_{yV} \ \xi_{y\theta} \ \xi_{y\vartheta} \ \xi_{y\omega z} \ \xi_{yH}]^T$

In the tracking device algorithm, the vector  $U^*$  is used not only as a part of the measurement vector, but also as a control vector. If separate sets of sensors are used, then for X and their noises can be considered independent. As a result, the control process looks as follows:

$$\dot{X} = U^* + \xi$$

$$\dot{A} = 0$$

$$\dot{B} = 0$$

(2)

or if we introduce an extended state vector

$$X^* = [X^T \ a^T]^T$$

where the equations-columns of the vector-coefficients written in the order a-(1), i.e., the rows of matrices A and B,

$$X^* = [X^T \ a^T]^T \quad (3)$$

In the control process equation (3), the extended input control vector  $U^{**} = [U^{*T} \ 0]^T$  and the extended deviation vector  $\xi^* = [\xi^T \ 0]^T$

Measurement equation:

$$Y = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} AX+BU \\ X \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \xi+\xi_{y1} \\ \xi_{y2} \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$\text{Or } Y = F + \xi_y$$

$$\text{Here } F = \begin{bmatrix} AX+BU \\ X \end{bmatrix}, \quad \xi_y = \begin{bmatrix} \xi+\xi_{y1} \\ \xi_{y2} \end{bmatrix}$$

The nonlinear Kalman filter algorithm can now be used for the control process (3) and control conditions (4) [5]:

$$\dot{\hat{X}} = U^{**} + P \left( \frac{\partial F}{\partial \hat{X}} \right)^T S_y^{-1} (Y - F(\hat{X}, U)) \quad (5)$$

- equation of the control device;

$$\dot{P} + P \left( \frac{\partial F}{\partial X^*} \right)^T S_y^{-1} \frac{\partial F}{\partial X^*} P = S_{x^*} \tag{6}$$

- the equation of the correlation error matrix P.

Estimation of the  $\hat{X}$  extended state vector in the algorithm (5), (6).

$S_y$  is the matrix of measurement noise intensity  $\xi_y$ ;

$S_{x^*}$  - intensity matrix of random perturbations  $\xi^*$ ;

$$\frac{\partial F}{\partial X^*} = \begin{bmatrix} A & \frac{\partial}{\partial a}(AX + BU) \\ I & 0 \end{bmatrix}$$

I-unit matrix.

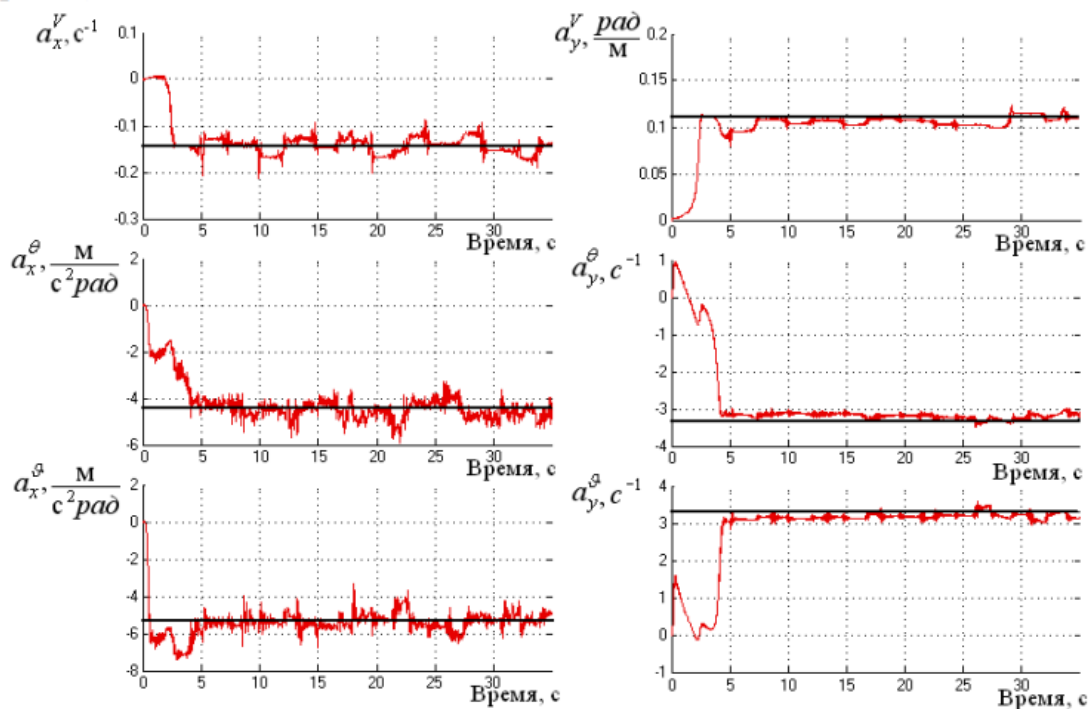
For the model of longitudinal motion of the UAV described by system (1), when using only the altitude rudder as the control system

$$= \begin{bmatrix} \Delta V & \Delta \theta & \Delta \vartheta & \Delta \delta_B & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \Delta V & \Delta \theta & \Delta \vartheta & \Delta \delta_B & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \Delta V & \Delta \theta & \Delta \vartheta & \Delta \omega_z & \Delta \delta_B & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \Delta \theta \end{bmatrix} \frac{\partial F}{\partial X}$$

if we take into account linear independence of matrix columns.

Algorithm of joint evaluation and identification of equations (5) and (6).

To verify the performance of the algorithm (5), (6), mathematical modeling was conducted using the Matplotlib Python Plotting program.



**Figure 1.** Coefficients of the first and second rows of the UAV longitudinal motion state matrix.

At the same time, the estimation of the motion parameters and the determination of the parameters of the light UAV model were performed simultaneously. The object under study turned out to be a completely nonlinear system of equations of motion. The flight of the aircraft was simulated taking into account the random noise of the sensors.

**Synthesis of a controller.** The control law can be obtained by synthesizing optimal controllers based on analytical theory [2, 4, 5]. For a linear object (1) is optimal in terms of minimum functionality.

$$I = \int_0^{\infty} X^T Q X dt + \int_0^{\infty} U^T R U dt \quad (7)$$

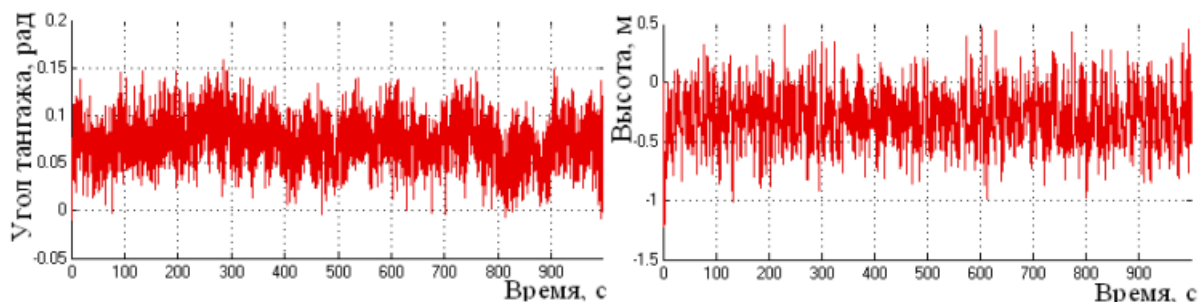
$$\text{Manager } U = -R^{-1} B^T S X$$

The solution of the algebraic S-Riccati equation of this

$$\dot{S} + S\hat{A} + \hat{A}^T S - SBR^{-1}B^T S = -Q \quad (8)$$

In the last expression  $\hat{A}$ -algorithm (5), (6) is evaluated using the state matrix; Q, R are matrices of positively determined coefficients defining the ratio of control accuracy requirements and the amount of control of individual state parameters.

Simulation of the synthesized adaptive regulator was performed under various conditions of uncertainty, and its results (Fig. 2) indicate significant limitations of using such an approach.



**Figure 2.** Adaptive errors in UAV control based on the nonlinear controller (5), (6).

Fig. 1 and Fig. 2 show the motion parameters of the UAV, which were in error under a wind speed of 20 km/h and a moment of inertia of 20%. In this case, if the airspeed is known to an accuracy of 3 km per hour. In the absence of airspeed information, the control algorithm is unprofitable because of the long transitions of the identification algorithm

**Conclusion.** Determining the effects of the natural environment on drones in different situations. Observing the motion of UAVs under conditions of uncertainty. Estimating the vector of state, the coefficients of the equations of linear motion of the aircraft, while considering the algorithm of vertical-horizontal flight. We write a longitudinal model, taking into account the wind excitation, situation, and get the drone motion in space.

## References

1. Andrew P Colefax, Paul A Butcher, Brendan P Kelaher. The potential for unmanned aerial vehicles (UAVs) to conduct marine fauna surveys in place of manned aircraft // ICES Journal of Marine Science. - 2018 – Vol. 75. P. 1-8.
2. Al-Mashhadani Mohammed Abdulrahman. Sintez programnogo upraleniya bespilotnim letatelnim apparatom v usloviyah informacionnih neopredelennosti [Synthesis of software control of an unmanned aerial vehicle in the conditions of information uncertainties]// avtoreferat-Minsk,2014.
3. Pavlushenko M. I., Evstafev G. M., Makarenko I.K., Беспилотные летательные аппараты: история, применение, угроза распространения и перспективы развития [Unmanned aerial vehicles: history, application, threat of proliferation and prospects for development]//Moskva: Izd-vo PIR-centra, 2005.

–s.610.

4. Krasovskii A.A., Teoreticheskie osnovi pilotajno-navigacionnih kompleksov [Theoretical foundations of flight and navigation systems]//A.A. Krasovskii, A.V. Lebedev, V.V. Nevstruev. – Moskva: VVIA im. Jukovskogo, 1980. –P.372.

5. A. G. Basden, Anthony M Brown, P. M. Chadwick, P. Clark, R. Massey, Artificial guide stars for adaptive optics using unmanned aerial vehicles [Artificial guide stars for adaptive optics using unmanned aerial vehicles]// Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Vol. 477. 2018-p.2209-2219.

6. Michael G. Wing, Jonathan Burnett, John Sessions, Josh Brungardt, Vic Cordell, Eyes in the Sky: Remote Sensing Technology Development Using Small Unmanned Aircraft Systems [Eyes in the Sky: Remote Sensing Technology Development Using Small Unmanned Aircraft Systems] // Journal of Forestry, Vol. 111, 2013-P.341-347.

7. V.V. Karyakin, Bepilotnie letayelnie apparati- novaya realnost voini [Unmanned aerial vehicles – the new reality of war]// Jurnal RISI (Rossiiskii Institut Strategicheskikh Issledovani) Problemi Nacionalnoi Strategii, №3(30), 2015.-P.130.

8. D.A. Makarov, A. I. Panov, K.S. Yakovlev, Arhitektura mnogourovnevnoi intellektualnoi sistemi upravleniya bepilotnimi letatelnimi apparatami [Architecture of a multi-level intelligent control system for unmanned aerial vehicles]// Jurnal iskustvennii intellekt i prinyatie reshenii, №3, - 2015.

9. Randal W. Beard, Timothy W. McLain., Small Unmanned Aircraft: Theory and Practice // Princeton University Press, - 2012. – P.217.

The material was received by the editorial office on 03.11.2022.

Көліктік логистика және авиациялық қауіпсіздік  
Транспортная логистика и авиационная безопасность  
Transport logistics and aviation safety

DOI 10.53364/24138614\_2022\_27\_4\_13

UDC 658.7.01

<sup>1</sup>Aliev S.I\*, associate professor

<sup>1</sup>Alizada A.I., student

<sup>1</sup>National Aviation Academy, Baku, Azerbaijan.

\*E-mail: [seydulla.aliyev@yahoo.com](mailto:seydulla.aliyev@yahoo.com)

THE ROLE OF PROGRESSIVE METHODS IN THE DEVELOPMENT OF THE  
LOGISTICS SYSTEM

ЛОГИСТИКАЛЫҚ ЖҮЙЕНІ ДАМУДАҒЫ ПРОГРЕССИВТИ  
ӘДІСТЕРДІҢ РӨЛІ

РОЛИ ПРОГРЕССИВНЫХ МЕТОДОВ В РАЗВИТИИ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ  
СИСТЕМЫ

**Abstract.** The advantages of the MRP system create favorable conditions for its (MRP) application in logistics markets to be profitable and effective. Thus, the mode of operation of these centers depends on the time of year, the political and economic situation in the countries where they operate, the development of the region, etc. The fact that the factors directly depend on the above advantages of the MRP system clearly demonstrates how convenient and economically feasible the use of these technologies is. From the above, it can be concluded that the use of MRP in logistics centers creates the ground for the development of transportation in the region.

**Keywords:** MRP, logistics, SCM, cargo, concept.

**Аңдатпа.** MRP жүйесінің артықшылықтары оның (MRP) логистикалық нарықтарда қолданылуы тиімді және тиімді болуы үшін қолайлы жағдайлар жасайды. Осылайша, аталған орталықтардың жұмыс режимі жыл мезгіліне, олар жұмыс істейтін елдердегі саяси және экономикалық жағдайға, аймақтың дамуына және т.б. факторлардың MRP жүйесінің жоғарыда аталған артықшылықтарына тікелей тәуелді болуы осы технологияларды қолданудың қаншалықты ыңғайлы және экономикалық тұрғыдан тиімді екендігін айқын көрсетеді. Жоғарыда айтылғандардан логистикалық орталықтарда MRP қолдану аймақтағы көлік тасымалын дамытуға негіз болады деген қорытындыға келуге болады.

**Түйін сөздер:** MRP, логистика, SCM, жүк, тұжырымдама.

**Аннотация.** Преимущества системы MRP создают благоприятные условия для того, чтобы ее (MRP) применение на логистических рынках было выгодным и эффективным. Таким образом, режим работы указанных центров зависит от времени года, политической и экономической ситуации в странах, где они действуют, развития региона и т.д. Тот факт, что факторы напрямую зависят от вышеперечисленных преимуществ системы MRP, наглядно демонстрирует, насколько удобно и экономически целесообразно применение этих

технологий. От вышеизложенного можно прийти к такому выводу, что применение MRP в логистических центрах создает почву для развития транспортных перевозок в регионе.

**Ключевые слова:** MRP, логистика, SCM, грузовая, концепция.

**Introduction.** The article discusses the concept of Material Requirements Planning (MRP), MRP II products, the main goals in the MRP application, the processes that arose during the application of the MRP system and its stages, auxiliary functions, and 3 important issues essential for production, and also the basic conditions for material requirements planning. The advantages and disadvantages of this system, the principles of its application in the activities of modern logistics centers, ways to improve the efficiency of production and development of transportation in the region are noted [1].

**Main part.** In any area of production, resource planning and their rational use are important. It is the distribution and use of resources, whether human or material, in accordance with the needs of the market, that is considered one of the indicators of the success of an enterprise.

In modern times, it is considered more appropriate to apply a concept called Material Requirements Planning (MRP) in planning and using the need for material resources in many industries, especially in the transportation of goods. MRP is a material production planning system. It can also be put simply like this, that is, MRP is computer system-assisted resource management designed to improve enterprise productivity. Businesses use MRP to determine the quantity (volume) of raw materials needed for a product they produce and plan supplies accordingly. MRP is recognized as one of the most modern logistics concepts in the world, and a large number of micrologistics systems have been developed and operate on its basis [2].

Over time, the MRP concept was improved and the development of Enterprise Resource Planning (ERP) software systems gave impetus to the development and implementation of MRP II products in production. Currently, MRP II products are the most modern software, and such programs are rarely found in older production information systems.

The creator of the concept of MRP is an American of Czech origin Joseph Orlinsky (1922-1986). In 1975 he published the first book related to this area. According to his theory, MRP consists of a series of logically related procedures necessary to fulfill production schedules, combining into "requirement chains", synchronized production rhythms (modes) over time and turning each necessary backup component into a planned "purchase" of these requirements.

The first approach to the MRP system occurred in the middle of the twentieth century, then this concept, as a result of the development of computer technology in 1970, began to be widely used.

The MRP system provides a consistent rescheduling of needs when changing the production mode or inventory structure, as well as product attributes.

Usually, the MRP system is calculated in the direction opposite to the product development plan, that is, according to the accepted schedule, it determines the list (quantity) of materials, components, semi-finished products and their parts necessary for the finished product. In other words, this system determines the materials and items needed for the production of a particular product, that is, it helps the manufacturer determine the need for reserve raw materials for production by comparing the needs and supply in the market. At the same time, MRP analyzes input data (bill of lading, shelf life of stored raw materials, etc.) to provide managers with the necessary information on the use of labor and materials to improve the efficiency of the enterprise.

In the international business environment, the concept of MRP is most often used in planning and controlling orders in machine-building and logistics centers, as well as in solving issues related to the supply of a wide variety of purchases and material resources. The use of this system allows the manufacturer to determine the volume (quantity) of the final product and the timing of its production, and at the same time determines the amount of time and material resources to ensure the production regime.

The main goals in applying MRP are:

- production planning and, along with meeting the demand for materials, components and products, supply finished products to consumers;
- ensuring a low level of reserves;
- planning operations for production and purchases, as well as a schedule (table) of delivery.

When using the MRP system, the production schedule is formed in conditions of free demand and automation tools are not used when drawing up the work plan. The plan is drawn up manually subject to the mandatory feasibility of execution (implementation), i.e., taking into account demand and the financial plan. Here, one of the essential issues is the compilation of a list of the main resources needed for each product. This list indicates the shortage of resources and the possibility of its (deficit) compensation. This type of monitoring and control of the production schedule must be continuous. When eliminating defects that may arise in connection with updating the production plan, the production schedule is divided into stages: at the first stage, modification of the plan is not allowed, and at the second stage it is allowed only if.

The MRP system determines the answer to 3 important questions essential for production:

1. What do you need?
2. How much do you need?
3. When is it necessary?

The processes that have arisen when using the MRP system are divided into 4 stages:

Stage I: Their assessment to provide needs and materials. At the beginning of the application of the MRP system, demand and the conditions for its provision are determined. To do this, the MRP system determines specifically the volume (quantity) of the required raw materials and components.

Stage II: Comparison of needs with reserve resources and their (resources) distribution (section). Once the existing resources are identified, the MRP system allocates them precisely to the required areas.

Stage III: Production planning. Given time, the time and amount of labor to complete production is calculated.

Stage IV: Tracking the process. The production process is monitored in order to identify possible problems. The MRP system informs managers about emerging problems and the implementation of a plan to eliminate them without negatively affecting the final result [3].

The main issue in planning the requirements for materials is a wide list of raw materials, components and fees (Bill of Materials - BOM) required for the production (creation) and repair of the product, as well as for the provision of services, which in practice is called the "specification". The specification defines the relationship of the finished product (free requirement) with the components (non-free requirement). Free requirement is created outside of production, non-free requirement refers to the components.

Given the specification, the need for components is fully calculated. The MRP algorithm calculates the quantity of finished products in accordance with the main production schedule (mode of operation) to fully meet the needs of the market. Here, one of the main issues is the accuracy of the primary data. Primary data consists of two reports that perform auxiliary functions - primary (first) and second.

The primary report is as follows:

- Planned orders. This includes a schedule divided into planning steps, indicating the time and quantity (volume) of the order.
- Permission to execute orders according to the plan. Here the volume of stocks (reserve) associated with the admission of materials for production and their use is calculated. After that, materials are allowed for production and orders are fulfilled.
- Changes in orders according to the plan. This includes changes to the time and volume of an order, as well as order cancellations.

The second report consists of the following:

- The report on the control over the implementation of the plan reflects the details of the deviation from it (the plan) and the costs of production.

- A report covering obligations related to supply contracts, purchases and similar procedures, including an assessment of the purchase of materials necessary for production, if necessary in the future.

- The exception report reflects the main inconsistencies and errors found in previous reports

The following information is of particular importance in the application of MRP:

- Name of the finished product. This is usually referred to as free demand or level "0" in the BOM.

- Where and when. How many products are needed to meet the need and when needed.

- Shelf life of stored materials.

- Status of materials in stock: a list of materials in stock, suitable for use and orders issued by the supplier.

- Documents materials (list). Detailed information on materials and components for the manufacture of each product.

- Planning information. This includes restrictions in the manufacture of products or the provision of services, the route of delivery, quality standards, the volume of delivered lots and other primary data.

The MRP system has advantages and disadvantages. The advantageous aspects are as follows:

- Guaranteed availability of materials and components when needed.

- Keeping inventories at a minimum level and saving costs associated with this.

- The minimum time for providing services to clients.

- Increasing the productivity of production.

- Increasing production efficiency.

- Achieve customer satisfaction.

The disadvantages of the MRP system are as follows:

- Strong dependence on primary data.

- The high cost of the system and the complexity of the application.

- Poor response to production schedule changes.

- Desire to keep more than the required amount of inventory. [4;5]

**Conclusion.** The MRP system allows you to create a schedule in production in conditions of free demand, without using automation tools. The plan is drawn up manually, i.e. taking into account demand and financial plan. Here, the most important issue is the compilation of a list of the main resources needed for each product. This list indicates the shortage of resources and the possibility of its (deficit) compensation. This type of monitoring and control of the production schedule must be continuous. To eliminate defects that may occur due to updating the production plan, the production schedule is divided into stages, that is, at the first stage, modification of the plan is not allowed, and at the second stage it is allowed only if the volume (quantity) of the main resources corresponds to the modification of the production plan.

### References

1. Material from Wikipedia - the free encyclopedia. - URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/MRP> (accessed 12/23/2022).

2. David Essex. Material requirements planning. - URL: (MRP) <https://www.techtarget.com/searcherp/definition/material-requirements-planning-MRP> (date of treatment - 11/28/2022)

3. Will Kenton. Material requirements planning (MRP): how it works, pros and cons. - URL: <https://www.investopedia.com/terms/m/mrp.asp> (date of withdrawal - 11/25/2022).



4. Andy Marker. Not just for manufacturing: material requirements planning (MRP) is indispensable for any business. URL: <https://www.smartsheet.com/guide-to-material-requirements-planning>(date of treatment - 11/25/2022).

5. Gal Merom. Fundamentals of MRP planning. URL: [https://www.smartsheet.com/guide-to-material-requirements-planninghttps://theplanningmaster.com/material-planning/the-basics-of-mrp-planning/?gclid=Cj0KCCQiA37KbBhDgARIsAIzce169HaziT9MzHMUMMOaIzARvE8TPESvmXMRdQqoN-DrbBAgKKM5i3r4aAsWFEALw\\_wcB](https://www.smartsheet.com/guide-to-material-requirements-planninghttps://theplanningmaster.com/material-planning/the-basics-of-mrp-planning/?gclid=Cj0KCCQiA37KbBhDgARIsAIzce169HaziT9MzHMUMMOaIzARvE8TPESvmXMRdQqoN-DrbBAgKKM5i3r4aAsWFEALw_wcB)(date of treatment - 11/25/2022).

The material was received by the editorial office on 03.11.2022.

DOI 10.53364/24138614\_2022\_27\_4\_18  
ӘОЖ 347.82:656.7:330.131

<sup>1</sup>Татибекова Ж. Р\*, 2 курс магистранты  
Ғылыми жетекшісі: <sup>1</sup>Абжапбарова А.Ж., т.ғ.к., асс. профессор  
<sup>1</sup>«Азаматтық авиация академиясы», Алматы қ., ҚР.

\*E-mail: [rakhatkyzyjan@mail.ru](mailto:rakhatkyzyjan@mail.ru)

## САПА МЕНЕДЖМЕНТИ МЕН ТӘУЕКЕЛДЕР ТЕОРИЯСЫ НЕГІЗІНДЕ АЗАМАТТЫҚ АВИАЦИЯНЫҢ ӘУЕЖАЙ КЕШЕНДЕРІНІҢ АВИАЦИЯЛЫҚ ҚАУІПСІЗДІК ЖҮЙЕСІН ЖЕТІЛДІРУ

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АЭРОПОРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА И РИСКОВ

## IMPROVING THE AVIATION SECURITY SYSTEM OF AIRPORT COMPLEXES OF CIVIL AVIATION ON THE BASIS OF QUALITY MANAGEMENT AND RISK THEORY

**Аңдатпа.** Авиациялық қауіпсіздік авиациялық қызметке байланысты немесе әуе кемесінің жұмысына тікелей қолдау көрсетумен байланысты тәуекелдер төмендетілетін және басқарылатын деңгейге дейін болатын авиациялық жүйенің немесе ұйымның жай-күйін білдіреді. Авиация қауіпсіздігін қамтамасыз етудегі ең маңызды бағыт – әуе жолаушыларын тексеру процедураларын жеңілдету және жеделдете отырып, жаңа, инновациялық технологиялар мен техникалық құралдарды енгізу арқылы оның деңгейін көтеру. Бұл мақалада азаматтық авиацияның әуежай кешендерінің авиациялық қауіпсіздік жүйесін жетілдірудегі рөлін қарастырамыз.

Жұмыстың жаңалығы қауіпсіздікті арттыра отырып, жолаушыларға қызмет көрсету жұмысын азайту үшін жаңа сапалы технологияларды қолдануындау және авиациялық қауіпсіздік жүйесін жетілдіру болып табылады.

Алынған нәтижелердің сенімділігі, ғылыми ережелердің, қорытындылар мен практикалық ұсыныстардың негізділігі тәжірибелер мен зерттеулермен, сондай-ақ жарияланымдармен расталады.

**Түйін сөздер:** Әуежай, қауіпсіздік, жаңа технология, стационарлық металл детекторлар, қол металл детектор, газ анализатор.

**Аннотация.** Авиационная безопасность относится к состоянию авиационной системы или организации, в которой риски, связанные с авиационной деятельностью или непосредственно с поддержкой работы воздушного судна, уменьшаются и находятся на управляемом уровне. Важнейшим направлением в обеспечении авиационной безопасности является повышение ее уровня за счет внедрения новых, инновационных технологий и технических средств, упрощения и ускорения процедур проверки авиапассажиров.

В данной статье рассматриваются роль гражданской авиации в совершенствовании системы авиационной безопасности аэропортовых комплексов.

Новизной работы является применение новых качественных технологий и совершенствование системы авиационной безопасности для снижения работы обслуживания пассажиров при повышении безопасности.

Достоверность полученных результатов, обоснованность научных правил, выводов и практических рекомендаций подтверждены экспериментами и исследованиями, а также публикациями.

**Ключевые слова:** Аэропорт, охрана, новые технологии, стационарные металлоискатели, ручной металлоискатель, газоанализатор.

**Abstract.** Aviation security refers to the state of an aviation system or organization in which the risks associated with aviation activities or directly supporting the operation of an aircraft are reduced and are at a manageable level. The most important direction in ensuring aviation security is to increase its level through the introduction of new, innovative technologies and technical means, simplifying and accelerating the procedures for checking air passengers. This article discusses innovative technologies and their role in ensuring aviation security.

The novelty of the work lies in the use of new high-quality technologies that reduce the work of servicing passengers and improve safety.

The reliability of the results obtained, the validity of scientific rules, conclusions and practical recommendations are confirmed by experiments and studies, as well as publications.

**Key words:** Airport, security, new technologies, stationary metal detectors, manual metal detector, gas analyzer [1].

**Кіріспе.** Авиациялық қауіпсіздік термині азаматтық авиацияны заңсыз араласу актілерінен қорғауға арналған шаралар кешенін, сондай-ақ адам және материалдық ресурстарды білдіреді. Авиациялық қауіпсіздік авиациялық қызметке байланысты немесе әуе кемесінің жұмысына тікелей қолдау көрсетумен байланысты тәуекелдер төмендетілетін және басқарылатын деңгейге дейін болатын авиациялық жүйенің немесе ұйымның жай-күйін білдіреді. Ол теорияны, практиканы, тергеуді және санаттарға бөлу туралы ұшу сәтсіздіктері және реттеу, білім беру және оқыту арқылы осындай ақаулардың алдын алу. Оны қоғамның қауіпсіздігі туралы ақпараттандыратын науқан аясында қолдануға болады әуе қатынасы. Әуе көлігі дамыған кезден бастап, жолаушыларды, багажды, сондай-ақ әртүрлі жүктерді әуе арқылы тасымалдауды жүзеге асыру мүмкіндігі пайда болған кезде әртүрлі авиациялық кешендерде және аэродром терминалдарында адам қауіпсіздігін қамтамасыз ететін авиациялық қауіпсіздік жүйесін дамыту қажет болды. Қазіргі кезеңде авиациялық қауіпсіздік авиацияның оның қызметіне заңсыз араласудан қауіпсіздік жағдайы ретінде қарастырылады. Авиациялық қауіпсіздіктің өзіндік мақсаты, міндеттері, зерттеу пәні, практикалық және теориялық (ғылыми) мәселелерді шешу үшін қолданылатын білім құралдары мен принциптері бар. Әуежайды пайдалану жүйесінде авиациялық қауіпсіздік қызметін құру маңызды орындардың бірін алады. Себебі, шаралардың дұрыс орындалуы жолаушылар мен әуежай қызметкерлерінің өмірі мен денсаулығының, олардың мүлкінің, әуежайдың өзінің материалдық құндылықтарының қауіпсіздігін анықтайды. Әуежайларда қауіпсіздікті қамтамасыз ету бойынша ӘҚБ қызметкерлеріне арнайы өкілеттіктер берілген [2].

**Негізгі бөлім.** Қозғалысты оңтайландыру және әуежайдың өмірлік маңызды аймақтарына лаңкестер мен бөгде адамдардың енуіне жол бермеу үшін әуежайда бақылау-өткізу пунктін және объектішілік режимді ұйымдастыру жоспарланған. Әуежайдың қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін қалай және қандай шаралар қолданылатынын айтып кетеміз. Көптеген жағдайларда ең заманауи техникалық құралдар мен технологияларды енгізу арқылы авиациялық қауіпсіздіктің тиісті деңгейіне жетуге тырысады. Дегенмен, техникалық құралдар мәселенің бір бөлігін ғана шешеді (қауіпті анықтау және көрсету) Қазіргі кезеңде авиациялық қауіпсіздік авиацияны оның қызметіне заңсыз араласудан қорғау жағдайы ретінде қарастырылады. Авиациялық қауіпсіздіктің өзіндік мақсаты, міндеттері, зерттеу пәні, таным құралдары мен практикалық және теориялық (ғылыми) шешуге қолданылатын принциптері бар.

Әуежайдың жұмыс жүйесінде авиациялық қауіпсіздік қызметін құру маңызды орындардың бірін алады. Бірақ адам факторы мәселесі жиі кездеседі. Бүгінгі күні тексеру үшін қолданылады:

- доға тәрізді стационарлық металл іздегіш;
- қолмен металл іздегіш;
- адамды скринингтік тексеруге арналған сканерлеу рентген аппараты;
- багажды тексеруге арналған конвейер типті стационарлық рентген қондырғысы;
- жарылғыш заттар мен олардың іздерін диагностикалауға арналған портативті детектор

(хроматограф).

Ал енді Қазақстан әуежайына келетін болсақ, 2020 жылы ашылған «Түркістан» халықаралық әуежайын қарастырайық.

«Түркістан» халықаралық әуежайы, әуежай кешені объектілеріне жолаушылар мен келушілердің өмірі мен денсаулығын қорғау, сондай-ақ қару-жарақ, жарылғыш материалдар және басқа да заттардың заңсыз айналымының алдын алу және жолын кесу болып табылатын авиациялық қауіпсіздік шараларына ерекше көңіл бөледі. Осы мәселелерді шешу үшін «Түркістан халықаралық әуежайының қауіпсіздігі» арнайы кәсіпорны құрды.

Кәсіпорын қызметі келесі бағыттар бойынша жүзеге асырылады:

- әуежайда авиациялық қауіпсіздікті қамтамасыз ету;
- әуе кемесін, жолаушыларды, әуе кемесінің экипаж мүшелерін, қызмет көрсетуші персоналды, багажды және қол жүгін тексеру;
- жүктерді, пошталарды, борттық дүкендерді тексеру;
- әуе кемелерін, әуежай аумағын және онда орналасқан азаматтық авиация объектілерін қол жеткізуді бақылауды, қорғауды қамтамасыз ету.

Скринингтік процедураларды жүргізу кезінде профильдеу әдістері белсенді қолданылады. Терминал ғимаратын патрульдеу жарылғыш заттарды табу бойынша арнайы дайындықтан өткен иісшіл иттермен кинологтар арқылы жүзеге асырылады. Терроризмге қарсы дайындық шеңберінде білім беру ұйымдарында жарылғыш заттардың бар-жоғын тексеру, күдікті заттарды, көлік құралдарын тексеру үшін, сондай-ақ лаңкестік әрекеттер туралы анонимді сигналдар түскен кезде оқу орындарын тексеруге кинологиялық қызмет қызметкерлері тартылады.

Аудио және бейнебақылау жүйелері арқылы терминал залдары, өндірістік аумақтар мен күзет бекеттері тәулік бойы бақыланады. Алдыңғы аулада және басқа әуежай нысандарының жанында күзет аймақтары ұйымдастырылған.

Ұшу алдындағы тиімді тексеруді қамтамасыз ету мақсатында Авиациялық қауіпсіздік қызметі заманауи техникалық құралдарды: миллиметрлік сканерлеу жүйелерін, рентгендік теледидар интроскоптарын, газ анализаторларын, жарылғыш заттарды тасымалдайтын детекторларды және т.б.

Қазіргі уақытта Түркістан қаласының әуежайындағы барлық жолаушыларды тексеру пункттері жолаушыларды тексеру процедурасын барынша жылдам және тиімді ұйымдастыруға мүмкіндік беретін жаңа буын сканерлерімен жабдықталған. Технология адам денесінде жасырылған металл, ағаш, керамика, пластик және басқа да материалдарды анықтауды қамтамасыз етеді. Құрылғы белсенді миллиметрлік толқындар шығарады, олар адам терісіне енбей, одан өте төмен қуат деңгейлерінде шағылысады және мүлдем зиянсыз. Сканерді пайдалану жолаушыларды тексеру процедурасынан өту процесін жылдамдатады: әрбір сканерлеуге шамамен 3 секунд кетеді. Алынған деректерді талдауды қоса алғанда, бүкіл тексеру процесі шамамен 10 секундты алады.

Әуежайда әуе кемесінде тасымалдауға тыйым салынған заттарды автоматты түрде анықтайтын көп деңгейлі багажды скринингтің біріктірілген жүйесін қамтитын багажды автоматты сұрыптау жүйесі қолданылады. Жүйенің ерекшелігі әртүрлі технологиялардың

бірегей комбинациясын пайдалану болып табылады - көп сәулелі сканерлеу, компьютерлік томография және дифракция. Қазіргі уақытта багажды тексерудің төрт деңгейлі жүйесі бар.

Әрбір әуе кемесі әуежай перронында тұрағы кезінде тұрақты бейнебақылауда болады. Жолаушыларды отырғызар алдында кабина мен техникалық (багаж) бөліктерін міндетті түрде рейс алдындағы тексеру жүргізіледі.

Органикалық және бейорганикалық қосылыстарды анықтау функциясы бар рентгендік телевизиялық интроскоптардың, сондай-ақ газ анализаторлары мен қызметтік иттердің көмегімен жүк пен поштаның барлық көлемі тексеріледі.

Ұшу кезіндегі қорларды 100% екі деңгейлі тексеру (ұшу кезіндегі тамақ, буфет және асхана жабдықтары және бажсыз тауарлар) жүзеге асырылады: борттағы тамақтандыру зауытының цехтарында құрастыру сатысында бейнебақылау және жинақты тексеру. бортта жөнелту үшін автолифттерге тиелген кездегі борттағы тағамдар.

Әуежайдың Бақыланатын аймағына көлік құралдарының кіруі жүргізушінің жеке рұқсаты мен көлік құралының рұқсаттамасының қауіпсіздік жүйелерімен сәйкестендірілгеннен кейін жүзеге асырылады. Бұл ретте көлік құралы, көлік құралдарының жүргізушілері мен жолаушылары міндетті түрде тексерілуге жатады. Бақылау пункттері көлік құралдарын тоқтатудың техникалық құралдарымен жабдықталған, бұл әуежайға рұқсатсыз кіру мүмкіндігін болдырмайды [3].

**Қорытынды.** Бәрімізге мәлім Авиацияда жолаушылар тасымалын ұйымдастырудағы маңызды мәселе - азаматтардың өмірі мен денсаулығының қауіпсіздігі. Заңсыз араласу әрекеттеріне байланысты оқиғаларды болдырмау үшін әуе көлігінің қауіпсіздігіне жауапты адамдар қауіпті адамдардан бір саты жоғары болуы керек. Жұмыс заңсыздықтың алдын алудың жаңа инновациялық әдістерін қолдана отырып, авиациялық қауіпсіздіктегі бар мәселелерді шешуге кешенді тәсіл қолданды.

Авиациялық қауіпсіздік талаптары және оларды іске асыру тәртібі жолаушылардың, авиация персоналының, халықтың, әуе кемелерінің және азаматтық авиацияның қауіпсіздігі мен қауіпсіздігін қамтамасыз ету мақсатында халықаралық актілерде және Қазақстан Республикасының заңнамасында қабылданатын нормалармен, ережелермен және рәсімдермен белгіленеді [4].

#### Пайдаланылған әдебиеттер

1. Волинский-Басманов Ю.М. Профилинг. Заңсыз әрекеттердің алдын алу технологиялары: оқу құралы. «Құқықтану» және «Құқық қорғау қызметі» мамандықтары бойынша оқитын жоғары оқу орындарының студенттеріне арналған нұсқаулық / [Ю.М. Волинский-Басманов және басқалар]; ред. Ю.М. Волинский-Басманов, Н.Д. Ериашвили. - 2 - ші басылым, Аян. және қосыңыз. —М.: UNITY-DANA: Заң және құқық, 2012. —173 б.

2. Шетелдік әскери шолу журналы [Электронды ресурс]: мәселелер мұрағаты. - Электронды деректер.-Қол жеткізу режимі: <http://www.zvo.su/> тегін.

3. «ХАБАРОВСК АЭРОпорт ААҚ» әуежайының сайты [Электронды ресурс]. - Кіру режимі: <http://www.airkhv.ru/>.

4. ELSYS компаниясының сайты [Электронды ресурс]. - Кіру режимі: <http://www.allventure.ru/>.

5. ELSYS компаниясының сайты (бағасы) [Электронды ресурс]. - Қол жеткізу режимі: <http://www.psymaker.com/>.

#### References

1. Volinsky-Basmanov Yu.M. Profiling. Technologies for the prevention of illegal activities: a textbook. Instruction for students of higher education institutions majoring in "Jurisprudence" and "Law Enforcement Service" / [Yu.M. Volynsky-Basmanov and others]; ed. Yu.M. Volynsky-Basmanov, ND Eriashvili. - 2nd edition, Revelation. and turn on. —М.: UNITY-DANA: Law and Law, 2012. —173 p.

2. Journal of foreign military review [Electronic resource]: archive of issues. -Electronic data. -Access mode: <http://www.zvo.su/> free of charge.
3. Website of the airport "Khabarovsk Airport OJSC" [Electronic resource]. - Access mode: <http://www.airkhv.ru/>.
4. ELSYS website [Electronic resource]. - Access mode: <http://www.allventure.ru/>.
5. ELSYS website (price) [Electronic resource]. - Access mode: <http://www.psymaker.com/>.

Материал 03.11.22 баспаға түсті.

=====

**Ғылымның, білімнің және бизнестің интеграциясы**  
**Интеграция науки, образования и бизнеса**  
**Integration of science, education and business**

=====

DOI 10.53364/24138614\_2022\_27\_4\_23

УДК 519.6

\*<sup>1</sup>Баталова М.Е\*, <sup>1</sup>Баяндинова А.Р.

<sup>1</sup> Восточно-Казахстанский технический университет имени Д. Серикбаева,  
г. Усть-Каменогорск, Казахстан.

\*E-mail: [esimkhan\\_kizi.m@mail.ru](mailto:esimkhan_kizi.m@mail.ru)

**СВЯЗЬ В ВИДИМОМ СВЕТЕ IMAGING-MIMO**  
**СИСТЕМА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  $\mu$ LED И ВСТРОЕННОГО ПРИЕМНИКА**

**КӨРІНЕТІН ЖАРЫҚ БАЙЛАНЫСЫ IMAGING-MIMO**  
 **$\mu$ LED ЖӘНЕ КІРІКТІРІЛГЕН ҚАБЫЛДАҒЫШТЫ ҚОЛДАНАТЫН ЖҮЙЕ**

**COMMUNICATION IN VISIBLE LIGHT IMAGING-MIMO**  
**SYSTEM USING  $\mu$ LED AND BUILT-IN RECEIVER**

**Аннотация.** Передача с несколькими входами и несколькими выходами (MIMO) может использоваться для увеличения пропускной способности систем связи в видимом свете (VLC). Этот подход хорошо совместим с использованием массивов микросветоизлучающих диодов ( $\mu$ LED).

В этой работе мы демонстрируем систему визуализации-MIMO VLC, использующую двумерный массив микросветодиодов с индивидуальной адресацией и интегрированный приемник на основе КМОП. Суммарная скорость передачи данных ~920 Мбит/с реализуется при использовании четырех параллельных каналов на расстоянии 1 м. Дальнейшее повышение скорости передачи данных возможно за счет оптимизации компонентов системы и условий работы.

**Ключевые слова:** связь в видимом свете, множественный вход и несколько выходов, оптическая беспроводная связь.

**Андатпа.** Көп кірісті көп шығыс (MIMO) берілісін көрінетін жарық байланысы (VLC) жүйелерінің сыйымдылығын арттыру үшін пайдалануға болады. Бұл тәсіл микрожарық шығаратын диод ( $\mu$ LED) массивтерін пайдаланумен жақсы үйлеседі.

Бұл мақалада біз VLC-MIMO бейнелеу жүйесін жеке адрестелетін microLED дискілерінің 2D массивін және біріктірілген CMOS негізіндегі қабылдағышты қолданып көрсетеміз. ~920 Мбит/с жалпы деректерді беру жылдамдығы 1 м қашықтықтағы төрт параллельді арна арқылы жүзеге асырылады. Деректерді тасымалдау жылдамдығын одан әрі арттыру жүйе құрамдас бөліктері мен жұмыс жағдайларын оңтайландыру арқылы мүмкін болады.

**Түйінді сөздер:** көрінетін жарық байланысы, бірнеше кіріс және бірнеше шығыстар, оптикалық сымсыз байланыс.

**Abstract.** Multiple input multiple output (MIMO) transmission can be used to increase the capacity of visible light communication (VLC) systems. This approach is well compatible with the use of micro light emitting diode ( $\mu$ LED) arrays.

In this paper, we demonstrate a VLC-MIMO imaging system using a 2D array of individually addressable microLEDs and an integrated CMOS-based receiver. The total data transfer rate of ~920 Mbps is realized using four parallel channels at a distance of 1 m. Further increase in data transfer rate is possible by optimizing the system components and operating conditions.

**Keywords:** visible light communication, multiple input and multiple outputs, optical wireless communication.

**Введение.** Системы связи в видимом свете (VLC), также известные как Li-Fi, могут сыграть важную роль в будущих беспроводных коммуникациях. Это важно, учитывая, что производительность радиочастотной (РЧ) системы становится ограниченной из-за нехватки доступного спектра на частотах, где внедрение системы является простым и покрытие хорошее.

VLC предлагает возможность доступа к сотням ТГц нелицензионного спектра с использованием недорогих компонентов. Кроме того, VLC сочетает эффективное освещение с коммуникациями, предлагая потенциал многоцелевой недорогой коммуникационной инфраструктуры.

Большинство коммерчески доступных осветительных светоизлучающих диодов (СИД) основаны на преобразовании цвета синего СИД с использованием желтого люминофора. Желтый люминофор поглощает часть синего света светодиода и повторно излучает широкий желтый спектр, который при смешивании в правильной пропорции с синяя длина волны дает белый цвет. Хотя эти устройства имеют низкую стоимость для массового производства, они имеют низкую полосу пропускания (несколько МГц) [1]. Недавно было показано, что синие и зеленые микросветодиоды ( $\mu$ LED) на основе GaN могут обеспечивать полосу пропускания оптической модуляции, превышающую 400 МГц [2]. Безошибочная передача данных со скоростью до 3 Гбит/с с использованием одного синего  $\mu$ LED была продемонстрирована с использованием мультиплексирования с ортогональным частотным разделением каналов (OFDM) на небольшом расстоянии [3].

Чтобы увеличить потенциальную скорость передачи данных VLC, были предложены и изучены системы с несколькими входами и несколькими выходами (MIMO) [4-7]. Сравнительные исследования различных схем MIMO которые показывают улучшение спектральной эффективности с использованием пространственного мультиплексирования (SMP). Четырехканальные системы MIMO с отображением и без отображения изображения были продемонстрированы в [4, 5] при длине канала 1 м.

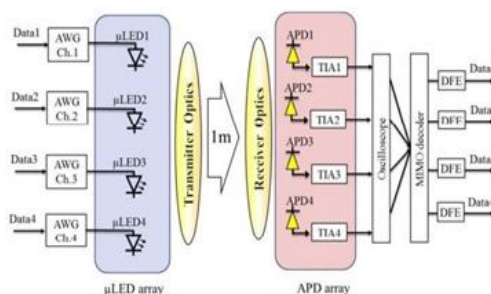
Реализация систем MIMO VLC без обработки изображений с совокупной скоростью передачи данных 50 Мбит/с описана в [4]. Используя OFDM и визуализирующую оптику, система MIMO Gbps была продемонстрирована в [5]. В обеих вышеупомянутых системах использовались коммерческие белые светодиоды с большим расстоянием между излучателями (15 см и выше). Это ограничивает масштабируемость таких систем, особенно если требуются высокопараллельные соединения.

В этой работе мы демонстрируем MIMO-VLC с использованием синих  $\mu$ LED и встроенного приемника на основе CMOS. Матрицы микросветодиодов и фотодетекторов имеют размер шага 1,5 мм и 0,25 мм соответственно. Используя специально разработанную оптику передатчика и оптику приемника изображений, мы показываем возможность использования четырехканальных систем MIMO. В настоящее время эта скорость ограничена производительностью компонентов, и усовершенствованные подсистемы должны обеспечивать гораздо более высокие скорости передачи данных.

В этой статье описывается практическая реализация и результаты, полученные на данный момент с использованием системы MIMO-VLC. Статья организована следующим образом: в разделе II дается обзор практической системы, а в разделе III подробно излагаются экспериментальные результаты. Выводы и будущая работа представлены в Разделе IV.

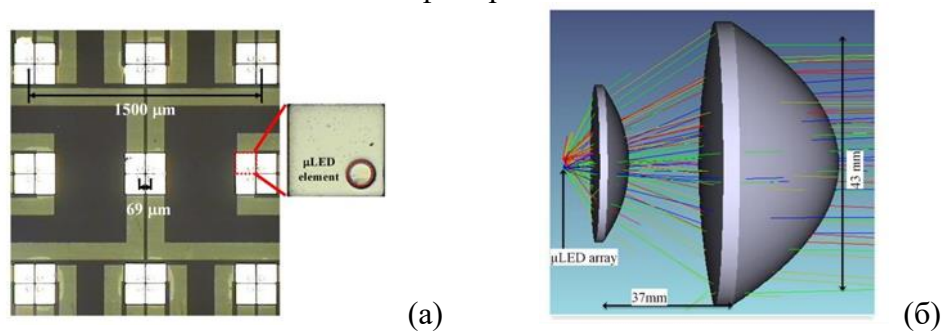


**Описание системы.** На рис. 1 показана блок-схема системы MIMO-VLC, исследуемой в данной статье. Передатчик состоит из массива 6x6 микросветодиодов, работающих на длине волны 450 нм, каждый со спектральной шириной 20 нм при полной ширине на половине максимума. Эти устройства изготовлены из коммерческих синих светодиодных пластин InGaN/GaN, выращенных на сапфире. Массив микросветодиодов организован таким образом, что элементы сгруппированы в кластеры 2x2 с шагом 69 мкм между двумя соседними элементами микросветодиодов. Сквозное расстояние между элементами составляет 1,5 мм (см. рис. 2(a)). Каждый  $\mu$ LED имеет диаметр 39 мкм и оптимизируется на основе измеренной оптической мощности и ограничений полосы пропускания, накладываемых различными размерами  $\mu$ LED [2]. Ожидаемая полоса пропускания для этих устройств составляет 125 МГц. Эта полоса пропускания достигается при токе смещения 100 мА. Более высокая пропускная способность может быть достигнута с использованием меньших устройств за счет снижения оптической мощности.



**Рисунок 1.** Блок-схема системы MIMO-VLC.

На рис. 2(b) показана схема оптики передатчика. Это собирает ламбертовские лучи от каждого из  $\mu$ LED и контролирует их расходимость. Затем свет распространяется на оптическую систему приемника. Для успешного разделения каналов MIMO на приемнике Н-матрица канала должна быть заполнена квалифицировать.



**Рисунок 2.** а) Изображения массива  $\mu$ LED устройства MIMO. Вставлено изображение с большим увеличением для типичного элемента  $\mu$ LED и б) схема оптической системы передатчика.

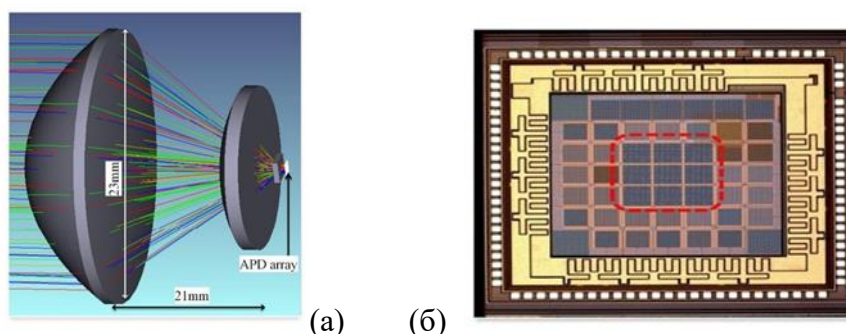
В этом случае оптика передатчика спроектирована так, чтобы обеспечить угол расхождения 7,5 градусов (полное), а оптика приемника (рис. 3(a)) обеспечивает FOV 3 градуса (полное). Подходящая система оптики передатчика и приемника была разработана с использованием коммерчески доступные линзы и оптимизированы с помощью программного обеспечения для трассировки лучей.

Поле зрения приемника ограничено количеством детекторов в массиве приемника, которые будут описаны в следующем разделе.

Приемник состоит из специально разработанной матрицы лавинных фотодиодов (APD)

на основе комплементарных металл-оксид-полупроводник (CMOS), изготовленной по технологии 0,18 мкм, с трансимпедансным усилителем (ТИА), встроенным в каждый детектор.

Массив  $3 \times 3$  APD размером  $200 \times 200$  мкм<sup>2</sup> каждый был реализован шаг 240 мкм (см) рис. 3(б).



**Рисунок 3.** а) Схема оптической системы приемника и б) изображение массива ЛФД, 9 ЛФД выделены красным квадратом.

Эти устройства имеют чувствительность 2,61 А/Вт при напряжении обратного смещения 12,75 В при освещении на длине волны 450 нм. ЛФД были выбраны, поскольку они имеют более высокую чувствительность, чем ПИН-ФД. конструкции на основе [8].

Наконец, передаваемые сигналы оцениваются после применения алгоритма декодирования ММО и эквалайзера с обратной связью (DFE).

**Результаты и обсуждение.** Эксперименты проводились на расстоянии 1 м от передатчика и приемника, выровненных для получения максимального отношения сигнал-шум (SNR) в приемнике. Рассматриваются четыре параллельных канала ММО, поэтому используются четыре угловых  $\mu$ LED массива.  $\mu$ LED управлялись средним током 35 мА, чтобы гарантировать, что  $\mu$ LED работает в линейном режиме отклика LIV. Измеренная средняя выходная оптическая мощность при этом токе смещения составляет 1,5 мВт, за исключением одного пикселя, который имеет среднюю оптическую мощность 0,5 мВт.

На рис. 4 показано изображение оптической освещенности на расстоянии 1 м при одновременном включении четырех  $\mu$ LED, расположенных в крайних углах. Каждый кружок соответствует профилю оптической интенсивности  $\mu$ LED. Этот профиль освещенности точно соответствует смоделированному профилю, полученному с помощью трассировки лучей.

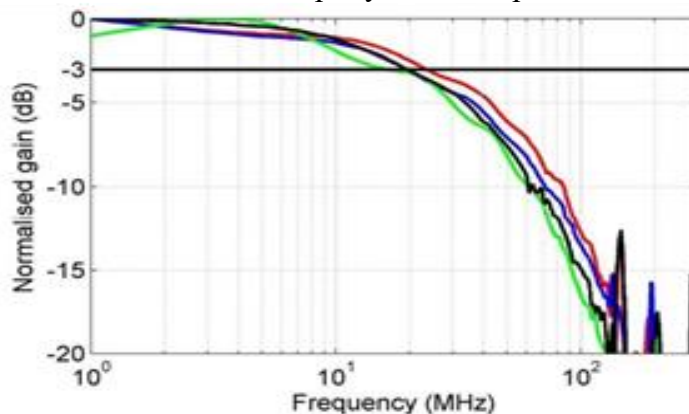


**Рисунок 4.** Изображение оптической освещенности на расстоянии 1 м от передатчика.

Обратите внимание, что система ММО может работать только в центральной зоне, где все четыре канала ММО перекрываются. Во внешних регионах мощность сигнала всех

четырёх каналов недостаточна для успешного декодирования данных из четырёх каналов. Обратите внимание, что в отличие от обычной системы  $N \times N$  MIMO, вызывающей серьезное снижение производительности при симметричном попадании света на фотодетекторы, представленная здесь конструкция практически лишена проблемы симметрии благодаря тщательно продуманным размерам и структуре MIMO  $4 \times 9$ .

Измеренные частотные характеристики системы для четырёх каналов показаны на рис. 5. Полоса пропускания системы находится в диапазоне 18–22 МГц. Полоса пропускания ограничена в основном из-за неоптимизированного массива APD, полоса пропускания которого составляет менее 22 МГц. Чтобы полностью использовать доступную полосу пропускания передатчика, в настоящее время исследуется модифицированный ЛФД, который, как ожидается, будет соответствовать полосе пропускания передатчика.



**Рисунок 5.** Измеренные электро-электрические частотные характеристики каналов MIMO.

Используя схему модуляции on-off keying (OOK), была оценена производительность системы MIMO. Четыре независимые псевдослучайные двоичные последовательности длиной 1013-1 были сгенерированы в Matlab® и загружены в два генератора сигналов (Agilent 81150A), которые управляют четырьмя каналами MIMO. Принятые сигналы от четырех ЛФД регистрировались с помощью осциллографа (MSO7104B), после чего дальнейшая обработка сигналов выполнялась в автономном режиме. Из-за ограниченной полосы пропускания системы в приемнике был принят эквалайзер с частично разнесенной решающей обратной связью (DFE) с 12 линиями задержки с прямой связью (TDL) и 2 TDL с обратной связью.

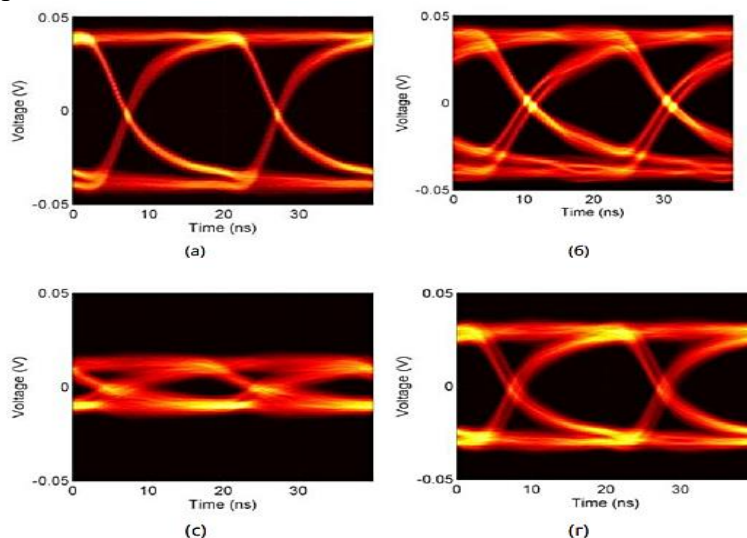
Полученные двоичные данные сравниваются с переданными данными для оценки частоты ошибок по битам (BER).

Измеренная  $H$ -матрица канала системы формирования изображения MIMO с идеальным выравниванием модулей передатчика и приемника представлена в таблице I, где  $TX_i$  и  $RX_j$  представляют элементы передатчика и приемника. Максимальное усиление канала нормализовано до 0 дБ.

Благодаря приемнику изображения видно, что оптические перекрестные помехи между каналами очень малы, ниже -14 дБ (т.е. электрические перекрестные помехи менее -28 дБ). Для декодирования каналов MIMO могут использоваться различные алгоритмы декодирования, включая оценку минимального средневзвешенного значения (MMSE), форсирование нуля (ZF) и многослойное пространство-время Bell labs по вертикали (V-BLAST). Однако из-за низкого уровня перекрестных помех данные можно восстановить даже без использования этих алгоритмов.

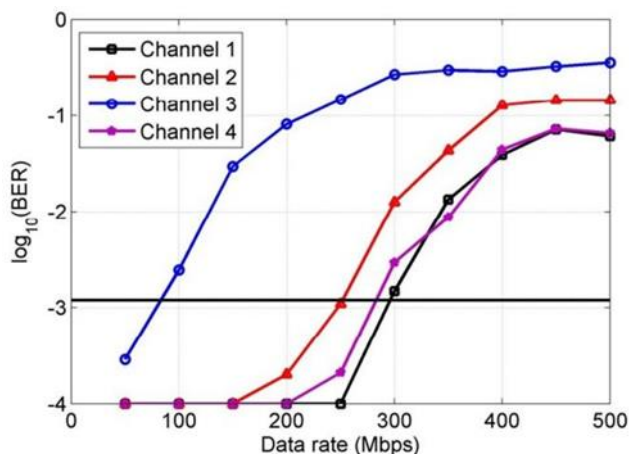
Это наблюдение также подтверждается с помощью глазковых диаграмм, разные каналы на скорости 50 Мбит/с, как показано на рис. 6, где видимых перекрестных помех не наблюдается. Глазковые диаграммы для каждого канала были захвачены, в то время как

другие каналы были в работе.



**Рисунок 6.** Глазковая диаграмма принимаемых сигналов ООК на скорости 50 Мбит/с (а) канал 1 (б) канал 2 (в) канал 3 и (г) канал 4.

Скорости передачи данных в зависимости от BER для четырех каналов системы формирования изображений МИМО показаны на рис. 7. Обратите внимание, что принятый сигнал адаптивно выравнивается с использованием DFE. Первые 400 выборок, соответствующие 200 битам ООК, используются для обучения эквалайзера, а остальные данные используются для оценки BER. Достижимые скорости передачи данных выше порога прямого исправления ошибок (FEC), равного  $1,2 \times 10^{-3}$ , составляют 300, 285, 85 и 250 Мбит/с для каналов с 1 по 4 соответственно, при совокупной скорости передачи данных 920 Мбит/с. Более низкая скорость передачи данных канала 3 связана с более низкой передаваемой оптической мощностью. Передаваемая оптическая мощность канала 3 в  $\sim 2,5$  раза меньше, чем у других каналов (что также отражено в H-матрице канала в таблице I). Это связано с проблемой в процессе производства устройств. В результате имел место значительный ток утечки на соседние  $\mu$ LED, что приводило к низкой эффективности. Эта проблема решается, и ожидается, что новое поколение  $\mu$ LED будет иметь более однородные характеристики с точки зрения полосы пропускания и оптической мощности. Тем не менее эта работа показывает, что система визуализации МИМО возможна с использованием близко расположенных  $\mu$ LED и интегрированных компонентов.



**Рисунок 7.** Скорость передачи данных в зависимости от BER для каналов МИМО.

**Заключение и дальнейшая работа.** В этой работе сообщается об успешной

демонстрации интегрированной системы MIMO с использованием близко расположенных  $\mu$ LED и интегрированного приемника на основе CMOS. Была продемонстрирована совокупная скорость передачи данных  $\sim 920$  Мбит/с при использовании схемы модуляции ООК. Более высокие скорости, вероятно, используют более сложные схемы модуляции, а интегрированный подход позволит масштабировать системы, использующие гораздо больше параллельных каналов, с сопутствующим улучшением скорости передачи данных.

Будущая работа включает в себя решение проблемы утечки тока внутри  $\mu$ LED, и она уже ведется. Также ожидается, что второе поколение массива APD будет иметь полосу пропускания в диапазоне сотен МГц. С APD с более высокой пропускной способностью и вторым поколением  $\mu$ LED станут возможными гораздо более высокие скорости передачи данных.

Дальнейшие тесты также оценят покрытие и использование различных алгоритмов MIMO для оптимизации производительности.

### Использованная литература

1. М. Хоа Ле, Д. О'Брайен, Г. Фолкнер, З. Любин, Л. Кёнву, Дж. Даекванг, О. ЮнДже и W. Eun Tae, «Связь в видимом свете NRZ со скоростью 100 Мбит / с с использованием белого светодиода с посткоррекцией», IEEE Photonics Technology Letters, vol. 21, стр. 1063-1065, 2009.
2. JJD McKendry, D. Massoubre, S. Zhang, BR Rae, RP Green, E. Gy, P. K. Хендерсон, А. Е. Келли и М. Д. Доусон, «Связь в видимом свете с использованием массива микросветодиодов, управляемого КМОП», Journal of Lightwave Technology, vol. 30, стр. 61-67, 2012.
3. Д. Цонев, Х. Чун, С. Раджбхандари, Дж. Маккендри, С. Видев, Э. Гу, М. Хаджи, С. Уотсон, А. Келли, Г. Фолкнер, М. Доусон, Х. Хаас и Д.О'Брайен, «Беспроводная линия VLC на основе OFDM с одним светодиодом со скоростью 3 Гбит / с с использованием  $\mu$ LED из нитрида галлия», IEEE Photonics Technology Letters, vol. 26, стр. 637-640, 2014.
4. А. Бертон, М. Хоа Ле, З. Гассемлой, Э. Бенгли и К. Ботелла, «Экспериментальная демонстрация связи в видимом свете со скоростью 50 Мбит/с с использованием MIMO 4 на 4», Photonics Technology Letters, IEEE, об. 26, стр. 945-948, 2014.
5. AH Azhar, TA Tran и D. O'Brien, «Беспроводная передача Gigabit/s в помещении с использованием связи видимого света MIMO-OFDM». IEEE Photonics Technology Letters, том. 25, стр. 171-174, 2013.
6. З. Любин, Д. О'Брайен, М. Хоа, Г. Фолкнер, Л. Кёнву, Дж. Дэкванг, О. ЮнДже и В. Ын Тэ, «Множественный ввод-вывод с высокой скоростью передачи данных (MIMO) оптическая беспроводная связь с использованием белого светодиодного освещения», IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 27, стр. 1654-1662, 2009.
7. Т. Фат и Х. Хаас, «Сравнение производительности методов MIMO для оптической беспроводной связи в помещениях», IEEE Transactions on Communications, vol. 61, стр. 733-742, 2013.
8. X. Fang, M. Khalighi и S. Bourennane, «Влияние различных источников шума на характеристики приемников FSO на основе PIN и APD», в Телекоммуникации (ConTEL), Материалы 11-й Международной конференции 2011 г., 2011 г., стр. 211-218.

### References

1. M. Hoa Le, D. O'Braien, G. Folkner, Z. Lýbın, L. Kěnvý, Dj. Daekwang, O. YunJe і W. Eun Tae, «Svıaz v vıdımom svete NRZ so skorostý 100 Mbit / s s ispolzovaniem belogo svetodioda s postkorreksıeı», IEEE Photonics Technology Letters, vol. 21, str. 1063-1065, 2009.
2. JJD McKendry, D. Massoubre, S. Zhang, BR Rae, RP Green, E. Gy, R. K. Henderson, A. E. Kelli і M. D. Doýson, «Svıaz v vıdımom svete s ispolzovaniem massıva mikrosvetodıólycháıyń diodov, ýpravlıaemogo KMOП», Journal of Lightwave Technology, vol. 30, str. 61-67, 2012.

3. D. Tsonev, H. Chýn, S. Radjbhandari, Dj. Makkendri, S. Videv, E. Gy, M. Hadji, S. Ýotson, A. Kelli, G. Folkner, M. Doýson, H. Haas ı D. O'Braien, «Besprovodnaia liniia VLC na osnove OFDM s odnim svetodiodom so skorostý 3 Gbit / s s ispolzovaniem  $\mu$ LED iz nitrida galliia», IEEE Photonics Technology Letters, vol. 26, str. 637-640, 2014.
4. A. Berton, M. Hoa Le, Z. Gassemlou, E. Bentli ı K. Botella, «Eksperimentalnaia demonstratsiia sviazi v vidimom svete so skorostý 50 Mbit/s s ispolzovaniem MIMO 4 na 4», Photonics Technology Letters, IEEE, ob. 26, str. 945-948, 2014.
5. AH Azhar, TA Tran ı D. O'Brien, «Besprovodnaia peredacha Gigabit/s v pomeeniı s ispolzovaniem sviazi vidimogo sveta MIMO-OFDM». IEEE Photonics Technology Letters, tom. 25, str. 171-174, 2013.
6. Z. Líybın, D. O'Braien, M. Hoa, G. Folkner, L. Kěnvý, Dj. Dekvang, O. IýnDje ı V. Yn Te, «Mnojestvennyı vvod-vyvod s vysokoi skorostý peredachi dannyh (MIMO) opticheskaia besprovodnaia sviaz s ispolzovaniem belogo svetodiodnogo osveeniia», IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 27, str. 1654-1662, 2009.
7. T. Fat ı H. Haas, «Sravnenie proizvoditelnosti metodov MIMO dlia opticheskoi besprovodnoi sviazi v pomeeniiah», IEEE Transactions on Communications, vol. 61, str. 733-742, 2013.
8. X. Fang, M. Khalighi ı S. Bourennane, «Vlianie razlichnyh istochnikov shýma na harakteristiki priemnikov FSO na osnove PIN ı APD», v Telekomúnikatsii (ConTEL), Materialy 11-ı Mejdýnarodnoi konferentsii str. 211-218, 2011.

Материал поступил в редакцию 3.11.2022 г.



DOI 10.53364/24138614\_2022\_27\_4\_31  
ӨОЖ 811.512.122\*373.6

**Тулекова Г. Х.**

Азаматтық авиация академиясы,  
«Авиациялық ағылшын тілі» кафедрасының профессоры, фил.ғ.к.

*E-mail:* [gulnaz.tulekova@mail.ru](mailto:gulnaz.tulekova@mail.ru)

## ҚАЗІРГІ ТАҢДА МЕМЛЕКЕТТІК ТІЛДІҢ ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ АЗАМАТТЫҚ АВИАЦИЯ САЛАСЫНДА АЛАТЫН ОРНЫ МЕН МАҢЫЗЫ

### МЕСТО И ЗНАЧЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЯЗЫКА В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ В СФЕРЕ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

### CURRENTLY, THE PLACE AND IMPORTANCE OF THE STATE LANGUAGE IN THE FIELD OF CIVIL AVIATION OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**Аңдатпа.** Берілген мақалада мемлекеттік тілдің азаматтық авиация саласында алатын орны мен маңызы айтылған. Қазіргі уақытта авиация саласында мемлекеттік тілдің қаншалықты дәрежеде қолданылатыны нақты деректер арқылы талданған. Авиация саласы мамандарының әуежайдың тасымал қызметінде, тіркеу бағанында, ұшақ салонында мемлекеттік тілде қаншалықты дәрежеде сөйлейтіндігі мысалдар арқылы талданған. Қазақстан Республикасының азаматтық авиация саласында мемлекеттік тілдің қоғамдық, кәсіби қатынастарда, оның ішінде авиациялық-көлік жүйесінде қолдану аясын одан әрі кеңейтуге мүмкіндік беретін мәселелерге талдау жүргізілген. Мақалада мемлекеттік тілді білу - азаматтық парыз екендігі айтылған.

**Түйін сөздер:** қазақ тілі, мемлекеттік тіл, сауалнама, сұрақ, қоғам.

**Аннотация.** В данной статье рассматривается значение и важность государственного языка в отрасли гражданской авиации. Проанализирована степень использования государственного языка в авиационной сфере. На примерах проанализирована, в какой степени специалисты авиационной отрасли владеют государственным языком в транспортной службе аэропорта, на стойке регистрации и в салоне самолета. Проанализированы вопросы в сфере гражданской авиации Республики Казахстан, позволяющие дальнейшее расширение сферы использования государственного языка в общественных и профессиональных отношениях, в том числе в авиационно-транспортной системе. В статье говорится, что знание государственного языка является гражданским долгом.

**Ключевые слова:** казахский язык, государственный язык, анкета, вопрос, общество.

**Abstract.** his article discusses the importance of the state language in the civil aviation industry. The degree of use of the state language in the aviation industry is analyzed. The degree of use of the state language in the aviation sector is analyzed. Using examples, it was analyzed to what extent aviation industry specialists speak the state language in the airport transport service, at the check-in counter and in the aircraft cabin. Issues in the field of civil aviation of the Republic of Kazakhstan are analyzed, allowing further expansion of the scope of the use of the state language in public and professional relations, including in the aviation transport system. The article says that knowledge of the state language is a civic duty.

**Key words:** Kazakh language, state language, questionnaire, question, society.

**іріспе бөлім.** Қазақстан Республикасының азаматтық авиация саласында мемлекеттік тілдің қоғамдық, кәсіби қатынастарда, оның ішінде авиациялық-көлік жүйесінде қолдану аясын одан әрі кеңейтуге мүмкіндік беретін мәселелерге талдау жүргізу - кезек таптырмайтын іс. Аталған мәселені шешу үшін мынандай мәселелерге көңіл бөлу қажет:

А) Ең алдымен кез келген авиациялық мекеме, әуе компаниялар, т.б. мемлекеттік тілді өз жұмыс бабында заң бойынша қолдану қажет;

Ә) Авиация саласындағы мекеме басшылары мемлекеттік тілде сөйлеп, мемлекеттік тілге баса назар аудару керек. Мемлекеттік ұйымдармен ғана емес, мемлекеттік емес ұйымдармен де хат алмасу, іс-қағаздары жұмысын мемлекеттік тілде жүргізуге көшу керек.

Б) Мемлекеттік тілдің қоғамдық, кәсіби қатынастарда, оның ішінде авиациялық-көлік жүйесінде қолдану аясын одан әрі кеңейтуге кез келген Қазақстан Республикасының азаматы ат салысуы қажет.

Қазақ тілінің конституциялық мәртебесін ескере отырып, Қазақстан Республикасы Тәуелсіздігінің 30 жылы ішінде мемлекеттік тілдің авиация саласында қолданылуын жүзеге асырудың маңызы зор. Мемлекеттік тілдің қоғамдық, кәсіби қатынастарда, оның ішінде авиациялық-көлік жүйесінде қолдану аясын одан әрі кеңейтуге мүмкіндік беру керек. Қазақ тілінің қолданылу аясын кеңейту барлық мемлекеттік бағдарламаларда, Қазақстан Республикасының тұңғыш президенті-Елбасы Н.Ә. Назарбаевтың жолдауларында, сондай-ақ Қазақстан Республикасының президенті Қ.К. Тоқаевтың жолдауларында және ағымдағы сөйлеген сөздерінде қазақ тілінің 2025 жылға дейін латын әліпбиіне көшуі, оның ішінде терминдер жазу Елбасының Жарлығымен және тапсырмаларымен, сондай-ақ «Рухани жаңғыру» бағдарламасында қарастырылған [1].

**Негізгі бөлім.** Жалпы мемлекеттік тілдің қолдану аясы келесі мынандай құжаттарда көрсетілген:

1. «Қазақстан-2050» Стратегиясы: қалыптасқан мемлекеттің жаңа саяси бағыты», Қазақстанның Тұңғыш Президенті – Елбасының, Қазақстан Республикасының Президенті – Ұлт көшбасшысы Нұрсұлтан Назарбаевтың Қазақстан халқына Жолдауы. Астана. Ақорда, 2012 ж.

2. «Сындарлы қоғамдық диалог – Қазақстандағы тұрақтылық пен өркендеудің негізі», Қазақстан Республикасының Президенті Қасым-Жомарт Тоқаев. Мемлекет басшысының Қазақстан халқына Жолдауы. Астана. Ақорда, 2019 жыл.

3. Н. Назарбаев. «5 институционалдық реформаны жүзеге асыру бойынша 100 нақты қадам» Ұлт жоспары.

4. «Қазақ тілі әліпбиін кириллицадан латынға көшіру туралы» Жарлығы, Қазақстан Республикасы Президенті Н.Ә. Назарбаевтың 2017 жылғы 26 қазандағы № 569 Жарлық.

5. «Қазақстан Республикасында тіл саясатын іске асырудың 2020-2025 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасы», Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2019 жылғы 31 желтоқсандағы бекітілген № 1045 қаулысы.

6. «Қазақстан Республикасының әуе кеңістігін пайдалану және авиация қызметі туралы» Қазақстан Республикасының 2010 жылғы 15 шілдедегі Заңы.

7. «Ұшу және әуе қозғалысына қызмет көрсету кезіндегі радиоалмасу фразеологизмдерінің ережелері», Көлік және коммуникация министрінің м.а-ның Қазақстан Республикасының 2010 жылғы 15 қазандағы бекітілген № 454 бұйрығы. Берілген құжаттар негізінде мемлекеттік тіл қоғамның барлық саласында, атап айтқанда көлік жүйесінде кеңінен қолданылуы қажет.

Аталған мәселе негізінде мемлекеттік тілдің авиация саласында, соның ішінде жолаушы ретінде ұшқан жолаушының пікірі төмендегідей чек парақшасында көрсетілді:

Негізгі объект -Алматы Халықаралық әуежайы, Нұрсұлтан Назарбаев Халықаралық әуежайы [2].



**Авиация саласында қазақ тілінің қолданылуы бойынша «Бағалау парағы»  
(Чек -лист)**

Ұшақ рейсі Әуекомпани я	Бағыты Күні Сағаты	Алматы әуежайынд ағы жердегі қызмет мамандары ның қазақ тілінде сөйлеу дәрежесі	Экипаж командирінің ұшақ қонған кезде хабарламаны хабарлауы (командирдің жіберген қателері)	Хабарламаның дұрыс айтылуы мен жазылуы
КС -7051 «Fly Arystan» әуекомпани иясы	Алматы- Нұрсұлтан ан бағыты 26.12.21 ж Сағат 07.30	Тіркеу кезінде жолаушы қазақ тілінде сұрақ қойды, тіркеу қызметінің маманы орыс тілінде жауап берді. Тексеру бөліміндегі сұхбат Аружан: -Сәлеметсіз бе, киім салатын жәшікті беріп жібересіз бе? Тексеру бөлімі: - Сейчас пождите. Аружан: -Аяқ киімді шешу керек пе? Тексеру бөлімі: -Сначала пройдите,	Ушактан шығу әуе кеменін алдыңғы жағынан жузеге асырылады. Өтінеміз, асықпаныз. Козгалыс кезінде 1.5 м гашықтықты сактаныз. Жук соресин ашып алганда сак болыңыздар. Жергілікті уақыт 9 сағат 25 минут. Ауаның температурасы 10,14 градус суык. (Ұшақ командирі қазақ тілінде хабарламаны айту кезінде 15 қате жіберген. Қазақ тіліндегі сөздердің дұрыс айтылуы, қазақ тіліне тән дыбыстарды дұрыс айту керектігін ескеру қажет). Экипаж командирі	Ұшактан шығу әуе кемесінің алдыңғы жағынан жүзеге асырылады. Асықпауларың ызды өтінеміз. Қозғалыс кезінде 1.5 м. қашықтықты сактаңыздар. Жүгіңізді жүк сөресінен ашып алганда, сак болыңыздар. Жергілікті уақыт <b>9 сағат 25</b> минут. Ауаның температурасы 10,14 градус суык.

		<p>потом снимите.</p> <p>- Сумканыздың ішінде ноутбук есть?</p> <p>-Иә</p> <p>-Онда шығарып отдельно өткізіңіз. Тексеру бөлімінде де қазақ тілінде қойылған сұраққа орыс тілінде жауап берілген.</p>	<p>қазақ тіліндегі хабарламаны қысқа ғана айтқан, орыс тіліндегі хабарламаны барынша ұзақ айтуға тырысқан</p>	
--	--	--	---	--

Берілген чек парақшасы көрсеткендей, авиация саласының мамандары әуежайдың тасымал қызметінде, тіркеу бағанында, ұшақ салонында мемлекеттік тілде барынша қатесіз сөйлеуге тырысуы қажет. Тасымал қызметінің маманы жолаушы қазақ тілінде сөйлесе, қазақ тілінде жауап беру керектігін ұмытпауы қажет. Бұл авиация саласында мемлекеттік тілдің қолданысын одан әрі кеңейтуге жағдай жасайды. Жыл сайын авиация саласының мамандары мемлекеттік тілді білу деңгейі бойынша аттестациядан өтсе, мемлекеттік тілді үйренуге деген ұмтылыс пайда болар еді. Сонда ғана мемлекеттік тілдің қолдану аясы барынша дамиды деп есептейміз. «Қазақстан Республикасында тіл саясатын іске асырудың 2020-2025 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасының» 2.2-міндетінде былай жазылған:

« - Мемлекеттік тілді кәсіптік бағдарланған оқыту, жазбаша және ауызша сөйлеу мәдениетін арттыру үшін әдістемелік қамтамасыз ету;

- жаңа технологияларды пайдалана отырып, мемлекеттік және мемлекеттік емес мекемелердің жұмыскерлері үшін қазақ тілін өз бетінше оқыту курстарын ұйымдастыру;

- барлық министрліктер мен ведомстволардың жылдық жұмыс жоспарына енгізу жолымен Қазақстанның ақпараттық кеңістігінде мемлекеттік тілдегі контентті ұлғайту;

- үкіметтік емес ұйымдарға тілдерді оқытатын орталықтар, кабинеттер, үйірмелер құру бойынша мақсатты консультациялық және оқу-әдістемелік қолдау көрсету;

- әкімшілік іс жүргізу дағдыларын, шешендік дағдыларды дамытуға және мемлекеттік қызметшілердің сөйлеу мәдениетін арттыруға бағытталған қазақ тілін оқыту курстарын ұйымдастыру және өткізу бойынша әдістемелік қолдау көрсету» [3]. Аталған бағдарламада көрсетілген міндеттерді орындау – бүгінгі заманның талабы. Бұл мемлекеттік органдардың құжат айналымында мемлекеттік тілдің қолданылуына мониторинг жүргізуге мүмкіндік береді.

**Қорытынды.** Жалпы тілдік қолданыста, әсіресе авиация саласындағы терминдердің қолданылуын зерттеудің маңызы бар. Әуежай қызметкерлері, тасымал қызметінің мамандары авиациялық терминдерді айтылуы кезінде, күнделікті қолданыста барынша мемлекеттік тілде айтуға тырысу керек. Сонда ғана авиациялық терминдердің қазақ тілінде толық дұрыс

айтылуына жағдай жасалады. Жалпы тілдік қолданыста төменде көрсетілген қарапайым авиациялық терминдерді қазақ тілінде қолдансақ, авиация саласында мемлекеттік тілді қолданылу аясы кеңейетіні анық. Біз төменде күнделікті ауызекі сөйлеу тілінде қолданылатын қарапайым авиациялық терминдерді іріктеп жаздық. Мұндай терминдер қолданысының мазмұнын толықтыруға әбден болады. Берілген кестеде күнделікті ауызекі сөйлеу тіліндегі жиі қолданылатын авиациялық терминдердің қолданысы мен дұрыс айтылып қолданылуы берілді:

№	Авиация саласында күнделікті қолданылатын сөздер, сөз тіркестері, терминдер	Авиациялық терминдердің ауызекі сөйлеу тілінде қолданылуы	Авиациялық терминдердің мемлекеттік тілде дұрыс айтылып қолданылуы
1	Әуежай - Аэропорт	<b>Мен аэропортқа</b> бара жатырмын	Мен <b>әуежайға</b> бара жатырмын
2	Тіркеу -Регистрация	<b>Регистрация</b> болып жатыр ма?	<b>Тіркеу</b> болып жатыр ма?
3	Жүк- багаж	<b>Багажды</b> өлшедің бе?	<b>Жүкті</b> өлшедің бе?
4	Тасымал қызметі- служба перевозок	Оның баласы <b>служба перевозокта</b> жұмыс істейді	Оның баласы <b>тасымал қызметінде</b> жұмыс істейді
5	Отырғызу талоны- посадочный талон	<b>Посадочный талонды</b> көрсеттің бе ?	<b>Отырғызу талонын</b> көрсеттің бе?
6	Ұшақ- самолет	<b>Самолетке</b> билет алдың ба ?	<b>Ұшаққа</b> билет алдың ба?
7	Отырғызу- посадка	<b>Посадка</b> басталды ма?	<b>Отырғызу</b> басталды ма?
8	Взлет-ұшу	<b>Самолеттің</b> взлеті кезінде қорықпадың ба?	<b>Ұшақтың ұшуы</b> кезінде қорықпадың ба?
9	Қону -посадка	<b>Посадка</b> болды ма?	Қонды ма? <b>Қону</b> орындалды ма?
10	Жолаушыларды тасымалдау - перевозка пассажиров	<b>Перевозка пассажировта</b> жұмыс оңай емес.	<b>Жолаушыларды тасымалдау қызметінде</b> жұмыс істеу оңай емес.
11	Анықтама бөлімі – справочная служба	Оны <b>справочнаядан</b> сұрау керек	Оны <b>анықтама бөлімінен</b> сұрау керек
12	Рейстер кестесі - расписание рейсов	<b>Расписание рейсовтан</b> көрсең болады ғой	<b>Рейстер кестесінен</b> көрсең болады ғой
13	Ұшу кезінде – во время полета	<b>Во время полета</b> ужас қорқып кеттім	<b>Ұшу кезінде</b> қатты қорқыныш болды

Мемлекеттік тілге деген қажеттілік тәуелсіздігімізден бастау алып, заман талабына сай күннен күнге артып келеді. Қазақ тілінің қолдану аясын кеңейту мақсатында мемлекет тарапынан нормативті-құқықтық кесімдер мен бағдарламалар қабылданып, түрлі іс-шаралар атқарылып жатыр [4]. Олай болса, мемлекеттік тілдің қолданылу аясын авиация саласында одан әрі кеңейту, сонымен қатар сол салада кездесетін қазақ тіліне байланысты лингвистикалық зерттеулерді талдау мемлекеттік тілдің дамуына үлес қосады деп есептейміз.

#### **Пайдаланылған әдебиеттер тізімі**

1. «Қазақстан-2050» Стратегиясы: қалыптасқан мемлекеттің жаңа саяси бағыты», Қазақстанның Тұңғыш Президенті – Елбасының, Қазақстан Республикасының Президенті – Ұлт көшбасшысы Нұрсұлтан Назарбаевтың Қазақстан халқына Жолдауы. Астана. Ақорда, 2012 ж.

2. Г. Тулекова «Азаматтық авиация саласында мемлекеттік тіл- қазақ тілінің кәсіби, коммуникативтік бағытта қолданылу деңгейін бағалау методологиясы» (әдіснамасы) атты ғылыми жобаның есебі. Алматы, 2022 ж.

3. «Қазақстан Республикасында тіл саясатын іске асырудың 2020-2025 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасы», Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2019 жылғы 31 желтоқсандағы бекітілген № 1045 қаулысы.

4. Ана тілі газеті, 2020 ж № 1 саны.

#### **References**

1. «Qazaqstan-2050» Strategıasy: qalyptasqan memlekettiń jańa saıası baǵyty», Qazaqstannyń Tuńǵysh Prezıdenti – Elbasynyń, Qazaqstan Respýblikasynyń Prezıdenti – Ult kóshbasshysy Nursultan Nazarbaevtyń Qazaqstan halqyna Joldaýy. Astana. Aqorda, 2001.

2. G. Túlekova «Azamattyq aviatsııa salasynda memlekettik til- qazaq tiliniń kásibi, kommýnikativtik baǵytta qoldanyly deńgeiin baǵalaý metodologıasy» (ádisnamasy) atty ǵylymı jobanyń esebi. Almaty, 2022.

3. «Qazaqstan Respýblikasynda til saıasatyn iske asyrdyń 2020-2025 jyldarǵa arnalǵan memlekettik baǵdarlamasy», Qazaqstan Respýblikasy Úkimetiniń 2019 jylǵy 31 jeltoqsandaǵy bekitilgen № 1045 qaýlysy.

4. Ana tili gazetı, 2020, № 1sany.

Материал 03.11.22 баспаға түсті.

DOI 10.53364/24138614\_2022\_27\_4\_37  
УДК 519.6

<sup>1</sup>Асқадұлы Қ\*, <sup>1</sup>Срайлова М.

<sup>1</sup>Восточно-Казахстанский технический университет имени Д. Серикбаева,  
г. Усть-Каменогорск, Казахстан

\*E-mail: [Askaduly@mail.ru](mailto:Askaduly@mail.ru)

## СВЯЗЬ В ВИДИМОМ СВЕТЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИНЕГО GaN μLED И ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЦВЕТА ИЗ ФЛЮОРЕСЦЕНТНОГО ПОЛИМЕРА

### КӨК GaN АРҚЫЛЫ КӨРІНГЕН ЖАРЫҚТА БАЙЛАНЫС μLED ЖӘНЕ ФЛЮОРЕСЦЕНТТЫ ПОЛИМЕР ТҮСТІ ТҮРЛЕРДІРУ

### COMMUNICATION IN VISIBLE LIGHT USING BLUE GaN μLED AND FLUORESCENT POLYMER COLOR CONVERTER

**Аннотация.** Представлен новый метод достижения высокоскоростной связи в видимом свете (VLC) с использованием белого света, генерируемого синим GaN μLED и желтым флуоресцентным сополимером. Мы генерировали белый свет, пригодный для освещения помещения, оптимизируя соотношение между синей электролюминесценцией μLED и желтой фотолюминесценцией сополимерного преобразователя цвета. Воспользовавшись высокой пропускной способностью компонентов, мы продемонстрировали скорость 1,68 Гбит/с на расстоянии 3 см (при освещенности 240 люкс). Насколько нам известно, это самые быстрые результаты VLC белого света с использованием одной комбинации синего светодиода и преобразователя цвета.

**Ключевые слова:** VLC, Li-Fi, интенсивность, модуляция, диммирование, ШИМ, оптический OFDM с обратной полярностью.

**Аңдатпа.** Көк GaN μLED және сары флуоресцентті сополимер арқылы жасалған ақ жарықты пайдаланып, жоғары жылдамдықты көрінетін жарық байланысына (VLC) қол жеткізудің жаңа әдісі ұсынылған. Біз μLED көк EL және сополимер түсті түрлендіргіштің сары фотолюминесценциясының арақатынасын оңтайландыру арқылы ішкі жарықтандыруға қолайлы ақ жарық жасадық. Құрамдас бөліктердің жоғары өткізу қабілетін пайдалана отырып, біз 3 см-де (240 люксте) 1,68 Гбит/с-қа қол жеткіздік. Біздің білуімізше, бұл жалғыз көк жарық диоды мен түсті түрлендіргіш комбинациясын пайдаланатын ең жылдам ақ жарық VLC нәтижелері.

**Түйін сөздер:** VLC, Li-Fi, қарқындылық, модуляция, күңгірттеу, PWM, кері полярлығы бар оптикалық OFDM.

**Abstract.** A new method to achieve high speed visible light communication (VLC) using white light generated by a blue GaN μLED and a yellow fluorescent copolymer is presented. We generated white light suitable for indoor lighting by optimizing the ratio between the blue EL of a μLED and the yellow photoluminescence of a copolymer color converter. Taking advantage of the high bandwidth of the components, we achieved 1.68Gbps at 3cm (at 240 lux). To the best of our knowledge, these are the fastest white light VLC results using a single blue LED and color converter combination.

**Keywords:** VLC, Li-Fi, intensity, modulation, dimming, PWM, optical OFDM with reverse polarity.

**Введение.** Недавний повышение эффективности светоизлучающих диодов (LED) сделало их сильным кандидатом заменить существующие источники освещения. Связь в видимом свете (VLC) привлекательна, поскольку любая инфраструктура освещения на основе светодиодов обеспечивает возможность передачи данных и освещения.

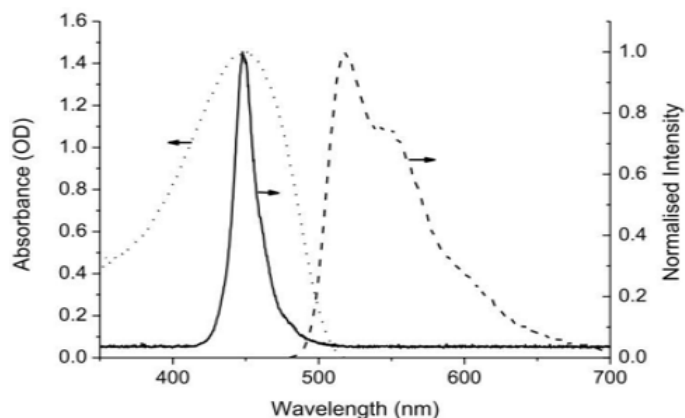
Однако хорошо известным узким местом в VLC является медленный отклик коммерческих белых светодиодов (WLED) [1]. Как правило, они основаны на чипе синего светодиода с люминофором, который поглощает часть излучения синего светодиода и повторно излучает широкий желтый спектр. Однако время жизни фотолюминесценции обычные люминофоры слишком длинные (мкс), чтобы поддерживать высокие скорости передачи данных.

Как правило, оптический фильтр короткого пропускания используется для подавления медленного желтого компонента в приемнике, увеличивая ширину полосы модуляции (Ч/Б) с нескольких МГц до 20 МГц. Несмотря на низкую пропускную способность, имеется достаточная мощность для достижения высоких скоростей передачи данных с использованием модуляции более высокого порядка, а скорость передачи данных 1 Гбит/с была достигнута с использованием люминофора и синего чипа WLED [2].

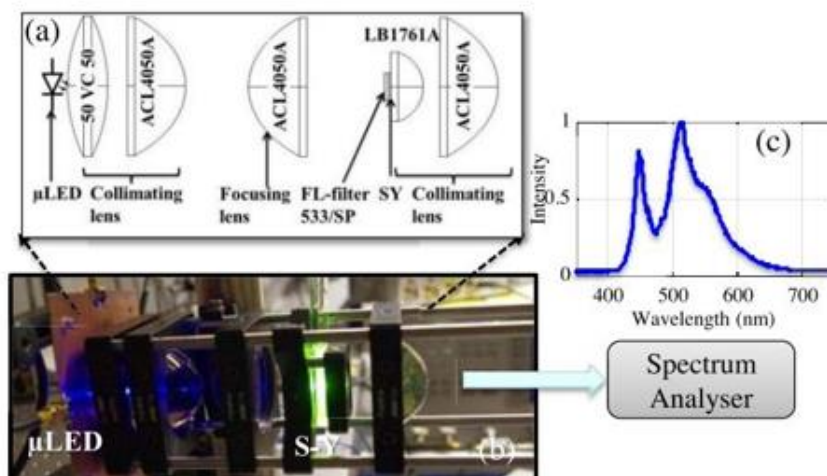
Также предпринимаются усилия по улучшению самих светодиодов. Примером являются светодиоды с резонансным резонатором (RCLED). RCLED позволяют передавать данные со скоростью до 3 Гбит/с по пластиковому оптическому волокну (POF) [3]. Однако их нелегко адаптировать для освещения белым светом. В [4] синие  $\mu$ LED на основе GaN с малой емкостью перехода и более высокой плотностью тока использовались для демонстрации беспроводного VLC со скоростью 512 Мбит/с. Используя такие устройства, мы продемонстрировали самую быструю беспроводную передачу с одним светодиодом 3 Гбит/с в недавней публикации [5], но опять же эти источники не белые.

В этой статье мы исследуем возможность использования сопряженного полимера для преодоления ограничений существующих люминофоров. Сопряженные полимеры представляют собой важный класс органических полупроводников, обладающих высокими квантовыми выходами флуоресценции, коротким (1 нс) временем жизни при излучении и простыми процессами переработки из растворов. Еще одним преимуществом использования полимеров является то, что их можно смешивать для получения белого света более высокого качества, чем обычный синий светодиодный чип с люминофором [6]. Эти свойства делают их привлекательной альтернативой современным люминофорам.

В разделе генерации белого света процесс генерации белого света показан после введения характеристик, используемого нами GaN  $\mu$ LED и преобразователя цвета SY. В разделе III подробно описываются коммуникационные характеристики генерируемого белого света с применением оптического мультиплексирования с ортогональным частотным разделением каналов (OFDM). В разделе IV обсуждаются практические вопросы и текущая работа, и раздел V завершает это письмо, обращаясь к потенциалу предлагаемого метода.



**Рисунок 1.** Спектр ЭЛ GaN  $\mu$ LED (сплошная линия). Спектр ФЛ (штриховая линия) и поглощения (пунктирная линия) SY.



**Рисунок 2.** Экспериментальная установка для генерации белого света (а) блок-схема установки, (б) изображение установки и (в) измеренный спектр излучения GaN  $\mu$ LED, освещающего образец СИ оптической плотности 0,96.

### Генерация белого света

#### А. Свойства GaN $\mu$ LED и Super Yellow

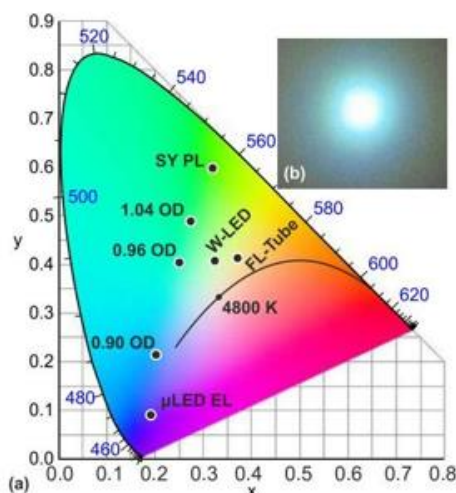
На рисунке 1 показаны спектр излучения ЭЛ GaN  $\mu$ LED и спектр излучения и поглощения ФЛ SY.

Микросветодиод GaN, используемый в этом письме, имеет диаметр 50 мкм, электрическо-опто-электрическую (ЕОЕ) полосу пропускания 60 МГц и общий лучистый поток 3,5 мВт при 60 мА. Более высокий управляющий ток может увеличить В/В [4], но это значение было выбрано для обеспечения работы в линейной области отклика.

SY имеет квантовый выход фотолюминесценции (PLQY) 60%. Измеренная полоса пропускания SY в растворе составляет > 200 МГц, что может обеспечить примерно в 50 раз большее значение В / W, чем у обычного преобразователя цвета на основе люминофора, из-за короткого времени жизни флуоресценции (100 пс) материала. Подробнее о свойствах SY можно узнать в [7].

**В.** Процесс генерации белого света на рисунке 2 показана экспериментальная установка, используемая для генерации белого света. Синий свет от GaN  $\mu$ LED коллимировался и

фокусировался на преобразователь цвета SY с помощью ряда линз с высокой числовой апертурой (NA), как показано на рисунке.



**Рисунок 3.** (а) Представление полученных цветов на диаграмме цветности CIE и геометрическом местоположении черного тела (сплошная линия). Для сравнения представлены цвета коммерческого WLED и люминесцентной лампы. (б) Фотография проецируемого света раствора с оптической плотностью 0,96.

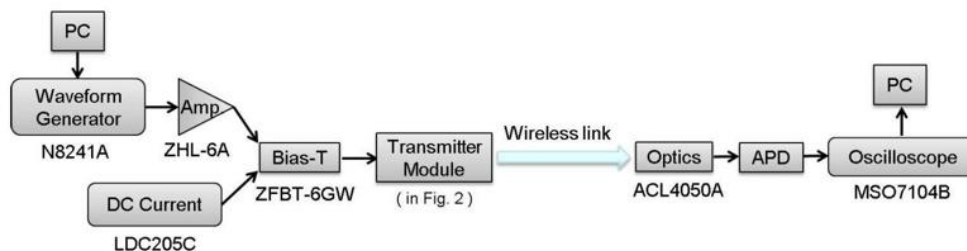
Была использована конструкция оптики с высокой числовой апертурой из-за ограниченной оптической мощности  $\mu$ LED и его ламбертовского профиля излучения (угол половинного расхождения  $60^\circ$ ). Преобразователь цвета SY состоит из кюветы с длиной оптического пути 2 мм, содержащей SY в растворе хлорбензола. Это формирует ламбертовский излучатель, и смесь испускаемого желтого и проходящего синего, испускаемая кюветой, содержащей материал SY, сильно расходится. Для сбора и коллимации этого излучения используется другая оптическая система с высокой числовой апертурой. Для повышения эффективности излучения в прямом направлении непосредственно перед преобразователем SY установлено дихроичное зеркало, прозрачное для синего, но отражающее желтый свет. Это отражает часть желтого света, распространяющегося назад, в прямом направлении, увеличивая эффективность примерно на 20%. Состав белого света, генерируемого в этом процессе, можно изменить, изменив концентрацию раствора SY, который регулирует как коэффициент пропускания светодиодного света, так и интенсивность желтого излучения. Экспериментально установлено, что СИ подчиняется закону Бера-Ламберта, а оптическая плотность (ОП) пропорциональна концентрации раствора:  $ОП = 5,2c$ , где  $c$  - концентрация в мг/мл.

На рис. 3 (а) показан график CIE цвета, генерируемого при изменении оптической плотности. Мы экспериментально проверили, что ОП 0,96 приводит к наименьшему расстоянию от эталонной белой точки (0,33, 0,33). Это приводит к холодному белому свету, как показано на рис. 3(б). Для сравнения мы также измерили координаты коммерческого WLED и люминесцентной лампы, и они также показаны на рисунке.

**Коммуникационная производительность.** Оптический OFDM со смещением постоянного тока (DCO-OFDM) [8] используется для передачи данных, поскольку DCO-OFDM имеет самую высокую спектральную эффективность среди оптических схем OFDM, что делает его подходящим для системы VLC с ограниченной полосой пропускания.



**A. DCO-OFDM** и преобразование сигнала OFDM — это спектрально эффективная схема модуляции с несколькими несущими, использующая только половину  $B/W$  по сравнению с обычными частотами.



**Рисунок 4.** Экспериментальная установка для передачи данных.

Экспериментальная установка для передачи данных использует схему частотного мультиплексирования (FDM). Чтобы применить его к системам, основанным на прямом обнаружении с модуляцией интенсивности (IM-DD), последовательность во временной области  $x(n)$  должна иметь только положительные действительные значения. Это условие достигается ограничением символов  $X(m)$  на поднесущих OFDM, чтобы они имели эрмитову симметрию (1). Далее следует ограничение сигнала (2) и добавление постоянного тока (3)

$$X(m) = X^*(N_{fft} - m) \tag{1}$$

$$x(n) = \frac{1}{N_{fft}} \sum_{m=0}^{N_{fft}/2-1} X(m) \exp(j2\pi mn / N_{fft})$$

$$C_{low} < x(n) < C_{up} = C_{low}, x^*(n) \tag{2}$$

$$= \text{Кубок}, x^*(n) \quad \text{Кубок}$$

$$x(n) = \tilde{x}(n) + DC \tag{3}$$

где \* обозначает эрмитову операцию.  $N_{fft}$ ,  $C_{low}$  и  $C_{up}$  означают размер быстрого преобразования Фурье (FFT), нижний и верхний уровни ограничения соответственно.

Уровень отсечения, учитывая смещение постоянного тока, является одним из наиболее важных факторов, определяющих общую производительность DCO-OFDM. В общем, уровень отсечки выражается по отношению к стандартному отклонению сигнала во временной области ( $\sigma$ ).

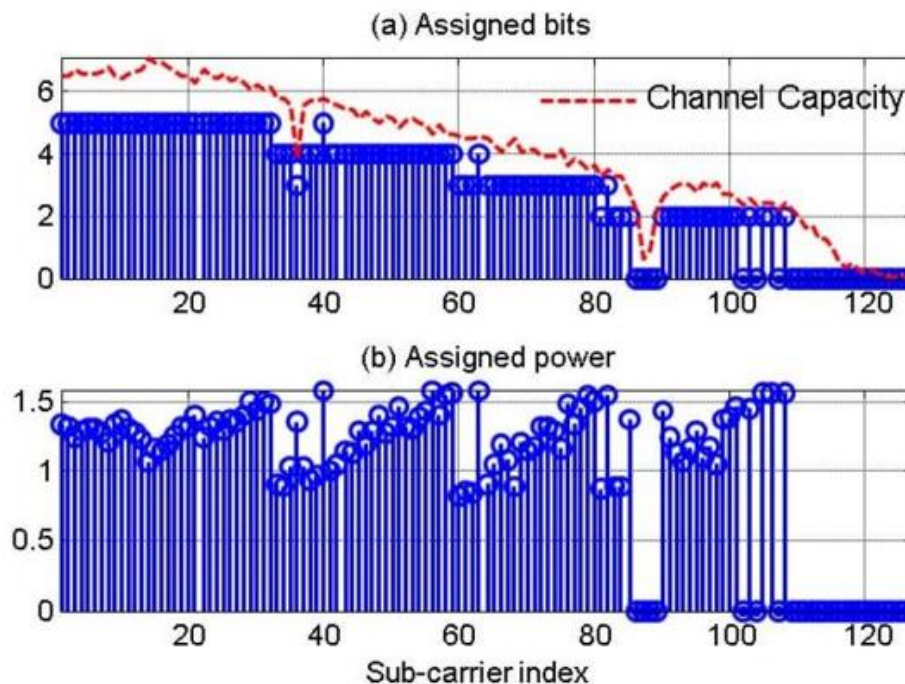
Для числа поднесущих, превышающего 64, статистика шума ограничения соответствует распределению Гаусса, и, следовательно, можно предсказать

оптимальный уровень ограничения [9]. На практике оптимальные уровни находятся в диапазоне от  $\pm 2\sigma$  до  $\pm 4\sigma$ , в основном в зависимости от динамического диапазона каждой системы, частотной характеристики и нелинейности. Мы экспериментально определили, что отсечение  $\pm 2,5\sigma$  является оптимальным для используемой нами системы

**В. Экспериментальная установка.** На рисунке 4 показана экспериментальная установка для передачи данных. Входящий битовый поток кодируется и преобразуется в дискретный сигнал во временной области с помощью операции обратногобыстрого преобразования Фурье (IFFT) и добавления циклического префикса. Этот сигнал обрезается соответствующим образом, чтобы гарантировать положительный сигнал и избежать нелинейных искажений, вызванных компонентами передатчика и приемника. Для обработки MATLAB.

Дискретный сигнал преобразуется в аналоговый сигнал с помощью генератора сигналов произвольной формы (AWG) Agilent N8241A. Далее следует усиление широкополосным усилителем Mini Circuits ZHL-6A. В сочетании со смещением постоянного тока (DC) от драйвера лазера (LDC205C) через смещение-T, Mini Circuits ZFBT-6GW, модулированная

интенсивность передается, используя модуль, описанный на рис. 2. Модулированный белый свет, генерируемый модулем, фокусируется на приемнике на основе лавинного фотодетектора (APD) через собирающую линзу.

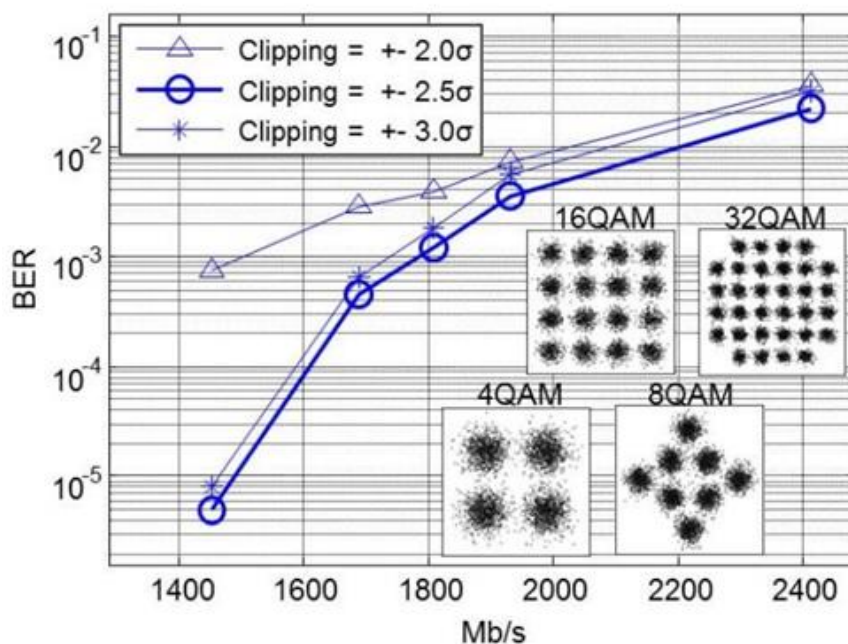


**Рисунок 5.** (а) схема загрузки по битам и (б) по мощности для 1,8 Гбит/с на 3-сантиметровом канале. Расстояние (240 лк) от OD 0,96.

Было использовано расстояние связи 3 см, а уровень освещенности приемника был измерен 240 люкс. Это низкий уровень освещенности. (Обычно 400 люкс считается хорошим освещением.) Выходной сигнал фиксируется цифровым осциллографом Agilent MSO7104B. Наконец, обработка сигнала для восстановления выполняется в MATLAB® после синхронизации.

**С. Условия эксплуатации.** Учитывая характеристики  $\mu$ LED, оптимальная точка смещения и размах напряжения переменного тока были найдены путем сравнения отношения сигнал-шум (SNR), полученного в результате процедуры обучения. На каждой поднесущей было передано 200 известных символов биполярной фазовой манипуляции (BPSK), а дисперсия шума и ОСШ были оценены на основе принятой статистики шума. Оптимальная точка смещения была при 60 мА, а размах переменного тока составлял 3,5 В размах, что приводило к полной глубине модуляции.

Размер БПФ ( $N_{fft}$ ) 256 и длина циклического префикса ( $N_{cp}$ ) 3 были выбраны, поскольку не было значительного улучшения для большего CP (накладные расходы CP составляли  $\sim 1,2\%$ ). Частота дискретизации ( $F_s$ ) генератора сигналов произвольной формы составляет 1250 Мвыб/с, что дает максимально достижимую одностороннюю полосу Ч/Б 625 МГц. В данном письме мы использовали разрядно-мощностную схему загрузки, так как она считается оптимальной для достижения пропускной способности канала [10].



**Рисунок 6.** Результаты BER и набор восстановленных созвездий при 1,81 Гбит/с и отсечении  $\pm 2,5\sigma$  с  $1,2 \times 10^{-3}$  BER.

На рис. 5 показаны назначенные биты и мощность на каждой поднесущей. Поскольку последние 19 поднесущих не использовались, полоса пропускания, которую занимал сигнал OFDM, составляла 531 МГц. Хорошо видно, что примененная схема позволяет приблизиться к пропускной способности канала, полученной из оцененного ОСШ.

**Результат и обсуждение.** На рис. 6 представлены результаты измерения частоты ошибок по битам (BER). Как показано, отсечение  $\pm 2,5\sigma$  оказалось оптимальным для используемой нами системы. Кривая BER с отсечкой  $\pm 3,0\sigma$  соответствует оптимальной кривой с немного более высоким BER. Это происходит из-за того, что уменьшенное отсечение делает дисперсию полезного сигнала меньше в заданном динамическом диапазоне, но уменьшение шума отсечения меньше, чем фоновый системный шум. Показано, что отсечение при  $\pm 2,0\sigma$  создает более высокий шум отсечения, что приводит к более высокому значению BER. Используя оптимальный уровень ограничения, скорость передачи данных 1,81 Гбит/с была достигнута с BER  $1,2 \times 10^{-3}$ . Учитывая накладные расходы на упреждающую коррекцию ошибок (FEC) в размере 7% для безошибочной системы [11], скорость передачи данных становится равной 1,682 Гбит/с.

**К практической системе.** Для этой системы можно достичь больших расстояний, но при слишком низком уровне освещения, чтобы его можно было использовать для освещения. (Например, была измерена скорость 0,84 Гбит/с на расстоянии 2 м при освещенности 14 люкс.) Таким образом, основной задачей этого подхода является увеличение мощности, излучаемой источником белого света, чтобы обеспечить большой диапазон и/или покрытие. Кроме того, требуется более компактный излучатель.

Массивы  $\mu$ -светодиодов могут использоваться для увеличения общей передаваемой мощности при сохранении пропускной способности отдельных устройств, и этот подход реализуется в программе UPVLC (частью которой является это письмо). В типичной комнате будет несколько светодиодных светильников, распределенных по потолку, чтобы обеспечить освещение, и в этом случае каждый светильник будет состоять из массива микро-светодиодов. Чтобы создать более простой и компактный излучатель, мы используем решетки и микрооптические структуры на светодиодах для обеспечения направленного излучения [12].

Это снизит потребность в собирающей оптике с высокой числовой апертурой. Кроме того, с помощью прикрепленной пленки твердотельного преобразователя, или близко к массиву светодиодов находится под следствием. Твердопленочный преобразователь SY был протестирован и показал многообещающие результаты, несмотря на некоторые проблемы с инкапсуляцией, ограничивающие срок службы. Также исследуются другие сопряженные полимеры с более высоким PLQY (до 90%). Вместе эти подходы должны привести к практическим устройствам.

**Заключение.** В этом стае мы продемонстрировали возможность использования сопряженного полимера для VLC белого света. Наш новый подход позволил получить белый свет с широкой полосой модуляции.

Канал связи белого света со скоростью 1,68 Гбит/с был продемонстрирован на расстоянии 3 см с применением адаптивного метода DCO-OFDM.

Однако ограниченная мощность  $\mu$ LED и значительные вносимые потери преобразователя цвета (из-за его изотропной схемы переизлучения) приводят к тому, что уровень освещенности намного ниже (240 люкс), чем у коммерческого белого светодиода.

Однако таблица 1 показывает, что для заданного уровня освещенности описанный здесь «быстро-белый» светодиод может обеспечить значительную дополнительную мощность. Это самые быстрые результаты, о которых сообщалось для VLC с одним белым источником.

#### Список литературы:

1. Д. О'Брайен, Л. Зенг, Х. Ле-Мин, Г. Фолкнер, Дж. В. Велевски и С. Рандел, «Связь в видимом свете: проблемы и возможности», в Proc. IEEE 19-я международная Симп. PIMRC, сентябрь 2008 г., стр. 1–5.

2. AM Khalid, G. Cossu, R. Corsini, P. Choudhury и E. Ciaramella, «Передача со скоростью 1 Гбит/с через фосфоресцентный белый светодиод с использованием адаптивной дискретной многотональной модуляции», IEEE Photon. Дж., том. 4, нет. 5, стр. 1465–1473, октябрь 2012 г.

3. Л. Генг, Дж. Вей, Р. В. Пенти, И. Уайт и Д. Г. Каннингем, «Пластиковая волоконно-оптическая линия на основе светодиодов со ступенчатым индексом 3 Гбит/с с использованием многоуровневой амплитудно-импульсной модуляции», в Proc. IEEE опт. Волокно Комм. конф. Экспо. Нац. оптоволоконно англ. конф. (OFC/NFOEC), Анахайм, Калифорния, США, март 2013 г., стр. 1–3.

4. JJD McKendry и др., «Связь в видимом свете с использованием массива микросветоизлучающих диодов, управляемого CMOS», J. Lightw. Техн., вып. 30, нет. 1, стр. 61–67, 1 января 2012 г.

5. Д. Цонев и др., «Беспроводная линия VLC на основе OFDM с одним светодиодом 3 Гбит/с с использованием  $\mu$ LED из нитрида галлия», IEEE Photon. Технол. Лет., т. 26, нет. 7, стр. 637–640, 1 апреля 2014 г.

6. С. Р. Белтон и др., «Новый свет от гибридных неорганических и органических излучателей». Дж. Физ. Д, заявл. физ., вып. 41, нет. 9, с. 094006, 2008.

7. С. Гамбино, А.К. Бансал и И.Д.В. Самуэль, «Фотофизические и переносящие заряд свойства сополимера SuperYellow», Орган.Электрон., т. 1, с. 14, нет. 8, стр. 1980–1987, 2013.

8. АН Azhar, Т. Tran и D. O'Brien, «Беспроводная передача Gigabit/s в помещении с использованием связи видимого света MIMO-OFDM», IEEE Photon. Технол. Лет., т. 25, нет. 2, стр. 171–174, 15 января 2013 г.

9. С. Димитров и Х. Хаас, «Скорость передачи информации оптических систем беспроводной связи на основе OFDM с нелинейными искажениями», J. Lightw. Техн., вып. 31, нет. 6, стр. 918–929, 15 марта 2013 г.

10. HE Levin, "Полный и оптимальный метод распределения данных для практических дискретных многотональных систем", в Proc. IEEE Global Telecommun. конф. (IEEE GLOBECOM), том. 1. Сан-Антонио, Техас, США, ноябрь 2001 г., стр. 369–374.

11. Прямая коррекция ошибок для высокоскоростных подводных систем DWDM, документ ITU- T G.975.1, 2004 г.

12. J. Herrnsdorf и др., "Гибридный органический/GaN фотонный кристалл светоизлучающий диод", Appl. физ. Лет., т. 101, нет. 14, с. 141122, 2012.

### References

1. M. Hoa Le, D. O'Braien, G. Folkner, Z. Liýbin, L. Kěnvý, Dj. Daekwang, O. YunJe и W. Eun Tae, «Sviaz v vidimom svete NRZ so skorostý 100 Mbit / s s ispolzovaniem belogo svetodioda s postkorrektsiei», IEEE Photonics Technology Letters, vol. 21, str. 1063-1065, 2009.

2. JJD McKendry, D. Massoubre, S. Zhang, BR Rae, RP Green, E. Gý, R. K. Henderson, A. E. Kelli и M. D. Doýson, «Sviaz v vidimom svete s ispolzovaniem massiva mikrosvetoizlýcháyih diodov, ýpravliaemogo KMOP», Journal of Lightwave Technology, vol. 30, str. 61-67, 2012.

3. D. Tsonev, H. Chýn, S. Radjbandari, Dj. Makkendri, S. Videv, E. Gý, M. Hadji, S. Ýotson, A. Kelli, G. Folkner, M. Doýson, H. Haas и D. O'Braien, «Besprovodnaia linia VLC na osnove OFDM s odnim svetodiodom so skorostý 3 Gbit / s s ispolzovaniem µLED iz nitrida gallia», IEEE Photonics Technology Letters, vol. 26, str. 637-640, 2014.

4. A. Berton, M. Hoa Le, Z. Gassemoi, E. Bentli и K. Botella, «Eksperimentalnaia demonstratsia sviazi v vidimom svete so skorostý 50 Mbit/s s ispolzovaniem MIMO 4 na 4», Photonics Technology Letters, IEEE, ob. 26, str. 945-948, 2014.

5. AH Azhar, TA Tran и D. O'Brien, «Besprovodnaia peredacha Gigabit/s v pomeeni s ispolzovaniem sviazi vidimogo sveta MIMO-OFDM». IEEE Photonics Technology Letters, tom. 25, str. 171-174, 2013.

6. Z. Liýbin, D. O'Braien, M. Hoa, G. Folkner, L. Kěnvý, Dj. Dekvang, O. IýnDje и V. Yn Te, «Mnojestvennyy vvod-vyvod s vysokoi skorostý peredachi dannyh (MIMO) opticheskaia besprovodnaia sviaz s ispolzovaniem belogo svetodiodnogo osveeniya», IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 27, str. 1654-1662, 2009.

7. T. Fat и H. Haas, «Sravnenie proizvoditelnosti metodov MIMO dlia opticheskoï besprovodnoï sviazi v pomeeniakh», IEEE Transactions on Communications, vol. 61, str. 733-742, 2013.

8. X. Fang, M. Khalighi и S. Bourennane, «Vlianie razlichnyh istochnikov shýma na harakteristiki priemnikov FSO na osnove PIN и APD», v Telekommýnikatsii (ConTEL), Materialy 11-ï Mejdýnarodnoï konferentsii, str. 211-218. 2011.

9. S. Dimitrov и H. Haas, «Skorost peredachi informatsii opticheskikh sistem besprovodnoï sviazi na osnove OFDM s nelineinymi iskajeniiami», J. Lightw. Tehn., vyp. 31, net. 6, str. 918-929, 15 marta 2013 g.

10. HE Levin, "Polnyi и optimalnyi metod raspredeleniia dannyh dlia prakticheskikh diskretnykh mnogotonalnykh sistem", v Proc. IEEE Global Telecommun. konf. (IEEE GLOBECOM), tom. 1. San-Antonio, Tehas, SShA, noiabr 2001 g., str. 369-374.

11. Priamaia korrektsiia oshibok dlia vysokoskorostnykh podvodnykh sistem DWDM, dokýment ITU- T G.975.1, 2004.

12. J. Herrnsdorf и др., "Gibridnyi organicheskii/GaN fotonnyi kristall svetozlýcháyi diod", Appl. fiz. Let., t. 101, net. 14, s. 141122, 2012.

Материал поступил в редакцию 3.11.2022 г.



DOI 10.53364/24138614\_2022\_27\_4\_46  
UDC 81'271'42:001.8:378

**Zaure Badanbekkyzy**, candidate in philological sciences, professor  
Academy of Civil Aviation, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: [zaure.badanbekkyzy.51@mail.ru](mailto:zaure.badanbekkyzy.51@mail.ru)

## THE HISTORY OF DEVELOPMENT AND THE CURRENT STATE OF ACADEMIC WRITING

## ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ АКАДЕМИЧЕСКОГО ПИСЬМА

## АКАДЕМИЯЛЫҚ ЖАЗУДЫҢ ДАМУ ТАРИХЫ ЖӘНЕ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫ

**Abstract.** The article is devoted to the study of academic writing in higher educational institutions. The work deals with the issues of the evolution of academic writing, and the history of its formation and development. Some problems of the current state of academic writing in our country are considered. As a result of the analysis, some features of academic writing and its significance in higher educational institutions were revealed.

**Keywords:** academic writing, foreign language, scientific style, features.

**Аңдатпа.** Мақала жоғары оқу орындарындағы академиялық жазылымды зерттеуге арналған. Жұмыста академиялық жазылымның эволюциясы, оның қалыптасуы және даму тарихы мәселелері қарастырылған. Біздің еліміздегі академиялық жазылымның қазіргі жағдайының кейбір мәселелері қарастырылады. Талдау нәтижесінде академиялық жазылымның кейбір ерекшеліктері мен оның жоғары оқу орындарындағы маңызы ашылды.

**Түйін сөздер:** академиялық жазылым, шет тілі, ғылыми стиль, ерекшеліктері.

**Абстракт.** Статья посвящена изучению академического письма в высших учебных заведениях. В статье рассматриваются вопросы эволюции академического письма, история его становления и развития. Рассмотрены некоторые проблемы современного состояния академической письменности в нашей стране. В результате анализа были выявлены особенности академического письма и его значение в высших учебных заведениях.

**Ключевые слова:** академическое письмо, иностранный язык, научный стиль, особенности.

**Introduction.** Academic writing is a traditional form of competence that is relevant in a new way in the conditions of intensive development of information processes, international exchanges, and academic relations and is widely spread in the world educational and scientific community.

Currently, academic writing is the main language education for successful work, which allows you to read, understand, structure, and format your own scientific texts at the university.

Prototypes of academic writing have developed over the past five thousand years, from hieroglyphs on stone to letters on paper. The surviving written monuments contain information about astronomy and geometry, except for domestic boilers and religious writings. It is no secret that these sciences did not appear a hundred years ago, but existed in the ancient world.

Every civilization has left a written mark on history. Ancient Roman Latin became the language of various academic written materials. But over time, a combination of international communication

languages appeared. This is not surprising, because the world was constantly in the process of communication, and we had to find a common language and understanding.

**Discussion.** Overcoming deviations from the basic principles of rhetoric began in the United States, so the first associations and conferences related to rhetoric and essays, the method of teaching academic writing, the basic principles of the modern order, the principles of organizing writing centers, and the writing business were created. This is the reason for the dominance of American publishers of scientific literature, which is now becoming international, and the prestige of the first American higher education that recognizes academic writing as the central set of reading skills in any university program.

The beginning of modern academic writing originated in the 1930s under the name new criticism (new criticism) and required a radical revision of writing courses that are no longer related to literature.

More than 60 years of effective development of academic writing as a discipline have allowed us to create and explain the history of its creation as a new field of in-depth research, comprehension, scientific and methodological knowledge of a theoretical, philosophical, scientific, and methodological, pedagogical, and institutional nature. Today, academic writing is based on extensive literature and a scientific and theoretical basis. Writing centers operate all over the world, and leading universities are opening more educational programs for specialists in rhetoric and composition, including doctoral work (Ph.D.). The discipline of academic writing has formed and entered a phase of maturity.

Scientific and educational ties between different countries have been carried out through academic writing over the past few decades. Their principles are guided by the leading editors of the most qualified scientific publications in the world, therefore, in any science, everyone should master them in order to simplify the ways of moving up the career ladder.

English-speaking countries today play an important role in the development of the system of academic writing and its scientific and methodological basis. This is a new subject of education, but the problems that arise for our country are not new. Specialists from various fields, including linguists, philologists, semiologists, sociopsychologists, and even representatives of professions dealing with information technologies, took part in the development of scientific writing.

In our practice, there are some problems with the use of academic writing, since initially the traditions of academic writing were recognized in the second half of the twentieth century, in different socio-cultural circles, with different mental attitudes, methodological and didactic models. The history and patterns of academic writing are unknown to many teachers at our universities. In addition, it is impossible to widely use the practice of academic writing in the academic and socio-cultural environment, which will be enough for the internationalization of our science and education. It should be noted that at present there are some measures in terms of promoting methods and technologies for creating a scientific text in accordance with modern international requirements, but very local, internal, and non-systemic.

Some educational institutions have academic writing courses for undergraduates and postgraduates, advanced training courses for teachers, and teachers who recommend teachers write articles in journals indexed by foreign systems. But this is not a system, but a local service.

When writing any text within the framework of academic writing, it is necessary to take into account its features. Thus, a scientific text as the main academic model of writing should have a simple structure consisting of an introduction, the main chapter, and a traditional result.

The introductory part briefly reveals the topic and introduces the reader to the process of work.

In the main chapter, the author refers to scientific research on this issue and offers his vision of the problem under study.

As a result, conclusions are drawn, hopes are placed more on the topic under study, and assumptions are made.

When composing a sentence, using special terminology and professional abbreviations of terms, the author must understand what audience he is writing for. When reading the questions, the topic should be explained in detail and clearly.

Another important aspect is the clarity and accuracy of the formulations, as well as the absence of spatial representations that have no practical significance for the reader.

Of course, you must strictly follow the rules of grammar, punctuation, and spelling. This makes it easier to understand, and eliminates the distortion of the meaning and ambiguity of what was said.

It is recommended to use citations and refer to the works of other scientists in the study. This reflects the competence of the researcher and the breadth and completeness of his research. Referring to other studies, it is necessary to explain their essence so that the reader understands what is being discussed and for what purpose the author gave a specific example.

**Conclusion.** Finally, everyone should master scientific text and academic writing: students of higher educational institutions, graduate students, teachers, scientists, and researchers who publish scientific articles.

If they plan to publish their work in scientific journals, they will have the opportunity to receive a positive response from the editorial board. This is facilitated by a resume prepared in accordance with academic spelling rules.

### References

1. Ostrovskaya E. S. Academic Writing: The concept and practice of academic writing in English // Higher education in Russia / E. S. Ostrovskaya, O. V. Vyshegorodtseva. – 2013.
2. Academic writing, Khasyanova D. Z., Gaou V MSPU, Moscow, Issue: no. 3(19) Research of young scientists' section: philological sciences published: April 28, 2020.
3. Booth, Yu. E. B93 Academic writing for historians [Text]: a textbook for students studying under the master's program in the direction of training 46.04.01 "History" / Yu. E. Booth. - Yekaterinburg: Publishing Department of USPU, 2019. - 224 p.

The material was received by the editorial office on 03.11.2022.



DOI 10.53364/24138614\_2022\_27\_4\_49

УДК: 519.6

<sup>1</sup>Оспанов Е.А\*., <sup>2</sup>Айтқазина Д.<sup>1</sup> Семипалатинский университет им. Шакарима<sup>2</sup> Восточно-Казахстанский технический университет имени Д. Серикбаева,  
г. Усть-Каменогорск, Казахстан.\*E-mail: [78oea@mail.ru](mailto:78oea@mail.ru)

## СВЯЗЬ ВИДИМЫМ СВЕТОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВОЙ КАМЕРЫ И СВЕТОДИОДНОГО ФОНАРИКА

### ЦИФРЛЫҚ КАМЕРА ЖӘНЕ ЖЕДЕЛДІК ШАРАМДЫ ПАЙДАЛАНАТЫН КӨРІНЕТІН ЖАРЫҚТЫҢ БАЙЛАНЫСЫ

#### VISIBLE LIGHT COMMUNICATION USING A DIGITAL CAMERA AND LED FLASHLIGHT

**Аннотация.** В этой статье представлен подход к оптической связи с помощью видимого света с использованием фокусируемого светодиодного фонарика в качестве передающего устройства и цифровой камеры в качестве приемника. Одним из нововведений подхода является то, что конструкция может интегрировать стандартные компоненты источника света и камеры и предназначена для работы в помещении при типичных условиях освещения, т. е. при верхнем освещении и окружающем дневном свете. Сигнал связи передается в виде последовательности значений (1,0), которые включают/выключают источник света. Камера получает сигнал, наблюдая за наличием/отсутствием спроецированного светового пятна на промежуточной поверхности и преобразовывая его обратно в двоичный сигнал (1,0). Подход применяет методы обработки изображений для вычисления полученного сигнала из записанного изображения с камеры.

**Ключевые слова:** Li-Fi, Связь в видимом свете (VLC), изображение, распознавание, светодиод, фонарик, Raspberry Pi, цифровая камера.

**Андатпа.** Бұл мақалада таратқыш ретінде фокусталатын жарықдиодты шамды және қабылдағыш ретінде сандық камераны қолданатын көрінетін жарықты қолданатын оптикалық байланыс тәсілін ұсынады. Әдістің жаңашылдықтарының бірі дизайн стандартты жарық көзі мен камера құрамдастарын біріктіре алады және типтік жарықтандыру жағдайында, яғни үстіңгі жарық пен күндізгі жарықта үй ішінде жұмыс істеуге арналған. Байланыс сигналы жарық көзін қосатын/өшіретін мәндер тізбегі (1,0) ретінде беріледі. Камера сигналды аралық бетінде жобаланған жарық дағының болуын/жоқтығын бақылап, оны қайтадан екілік сигналға (1,0) түрлендіру арқылы қабылдайды. Тәсіл камерада жазылған кескіннен алынған сигналды есептеу үшін кескінді өңдеу әдістерін қолданады.

**Түйін сөздер:** Li-Fi, Visible Light Communication (VLC), сурет, тану, жарық диодты, фонарь, Raspberry Pi, сандық камера.

**Annotation.** This article presents an approach to optical communication using visible light using a focusable LED flashlight as a transmitter and a digital camera as a receiver. One of the innovations of the approach is that the design can integrate standard light source and camera components and is designed to work indoors under typical lighting conditions, i.e. overhead lighting and ambient daylight. The communication signal is transmitted as a sequence of values (1,0) that turn the light source on/off. The camera receives the signal by observing the presence/absence of a projected light spot on the intermediate surface and converting it back to a binary signal (1,0). The

approach applies image processing techniques to calculate the received signal from the recorded image from the camera.

**Keywords:** Li-Fi, Visible Light Communication (VLC), image, recognition, LED, flashlight, Raspberry Pi, digital camera.

**Введение.** Передача информации с помощью света — это концепция, которая существовала с древних времен, когда сигнальные огни передавали важные новости на большие расстояния. Современные приложения включают телевизионные пульта дистанционного управления, которые используют инфракрасный (ИК) свет для передачи команд на телевизор. Связь в видимом свете (VLC) является менее широко используемой формой связи, которая требует, чтобы частоты связи находились в спектре видимого света (длина волны 390–700 нм). Методы VLC менее распространены, поскольку передаваемые сигналы видны людям, что может неблагоприятно повлиять на окружающую среду. Обычная фраза для VLC — Li-Fi (light-fidelity) после популярного метода связи Wi-Fi (wireless fidelity). Поскольку все больше и больше устройств используют радиоволны для связи, радиоспектр становится перегруженным, поскольку каждый класс беспроводных устройств стремится использовать исключительно часть беспроводного спектра. В народе это называют «крахом спектра». Обычно видимый свет не считается жизнеспособной частью спектра связи. VLC меняет это представление. VLC особенно полезен, поскольку системы освещения имеют много общих характеристик, необходимых для систем связи, т. е. регулярное распределение мест передачи/приема. По этой причине их интеграция с системами освещения зданий является естественной. Широкое распространение систем Li-Fi в зданиях может обеспечить новые методы управления умным зданием, а также связи, которые являются модульными, разработка высокораспределенных эффективными и надежными проверенных систем. В световом спектре также почти отсутствуют коммуникационные технологии. Следовательно, он обеспечивает больше частот, чем обычно доступно в радиочастотном спектре. Одним из важных преимуществ высокочастотных радиоволн, используемых в сигналах WiFi, является то, что их сигналы могут проходить сквозь твердые объекты, например стены, что невозможно для сигналов Li-Fi. Светоизлучающие диоды (СИД) обычно используются в качестве передатчиков для каналов связи VLC, поскольку светодиоды недороги и могут передавать данные с очень высокой скоростью. Светодиоды видимого света также широко доступны и недороги, что облегчает их интеграцию в существующие решения для освещения домов и коммерческих зданий. Для принимающей стороны канала связи было предложено несколько различных подходов. Некоторые методы предлагают использовать цифровую камеру для обнаружения света, а другие предлагают использовать фотодиод для обнаружения света. В этой статье предлагается использовать фокусируемый светодиодный фонарик в качестве передатчика и цифровую камеру в качестве приемника.

**Передатчик VLC. А. Оборудование.** Передатчик VLC состоит из следующих компонентов: (1) фокусируемого светодиодного фонарика, (2) микроконтроллера и (3) схемы управления освещением. При применении фокусируемый светодиодный фонарик настраивается так, чтобы светить на стену, за которой одновременно наблюдает веб-камера. Любая стандартная камера и светодиодный фонарик могут быть интегрированы в систему в качестве компонентов с небольшими изменениями, помимо выполнения соответствующих электрических соединений. Фонарик должен иметь возможность фокусировки, чтобы сила сигнала могла быть настроена на расстояние между источником света и промежуточным объектом. Это вносит значительный вклад в проблемы с сигнальным шумом из-за окружающего света и отражающих промежуточных поверхностей. Луч фонарика включается и выключается с заданной пользователем скоростью для передачи (1,0) бит соответственно. В качестве источника питания для фонарика можно использовать батарейки или внешний блок питания. В то время как любой микроконтроллер с достаточно быстрой синхронизацией

может управлять фонариком, в этой статье для управления сигналом фонарика используется оценочная плата Renesas RX62N.

В. Схема. Поскольку цифровой выход управления микроконтроллера, используемый для включения и выключения фонарика, рассчитан только на 3,3 В, а выбранный фонарь работает от 6 В (4 батарейки АА), для управления фонариком была введена дополнительная схема. В частности, MOSFET-транзистор с логическим уровнем IRF540 используется для переключения питания фонарика в соответствии с цифровым выходом микроконтроллера. На рис. 1 показана результирующая схема управления фонариком, которая соединяет цифровой выходной сигнал микроконтроллера с затвором полевого МОП-транзистора. Это позволяет микроконтроллеру включать фонарик, когда на цифровом выходе высокий уровень (+3,3 В), и выключать, когда на цифровом выходе низкий уровень (0V). Микроконтроллер включает в себя программное обеспечение, которое принимает сигнальные данные и генерирует последовательность сигналов включения/выключения для передачи данных в виде последовательности двоичных цифр.

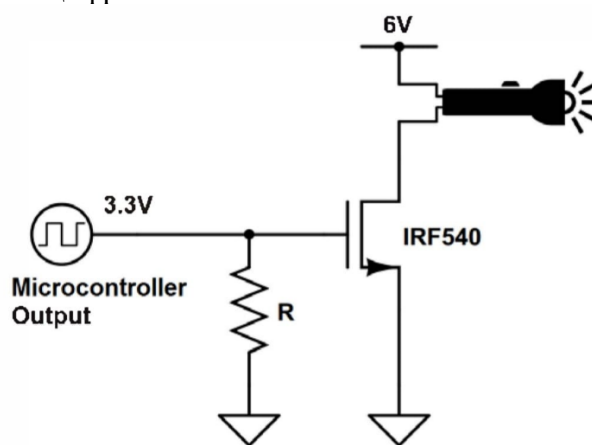


Рисунок 1. Принципиальная схема передатчика.

**VLC приемник.** А. Оборудование. Приемник VLC состоит из следующих компонентов: (1) коммерческой веб-камеры и (2) микрокомпьютера. Программное обеспечение микрокомпьютера использует общие методы интерфейса веб-камеры, чтобы сделать эту систему VLC применим в качестве приемника для обычных цифровых камер. Камера расположена так, чтобы наблюдать за пятном, генерируемым передающим фонариком на промежуточной стене. ПК или микроконтроллер записывает изображения с камеры и обрабатывает эти изображения для обнаружения передаваемого сообщения видимого света.

Микрокомпьютер непрерывно захватывает изображения с камеры. Каждое изображение анализируется с использованием методов обработки изображений для определения значения передаваемого сигнала VLC. По соглашению мы назначаем логическую единицу, чтобы соответствовать включению фонарика, и логический ноль, когда фонарик выключен. Камера захватывает изображения промежуточного объекта и применяет следующие этапы обработки для определения значения: (1) преобразование изображения в оттенки серого, (2) применение бинарного порога, (3) контуры *find* в бинарном изображении и (4) установить минимальную охватывающую окружность вокруг обнаруженных контуров. Эти этапы обработки значительно помогают в надежном обнаружении сигнала фонарика, несмотря на наличие другого источника света или окружающего освещения, которые могут освещать интересующую поверхность. Этот процесс позволяет передавать данные сигнала на основе радиусов кругов. На рис. 2 этот процесс показан графически. В последующих параграфах этот процесс будет рассмотрен более подробно.



а)

б)

с)

**Рисунок 2.** Изображение на каждом этапе алгоритма. (а) Исходное изображение, снятое с камеры. (б) Изображение после пороговой обработки и размытия. (с) Окружность, подогнанная под обнаруженные контуры.

В. Алгоритм. Для этого подхода цветные изображения не нужны, поэтому, если используется датчик цветного изображения, захваченное изображение должно быть преобразовано в оттенки серого. Использование изображений в градациях серого, в отличие от цветных изображений, позволяет быстрее и эффективнее манипулировать изображениями, поскольку требуется доступ к меньшему количеству точек данных. Изображения в градациях серого используют только один канал интенсивности пикселей, тогда как цветные изображения используют три канала: красный, зеленый и синий (RGB).

В изображении в градациях серого каждый пиксель представлен значением интенсивности от 0 до 255. Из-за вышеупомянутой фокусировки луч фонарика, вероятно, отвечает за создание самых ярких пикселей в записанном изображении. Это позволяет выполнять первоначальную фильтрацию пикселей-кандидатов сигнала на основе предполагаемой высокой интенсивности. Этот фильтр реализуется путем применения двоичного порога к изображению, которое извлекает пиксели-кандидаты фонарика в качестве переднего плана изображения и отбрасывает оставшиеся пиксели изображения. Метод, используемый для применения двоичного порога, показан в уравнении (1), где  $I_{current}$  — текущая измеренная интенсивность пикселей от 0 до 255,  $I_{low}$  — наименьшая измеренная интенсивность пикселей фонарика, а  $I_{new}$  — новая интенсивность пикселей, присвоенное текущему пикселю.

Операция размытия изображения также применяется к изображению для удаления зашумленных обнаружений пикселей, расположенных вблизи краев светового круга. Результирующее обработанное изображение обычно включает плавную дугу окружности, которая исходит от передатчика фонарика, как показано на рис. 2б.

$$I_{new} = \begin{cases} 255 & \text{if } I_{current} \geq I_{low} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

Как показано на рис. 2б, результирующее изображение обычно черное с большим белым кругом (или частью круга) внутри него. Нахождение контуров этого изображения дает нам дугу окружности, как на рис. 2с. Затем мы подгоняем наименьший возможный круг, который охватывает все обнаруженные краевые пиксели, чтобы аппроксимировать проекцию переданного луча фонарика. При наличии других источников света расчетный радиус луча можно использовать для фильтрации ложных кругов. Этап пороговой обработки также служит для устранения шума от источников света низкой интенсивности, таких как окружающий свет, дневной свет и удаленное верхнее освещение. Подход с подгонкой по кругу имеет особое значение для надежного обнаружения при наличии зеркальных отражающих поверхностей. Здесь метод проверки на основе радиуса проверяет круг, имеющий размер, наиболее близкий к ожидаемому радиусу луча фонарика. Это отклоняет ложно обнаруженные круги от отражающих поверхностей. Как побочный продукт, этот шаг также является ключевым для проверки наличия сигнала фонарика на записанном изображении, когда отражающие поверхности отбрасывают круглые световые узоры в поле зрения приемника. Если радиус обнаруженного круга подобен ожидаемому радиусу луча фонарика, переданный бит является

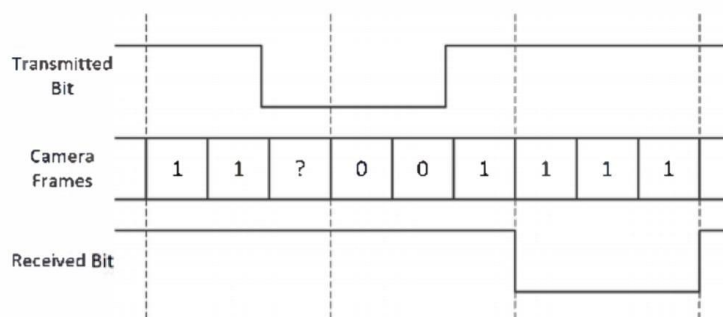
логической единицей. Логический ноль передается, когда на записываемом изображении не обнаружен луч сигнального фонарика (круги вообще не обнаружены). Как утверждает теорема дискретизации Найквиста [10], частота дискретизации приемника должна быть в два раза больше частоты бита передаваемого сигнала. В этом конкретном приложении ограничивающим фактором скорости передачи является частота кадров камеры; указывается в кадрах в секунду (FPS). Следовательно, самая быстрая скорость, с которой могут быть получены данные, составляет половину скорости камеры. Так как видеокамера и передатчик фонарика работают асинхронно, каждое записанное изображение необходимо проверять на наличие сигнала. Если частота дискретизации составляет половину FPS, то каждое проверяемое изображение должно иметь точное обнаружение для правильного воспроизведения передаваемых данных. Тем не менее, практические ситуации диктуют наличие шума, а асинхронный характер канала способствует созданию ошибок при этой теоретической максимальной скорости.

Следовательно, для надежной линии связи скорость передачи данных снижается, чтобы обеспечить три или четыре выборки каждого передаваемого бита. Это дает более точные результаты за счет скорости передачи. Временная когерентность изображений также влияет на скорость передачи данных в системе, поскольку каждое изображение представляет собой короткий временной интеграл наблюдаемой картины интенсивности света. Из-за этого, если изображение получено во время, которое почти совпадает с переходом от единицы к нулю, результирующая выборка может привести к необнаружению, т. е. сигнал не будет обнаружен. В таких обстоятельствах может потребоваться два кадра для надежного обнаружения одного переданного бита. Временная когерентность использовалась для оценки значений битов данных, когда значения пересекали несколько кадров. Мера когерентности оценивает переданный бит, просматривая количество нулей, предполагаемых  $n_{zeros}$  и сравнение логических этого с общим количеством принятых кадров для бита,  $n$  кадров, как показано в уравнении (2).

$$Received\ Bit = \begin{cases} 0 & \text{if } n_{zeros} \geq \frac{2}{3} n_{frames} \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

Эта временная диаграмма на рис. 3 иллюстрирует неопределенность, создаваемую неудачной относительной синхронизацией для передачи битов по линии связи. Система VLC была впервые реализована с использованием цифровой камеры Point Grey Scorpion SCOR-20S0. Частота кадров этой камеры составляет 15 кадров в секунду, что означает, что максимальная скорость передачи для этой конкретной камеры составляет 7,5 бит в секунду (бит/с). Фактическая используемая скорость передачи должна быть фиксированным значением, определяемым при настройке. Аппаратное обеспечение, используемое для передатчика, такое же, как указано в Разделе III. Описанный алгоритм был протестирован путем отправки нескольких различных типов сообщений со скоростью 1 бит/с, 3 бит/с и 5 бит/с. В этих условиях испытаний система связи с видимым светом работала правильно на всех этих скоростях передачи с нулевыми ошибками. При тестировании на скорости 7,5 бит/с частота ошибок в полученных сообщениях составила 50 %, что может быть связано с несинхронизацией синхронизации приемника и передатчика, как упоминалось в Разделе IV, В.



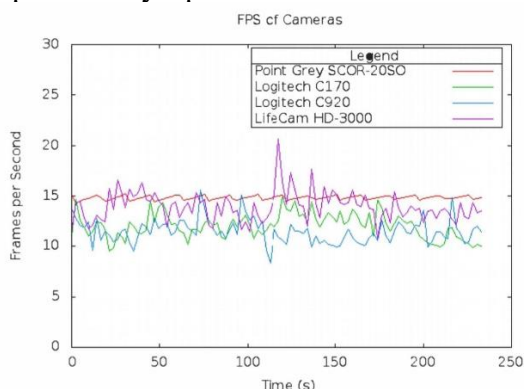


**Рисунок 3.** Временная диаграмма для системы VLC.

После озвучивания базовой конструкции приемника с помощью ПК и камеры высокого разрешения система была затем реализована во встроенной системе. Встроенная система состояла из микроконтроллера для алгоритма обработки изображений и недорогой веб-камеры USB в качестве приемника.

В качестве микроконтроллера использовался Raspberry Pi Model B. Модель Raspberry Pi Model B имеет 512 МБ ОЗУ, 2 порта USB и порт Ethernet. Он имеет систему Broadcom BCM2835 на чипе, которая включает в себя процессор ARM1176JZF-S 700 МГц, графический процессор Video Core IV и внешнюю SDкартуна 4 Гб. Графический процессор способен воспроизводить качество Blu-ray с использованием H.264 со скоростью 40 Мбит / с и использовался во многих проектах, включая систему монитора с сенсорным экраном на основе Bluetooth [11]. Микроконтроллер запускает версию Debian Linux под названием Raspbian. Raspberry Pi был выбран потому, что его вычислительные ресурсы могут легко обрабатывать изображения, требуемые этим алгоритмом, в режиме реального времени.

Тестирование системы с Raspberry Pi и веб-камерой USB подтвердило, что процессор способен обеспечить вычислительную производительность, необходимую для системы. Однако было обнаружено, что обычные имеющиеся в продаже веб-камеры USB не являются надежными приемниками для этого приложения. Среди протестированных веб-камер USB были Logitech C170, Microsoft LifeCam HD-3000 и Logitech C920. Logitech 920 был выбран в качестве более дорогого тестового варианта с предположением, что базовое оборудование камеры будет более надежным. Все протестированные вебкамеры USB работали с разной частотой кадров, что делает необходимую синхронизацию при таком подходе недостижимой. Скорость передачи данных, измеренная для каждой камеры, показана на рис. 4, при этом Point Gray SCOR 20S0 является контрольным устройством с постоянными 15 кадрами в секунду.



**Рисунок 4.** Измеренная частота кадров камеры в зависимости от времени.

Во всех тестах расстояние от передатчика и приемника до стены составляло 11 футов. Это расстояние представляет собой расстояние от пола до потолка в типичных офисных зданиях. На высоте 11 футов минимальный угол луча фонарика, при котором работает эта

система, составляет 14,7 градуса и излучает 833 люкса. Максимальный угол луча на этом расстоянии составляет 17,7 градусов и излучает 367 люкс. На рис. 5 показаны минимальный и максимальный углы работы фонарика на расстоянии 11 футов от стены. Тест проводился в помещении со средней внешней освещенностью 128 люкс.

Это было измерено в течение дня при рассеянном дневном свете, попадающем в окна (свет из окон не попадал непосредственно на яркомер) и при включенном люминесцентном освещении помещения. В тестовые случаи был добавлен еще один фонарик, чтобы посмотреть, какое влияние он окажет на систему. Используемый для этого фонарик имел яркость 140 люкс и не влиял на работу системы.

**Заключение.** Использование камеры с более высокой максимальной частотой кадров может обеспечить более высокую скорость передачи. Однако наиболее важным фактором при выборе камеры для этой системы является ее согласованность. Для этой конструкции требуется камера с постоянной частотой кадров из-за времени, необходимого для связи.

Этот подход должен иметь возможность соответствующим образом масштабироваться до более высокой частоты кадров. Максимальный FPS камеры, вероятно, является ограничивающим фактором при определении скорости передачи. Однако, предполагая, что вы используете камеру с произвольно высоким максимальным FPS, будет момент, когда светодиод будет включаться и выключаться так быстро, что он никогда не выключится полностью, а вместо этого будет только тускнеть. Эта точка будет другим возможным ограничивающим фактором скорости передачи. Другим важным фактором, влияющим на работу этой системы, является окружающее освещение помещения. В слишком светлой комнате такой дизайн не подойдет. Эта конструкция требует, чтобы интенсивность окружающего освещения в помещении была значительно ниже интенсивности излучаемого передатчиком света, а приемник не должен быть направлен на какие-либо поверхности с высокой отражающей способностью.

#### Список литературы:

1. Зеленый, Дж.; Придмор, Т.; Бенфорд, С.; Гали, А., «Расположение и распознавание проекций фонарика для визуальных интерфейсов», Распознавание образов, 2004 г. ICPR 2004. Материалы 17-й международной конференции, том 4, стр. 949,952, 23-26 августа 2004 г.
2. Гали, Ахмед и др. «Визуально отслеживаемые фонарики как устройства взаимодействия». Труды iNTERACT. 2003.
3. Гали, Ахмед и др. «Опосредованное зрением взаимодействие с Ноттингемскими пещерами». Труды SPIE. Том. 5022. 2003.
4. Грин, Джонатан и др. «Кемпинг в цифровой пустыне: палатки и фонарики как интерфейсы к виртуальным мирам». Расширенные рефераты CHr02 о человеческом факторе в вычислительных системах. АКМ, 2002.
5. Лин, К. И. Х. и К. Хирохаши. «Высокоскоростная полнодуплексная система множественного доступа для беспроводной связи на основе светодиодов с использованием видимого света». Материалы международного симпозиума по оптической инженерии и фотонной технологии (ОЕРТ). 2009.
6. Лангер, Клаус-Дитер и 1. Вучич. «Оптические беспроводные внутренние сети: последние усилия по внедрению». Оптическая связь (ЕСОС), 2010 36-я Европейская конференция и выставка по. ИИЭР, 2010.
7. Хоа Ле-Минь; О'Брайен, Д.; Фолкнер, Г.; Любин Зенг; Кьюнгу Ли; Дэкванг Юнг; Юндже О; Ын Тэ Вон, «Связь видимого света в 100 Мбит/с в режиме NRZ с использованием посткорректированного белого светодиода», Photonics Technology Letters, iEEE , т. 1.21, № 1 5, стр. 1 063, 1 065, 1 августа 2009 г.
8. Мураи Р.; Сакаи, Т.; Кавано, Х .; Мацукава, Ю.; Китано, Ю.; Хонда, Ю.; Кэмпбелл, КС, «Новая система связи с видимым светом для улучшенного управления автономными роботами-доставщиками в больнице», System Integration (SII), Международный симпозиум

IEEEISICE 2012 г., стр. S\O, SI6, 16–18 декабря 2012 г.

9. Руст, IC; Асада, Х. Х., «Двойной подход к интегрированной связи и локализации подводных роботов в видимом свете с применением к неразрушающему контролю ядерных реакторов», Робототехника и автоматизация (ICRA), Международная конференция IEEE, 2012 г., стр. 2445, 2450, 14–18 мая 2012 г.

10. Ольсхаузен, Бруно А. «Псевдоним». PSC 129-сенсорные процессы (2000): 3-4.

11. Сундарам, С.Г. и др., «Связь Bluetooth с использованием интерфейса сенсорного экрана с Raspberry Pi», SoutheastCon, Материалы конференции IEEE 2013 г., 4–7 апреля 2013 г.

### References

1. Zeleny. Dj.; Prídmor, T.; Benford, S.; Galí, A., «Raspolojenie i raspoznavanie proektsii fonarika dlia vizýalnyh interfeisov», Raspoznavanie obrazov, 2004 g. ICPR 2004. Materialy 17-i mejdýnarodnoi konferentsii, tom 4, str. 949,952, 23-26 avgýsta 2004.

2. Galí, Ahmed i dr. «Vizýalno otslejivaemye fonariki kak ýstroistva vzaimodeistviiia». Trýdy INTERACT. 2003.

3. Galí, Ahmed i dr. «Oposredovannoe zreniem vzaimodeistvie s Nottinghamskimi peerami». Trýdy SPIE. Tom. 5022. 2003.

4. Grin, Djonatan i dr. «Kemping v tsifrovoi pýstýne: palatki i fonariki kak interfeisy k virtýalnym miram». Rasshirennye referaty CHR02 o chelovecheskom faktore v vychislitelnyh sistemah. AKM, 2002.

5. Lin, K. I. X. i K. Hirohashi. «Vysokoskorostnaia polnodýpleksnaia sistema mnojestvennogo dostýpa dlia besprovodnoi sviazi na osnove svetodiodov s ispolzovaniem vidimogo sveta». Materialy mejdýnarodnogo simpoziuma po opticheskoj injenerii i fotonnoi tehnologii (OEPT). 2009.

6. Langer, Klaýs-Diter i I. Výchich. «Opticheskie besprovodnye vnýtrennie seti: poslednie ýsilia po vnedreniiý». Opticheskaiia sviaz (ECOC), 2010 36-ia Evropeiskaiia konferentsiia i vystavka po. IIER, 2010.

7. Hoa Le-Min; O'Braien, D.; Folkner, G.; Liýbin Zeng; Kíyngý L1; Dekvang Lýng; Lýndje O; Yn Te Von, «Sviaz vidimogo sveta v 100 Mbit/s v rejime NRZ s ispolzovaniem postkorrektirovannogo belogo svetodioda», Photonics Technology Lellers, IEEE , t. 1.21, № I 5, str. 1 063, I 065, 1 avgýsta 2009.

8. Mýrai R.; Sakai, T.; Kavano, H .; Matsýkava, Iý.; Kitano, Iý.; Honda, Iý.; Kempbell, KC, «Novaia sistema sviazi s vidimym svetom dlia ýlýchshennogo ýpravleniia avtonomnymi robotami-dostavikami v bolnitse», System Integration (SII), Mejdýnarodnyi simpozium IEEEISICE 2012., str. S\O, SI6, 16–18 dekabria 2012.

9. Rýst, IC; Асада, Н. Н., «Dvoimoi podhod k integrirrovannoi sviazi i lokalizatsii podvodnyh robotov v vidimom svete s primeneniem k nerazrýshaiýmý kontrolíy iadernyh reaktorov», Robototehnika i avtomatizatsiia (ICRA), Mejdýnarodnaia konferentsiia IEEE, 2012., str. 2445, 2450, 14–18 maia 2012.

10. Olshaýzen, Brýno A. «Psevdonim». PSC 129-sensornye protsessy (2000): 3-4.

11. Sýndaram, S.G. i dr., «Sviaz Bluetooth s ispolzovaniem interfeisa sensorного ekrana s Raspberry Pi», SoutheastCon, Materialy konferentsii IEEE 2013., 4–7 apreliia 2013.

Материал поступил в редакцию 3.11.2022 г.



DOI 10.53364/24138614\_2022\_27\_4\_57  
ӘОЖ 821.512.122.0: 94

**Батырбаева М.А.**

Азаматтық авиация академиясы, Алматы қ., ҚР.

E-mail: [meru777@inbox.ru](mailto:meru777@inbox.ru)

**1929-1933 ЖЫЛДАРДАҒЫ ҚАЗАҚ ХАЛҚЫНЫҢ ҚАСІРЕТІ**  
**ТРАГЕДИЯ КАЗАХСКОГО НАРОДА В 1929-1933 ГОДАХ**  
**THE TRAGEDY OF THE KAZAKH PEOPLE IN 1929-1933**

**Аңдатпа.** Аталмыш мақалада қазақ халқының басына түскен нәубет жылдары, бөліп ал да билей бер саясаты, әкімшіл-әміршіл жүйенің, тоталитарлық режимнің салдарынан туындаған аштық, қуғын-сүргін, халықты қудалау, себепсіз жазғырудың жолдары мен салдары туралы айтылады. Халық наразылықтары мен ұлт зиялылары мен ұлт жанашырларының жан айқайлары т.с.с. мәселелер қозғалады. Күштеп ұжымдастырудың, репрессияның халық тағдырына әкелген зардабы туралы сөз қозғалады.

**Түйін сөздер:** қуғын-сүргін, аштық, геноцид, этноцид, халық санағы, интеллигенция.

**Аннотация.** В этой статье рассказывается о трагедии казахского народа в 20-30-х годах XX века, о репрессивных мероприятиях, раскулачивании, гонении народа. Последствия политики «разделяй и властвуй». Протесты и недовольство простого народа. Говорится о влиянии насильственной коллективизации и репрессии на судьбы людей. Борьба казахской интеллигенции других ученых за целостность государства и др.

**Ключевые слова:** репрессия, голод, геноцид, этноцид, перепись населения, интеллигенция.

**Annotation.** This article tells about the tragedy of the Kazakh people in the 20-30s of the twentieth century, about repressive measures, dispossession, persecution of the people. Consequences of the "divide and rule" policy. Protests and discontent of the common people. It is said about the impact of forced collectivization and repression on the fate of people. The struggle of the Kazakh intelligentsia of other scientists for the integrity of the state, etc.

**Keywords:** repression, famine, genocide, ethnocide, population census, intelligentsia.

Әкімшіл-әміршіл жүйенің қылышынан қан тамып тұрған шағында, коммунистік идеологияның үстем еткен КСРО кезеңінде ашаршылық, репрессия, қудалау т.с.с. тақырыптар мүлдем зерттелмеді болмаса зерттеуге тыйым салынды десек те болады. Мұндай ақтаңдақтар кешегі XX ғасырдың соңғы ширектерінде ашыла бастады. Манаш Қозыбаев бастаған Кеңес Нұрпейісов, Мәліқайдар Асылбеков, Мақаш Тәтімов, Мәмбет Қойгелді, Талас Омарбеков, Жұлдыз Абылғожин, Қайдар Алдажұманов, Бүркітбай Аяған, Хангелді Әбжанов сынды ғалымдардың ғылыми-зерттеу жұмыстары тарих ғылымын қайта қарастырып, жана тың жолды болашақ тарих үшін салып берді.

Отандық тарихты зерттеудегі өзекті мәселелерді қарастыру барысында деректерді, құжат материалдарын қолдану, тарихымыздың «Ақтаңдақтарын» (Белые пятна) зерттеуде алатын орны ерекше. Солардың ішінде ерекше атап өтетін кезең, тарихымызда үлкен трагедия, зобалаң алып келген – Қазақстандағы ұжымдастыру жылдары. Бұл кезеңдегі басты назар аударатын жәйт бұл – күштеп отырықшыландыру, көшпелі халықты тіршілік көзінен айыру,

«Бөліп ал да билей бер» принципі салдарының қандай болғанын тарихтан жақсы білеміз, ол – жаппай аштық, «геноцид», халықты қолдан қыру.

1992 жылы қыркүйек-қазан айларында өткен Дүниежүзі қазақтарының құрылтайында қазақ диаспорасы күштеп ұжымдастыруды, большевистік саясатты, жаппай репрессия саясатын қатаң түрде сынаған болатын.

Сол кезде Түркиядан келген қазақ диаспорасының ақсақалы Халифа Алтай, бұл қасіретті кезеңді – «қызыл табан шұбырынды» деп баға берген болатын [1].

Атап айтатын жайт, XX ғасырдың 20-30жылдары қазақ жерінде болған трагедия кейбір ғалымдардың пікірінше – «Голощекиндік геноцид», немесе «этноцид» деп атауға келеді [2].

Ұжымдастыру саясатының нәтижесінде негізінен қазақ халқының қырылғанын ескерсек, большевиктердің бұл саясатын «қазақцид» деп те атауға болады [3]. Басқа да ұлт өкілдері зардап шекті, алайда көшпелі және жартылай көшпелі қазақ шаруаларына жасалған қастандықты басқаша атау мүмкін емес. Атап айтсақ, 1930-33 жылдары қазақ жерінде аштықтан 49% қазақтар, 11% украиндықтар (Қазақстандық тұрғындар), 6% орыстар, 8% өзбек ұлты, 13% ұйғырлар, 10% татарлар, 11% немістер, 12% мордавандар, 10% белорус, 25% қырғыз, 10% дүнгендер қайтыс болған [4]. Мұндай қорқынышты мәліметтер тек қазақ халқы ғана емес, басқа да ұлт өкілдерінің қырылғанын көрсетеді. Алайда, халқының жартысы (49%) қырылған трагедия адамзат тарихында жоқтың қасы.

Архив деректерінің көрсетуінше, 1930-33 жылдары халық санының 3 млн 379,5 мың адамға кемігендігін көреміз (негізінен қазақ халқы). 1926 жылы өткен Бүкілодақтық халық санағының мәліметінше қазақтардың 98,1 пайызы ауылды жерде тұрған.

1887, 1926, 1937, 1939 жылдарда өткізілген халық санақтарының мәліметтеріне сүйенетін болсақ, және де Қазақстан Республикасы Ұлттық қауіпсіздік комитетінің архивтерінен алынған ақпараттар бойынша күштеп ұжымдастыру жылдарында 80 мыңға жуық қазақ халқы сол кездегі КСРО территориясынан сырт асып көшіп кеткен [5]. Оның ішінде 7 мыңға жуығы көршілес Қытай еліне қоныс аударған. Сонымен қатар, бірнеше мың қазақ көрсетілген жылдары Ауғанстан және Иран жерлеріне Батыс Қазақстан өңірінен Түрікмения және Тәжікстан арқылы, сол жерлерге мәжбүрлі түрде қоныс аударған.

Күштеп ұжымдастыру, конфискациялау - тәркілеу жылдарында шаруаларға қатысты репрессия одан ары күшейді. Аталған кезеңдегі әлеуметтік-саяси іс-шаралар кезінде 165 мыңнан астам шаруалар репрессияға ұшыраған [6]. Осы аталған уақыттарда Кеңес үкіметі мен Коммунистік партияның әрбір шығарған заңдары мен үкім-бұйрықтары репрессияның жаңа толқынын туындатып, халықтың үрейін тудырып отырды.

Жазалаудың, қудалаудың өркендеп тұрған шағында түрлі айыптаулардың нәтижесінде талай жазықсыз жандар жазаланып, атылып, жер аударылып, концлагерьлерге қамалғаны белгілі. Тіпті ең сорақыларының бірі – аштықтан қырылған халық масақ тергені үшін де сотталып, концлагерьлерге жабылып, жер аударылып кеткендер болған. 1932 жылы 7 тамызда «Об охране имущества государственных предприятий и колхозов и коопераций и укреплении общественной социалистической собственности» деген заң шыққан болатын. Басқаша айтқанда, социалистік меншікті қорғау туралы қаулы. Сол заң бойынша масақ теріп, комбайн, тракторлардан қалған егіндерді жинаған үшін қылмыстық іс қозғалып, 10 жылға дейін сотталып, жер аударылған фактілер көптеп кездеседі. Және де өте қатты қынжылтатын тағы бір жайт, осы заңға байланысты ату жазасы болған, 1 жылдың ішінде Қазақстанда 33345 адам сотталған [7].

XX ғасырдың 20 – жылдарының аяғында елдің дамуы бағытында 2 бағыттың болғаны зерттеушілерге белгілі. Біріншісі – бухариндік топ (Н.И. Бухарин, А.Н. Рыков, М.И. Томский) экономикалық дамуда нарықтық механизмнің шешуші рөл атқаратындығын мойындаса, екіншісі – сталиншілдер: В.В. Кубышев, В.М.Молотов, А.А. Андреев, Л.М.Каганович, С.М.Киров, А.И. Микоян, Г.К. Орджоникидзе т.б. келе жатқан тоталитарлық режимнің жетекшілері.

Сталиншілдердің пайымдауынша, «жарқын болашақ» үшін, партиялық-мемлекеттік жүйенің сақталуы мен нығаюы үшін көптеген құрбандықтарға баруға болады және ол қажет.

Алғашқы бухариндік топты сол кездегі ірі экономисттер: Н.Д. Кондратьев, Н.П. Макаров, В.В. Новожилов, А.В. Чайнов, Л.Н. Юрьевский сияқты ғалымдар құрады.

Алаш ұлттық интеллигенциясы Ә.Бөкейханов, А.Байтұрсынов, А.Ермеков М.Дулатов т.б. ұлт жанашырлары бастаған топ Қазақстан жерін сақтауды, тәуелсіздік үшін күрескені тарихтан белгілі. Сонымен қатар, басқа да ұлттық қасіретке жаны ашыған, елдің амандығын ойлаған адамдар да болды. Олар ғалымдар, сол кездегі түрлі экспедициялардың мүшелері, түрлі жаламен елге айдалған «басқаша ойлайтындар», мемлекеттік басқару, ауыл шаруашылық салаларында еңбек еткен өкілдер де алашордашылардың пікірлерімен келісіп отырды. Олар: Швецов, Налимов, Вернер, Рыбников сынды т.б. профессорлар болды. Орталық Қазақстанды зерттеген экспедиция жетекшісі, профессор С.П.Швецов 1926 жылы былай деп жазған болатын: «Қазақстандағы көшпелі шаруашылықты жою, ол – тек дала мал шаруашылығының жойылуы ғана емес, қазақ шаруашылығының жойылуы, қазақ даласының құрғақ, адамы жоқ шөлге айналуы» - деген болатын [8].

1928 жылдың қаңтар айынан бастап-ақ саяси бюроның орталық комитеті бүкіл ел бойынша «шұғыл» әкімшілік-мәжбүрлеу іс-шараларын жүргізу туралы шешім қабылдап қана қоймай, бидай өнімдерін тәркілеуді де қатаң бақылауға алған болатын.

Сталинистер бас тартып, қарсы пікір білдіргендерден мемлекеттік баға бойынша нан өткізулерін талап етті. Осылайша құқық қорғау органдары орталықтың Мәскеудің нұсқауымен жабық циркуляциялық бұйрықтар арқылы сот жауапкершілігіне тартып, түрлі қылмыстық кодекстер арқылы тергей бастады. Олар шаруалардың барлық әлеуметтік топ өкілдерін қалағандарынша тергуге алды.

Сот органдарымен қатар, ОГПУге қарайтын «үштіктер» күштеп репрессиялаумен қатар, қаруланған коммунистік отрядтар елдің әбден берекесін кетірген. Казрайкомның құпия мәліметтеріне сүйенсек, тек 1929 жылдың 15 желтоқсанына дейін нан өндіру саласы бойынша 30800 адам қуғын-сүргінге ұшыраған. Ал 1928 жылдың 1 – қазанынан 1929 жылдың 1-желтоқсанына дейін 125 адам ату жазасына кесілген.

Күштеп ұжымдастыру, тәркілеу және мал-мүлкінен айыру жылдарында шаруаларға қатысты репрессия күшейгеннің үстіне күшейіп отырды. Жоғарыда аталған әлеуметтік-саяси кампания жылдарында республика бойынша қуғын-сүргінге ұшыраған шаруалар саны 165 мыңнан асып жығылған.

Әр түрлі жалалар, қудалаулардың тағы бір түрі – «Рысқұловщина», «Сәдуақасовщина», «Қожановщина» деген атаулармен бас көтерген, шындық айтқан, шырылдаған интеллигенцияны, ғалымдарды жазалап, атып, жер аударып отырған. Голощекин басқарған ұжымдастыру жылдарында 1931-1933 жылдары 40 млн бас малдан 4 млн басқа дейін кеміп кеткен. 36 млн бас жоқ. Бұл қалай болды десек, Қазақстан Солтүстік Кавказ, Орта Азия қалаларын, Сібір, Орталық Европа қалаларын етпен асыраған. 36 млн бастың 9 млнын ғана Қазақстан тұтынған да, қалған 27 млн бас мал ет болып жоғарыда аталған аймақтарға жөнелтіліп отырған.

Экспроприация және ұжымдастыру жылдарында ОГПУ Гулагтардың арнайы қоныс аударушыларынан 46091 отбасы немесе 180015 адам елден жер аударылып жіберілген [9]. Большевиктердің аяусыз күштеу, зорлық-зомбылық арқылы жүргізген әлеуметтік-саяси саясаты, халықты қуғын-сүргінге ұшыратуы, тек бай шаруалардың ғана емес, қарапайым шаруалардың да наразылығын тудырды. Басқаша болуы мүмкін емес еді, өйткені халық әбден ашынды, ашықты, тұтықты. Шаруалардың алғашқы толқулары 1929 жылдың күзінде Қарақалпақ автономдық облысындағы (ол кезде Қазақстан құрамына кіретін) Бостандық, Батпақ қара, Тақтакөпір аудандарында болды. Олардың артынан Созақ, Ырғыз аудандарында, Арал маңындағы Қарақұмда, Сарқанд, Өскемен, Зырянск, Арал, Балқаш, Қастек, Қордай,

Шыңғыстау, Шұбартау аудандарында, Адай жерлерінде шаруалардың толқулары болып өтті [10].

Ф.Голощекин ОГПУ мәліметтеріне сүйеніп жазған Сталинге жабық хатында (1931 желтоқсан) соңғы 2 жылда Қазақстанда 15 ірі бандиттік көтерілістер болды деген мәліметтер келтіреді (халық наразылығын солай атап көрсеткен). Ол толқуларға 34 мыңға жуық адам қатысқан.

1929-1931 жылдары ел территориясында 372 халық наразылықтары мен толқулары болған екен. Олар қызыл әскердің күштерімен аяусыз басылып-жаншылып отырған. Тек Созақ, Ырғыз, Сарқанд, Өскемен, Зырянск жерлеріндегі қақтығыстарда 1000 нан аса адам қазақ тапқан.

30-шы жылдардың басында аштан бұралған алғашқы босқындардың пайда болуы мен үдеп келе жатқан аштық күйзелістері жайында жер-жерден жекелеген азаматтар Мәскеуге, Алматыға жеделхаттар жөнелтті. Ф.Голощекиннің атына 1932 жылғы 4 шілдеде өлкекомның жауапты қызметкері Ғабит Мүсірепов, Қазмембапа меңгерушісі Мансұр Ғатаулин, Комвуз басшылары Мұташ Дәулет-ғалиев пен Емберген Алтынбеков, Госпланның сектор меңгерушісі Қадыр Қуанышев қол қойған «бесеудің хаты» түсті. Хатта ауыл шаруашылығындағы құлдырау деректері келтірілді (1930 жылғы 40 миллион бас малдан 1932 жылы 5 миллион ғана қалған еді). Қазақтар арасында аштан өлудің тым көбейіп кеткені және осынша мүшкіл халге «солшылдық» асыра сілтеулер мен Қазөлкекомның қате саясаты жеткізгені айтылды [11].

Жазушы Смағұл Елубай «Алматы ақшамы» газетіне берген сұхбатында жан түршіктіретін деректер келтіреді. «Маған бір оқиғаны марқұм Молдабай Әбдіров деген ақсақал айтып еді: «ҚазПИ-де студент едік. Институт залының президиумында Голощекин бастаған республика басшылары: «Бес жылдықтың жоспары керемет орындалды. Ура-ура! Жасасын, коммунистік партия!» деп айғай салып, ұрандатып отырды. Күн ыстық болғандықтан, залдың есігі ашық тұрған еді. Жиналысқа қатысып отырған студенттер ашық тұрған есіктің ар жағындағы жолда аштықтан бұралып, құлап жатқан қазақтарды көріп, жылап отырдық. Мыналар неткен көрсоқыр, қаныпезерлер еді», деп жылап отырдық» дегені есте. Міне, осы бір эпизодтың өзі Голощекин басқарған саясаттың қазаққа қарсы бағытталған қылмыстық, шовинистік сипатын көрсетеді. ... Тоболин деген комиссардың бір үлкен жиында: «Қазақ – көшпелі халық. Олардың тұрмыстық деңгейі социалистік құрылысқа келмейді. Сондықтан олардың жойылуы тарихи заңдылық», – деп ашықтан-ашық мәлімдеуі сол қылмыстық саясаттың көрінісі [12].

... ҚазПИ-дің алдында қазіргі Панфиловшылар саябағы тұр ғой. Сол саябақта болған бір оқиғаны Мәриям Хакімжанова апамыз өз естелігінде: «1932 жылы біз техникумның студентіміз. Түні бойы аштан өлген адамдар паркте, қала көшелерінде жиналып қалады. Таңғы алакеуімде студенттерді шығарады. Біз өліктерді арбаға тиіп алып, қаланың сыртындағы сайға апарып төгіп тастаймыз. Студенттердің күнделікті жұмысы осылайша қаланы аштан өлгендерден тазарту болды. Бір күні қыздар болып, өліктерді арбаға тиіп жүргенімізде паркте ағашқа арқасын сүйеп, тіп-тік бір ірі шал отырғанын көрдік. Басында тұмақ, үстінде белін буып алған тон. Өзі қимылсыз. Біз өліктерді жинап жүргендіктен, тірі отырған адамды көріп шошып кеттік. Жақындап келіп қарасақ, өліп қалыпты. Үңіле қарағанымызда, бір қолында қысып ұстаған домбырасы, екінші қолын кеудесіне қысып ұстаған екен, тонның ішкі жағынан кішкене нәрестенің басы қылтияды. Ол да өліп қалған. Яғни аштық меңдеген шал тік отырып өліп кеткен», – деп жазады. [13]

Қорыта келе шабындық және егістік жерді қайта бөлу, тәркілеу, азық-түлік салығы, күштеп отырықшыландыру мен ұжымдастыру барысындағы зорлық-зомбылықтардан көп азап шеккен ең алдымен қазақ халқы болды. Бар дүниесінен, мал-мүлкінен, құрал-саймандарынан, тіпті жертелесінен де айырылған қазақтар ашаршылыққа ұшырап, босқын күйге көшті. Бұл қазақ халқының тарихындағы ең нәубет, қасіретті кезеңдердің бірі болды. Голощекиндік геноцид тоталитарлық жүйенің Қазақстанға жасаған эксперименті іспеттес болды, нәтижесінде халық қырылып, босқынға ұшырап, жалпы ел экономикасына үлкен зарар

келген расымен де этноцидтік саясат болды. Коммунистік партияны Талас Омарбеков ағамыз айтпақшы қылмыстық партия десек те болады, өйткені олардың қазақ жұртына жасаған адам шошырлық саясаттары ешқандай ақтауға, түсіндіруге келмейді....

31 – мамыр Саяси қуғын-сүргін құрбандарын еске алу күні деп жарияланғалы қашан, бірақ, көптеген ғалым тарихшыларымыз, оның ішінде Талас Омарбеков ағамыз айтып кеткендей бұл күнді Ұлттық қасірет күні, саяси қуғын-сүргін мен ашаршылық құрбандарын еске алу күні деп жарияласа, ағамыз айтып өкендей ескерткіштер тек бір тас, тақта формасында ғана емес толық ансамбль ретінде орнатылса деген пікірімен толығымен келісер едім.

### Әдебиеттер тізімі

1. Дүниежүзі қазақтарының құрылтайы: құттықтаулар, баяндамалар, тілектер, өлең-жырлар. – Алматы: Атамұра – Қазақстан, 1993. – 37 –бет.
2. Қойгелдиев М., Омарбеков Т. Тарих тағылымы не дейді? // Ана тілі. – Алматы, 1993. – 106-123 бб.
3. Т. Омарбеков. Голодомор в Казахстане: причины, масштабы и итоги (1930-1933гг.) Хрестоматия. Алматы, «Қазақ университеті» 2011 5б.
4. Казахстанская правда. – 1992. – 22 декабря.
5. Қойгелдиев М., Омарбеков Т. Тарих тағылымы не дейді? 2016б.
6. Т. Омарбеков. Голодомор в Казахстане: причины, масштабы и итоги (1930-1933гг.) Хрестоматия. Алматы, «Қазақ университеті» 2011 12-20бб.
7. <https://turkystan.kz/article/61491-talas-omarbekov-b-kil-aza-bir-tamyrdan-tara-an/> кіру мерзімі: 29.09.2022.
8. Т. Омарбеков. Голодомор в Казахстане: причины, масштабы и итоги (1930-1933гг.) Хрестоматия. Алматы, «Қазақ университеті» 2011 12-20бб.
9. Казахстанская правда. – 1992. – 22 декабря.
10. Омарбеков Т. Зобалаң (күштеп ұжымдастыруға қарсы 1929-1931 жылдардағы халық наразылықтары, Алматы: Санат, 1994).
11. <https://egemen.kz/article/169568-asharshylyq-sebepteri-saldary> 22.09.2022.
12. <https://turkystan.kz/article/55764-aza-standa-y-asharshyly-s-rapyl-z-lmat-a-berilgen-sayasi-ba-a/> 30.09.2022.
13. <https://turkystan.kz/article/55764-azastanda-y-asharshyly-s-rapyl-z-lmat-a-berilgen-sayasi-ba-a/> 30.09.2022.

### References

1. Dūniejūzi qazaqtarynyñ qūryltaiy: qūttyqtaular, baiandamalar, tilekter, öleñ-jyrlar. – Almaty: Atamūra – Qazaqstan, 1993. – 37 –bet.
2. Qoigeldiev M., Omarbekov T. Tarih tağylymy ne deidi? // Ana tılı. – Almaty, 1993. – 106-123 bb.
3. T. Omarbekov. Golodomor v Kazahstane: prichiny, masštaby i itogi (1930-1933gg.) Hrestomatia. Almaty, «Qazaq universiteti» 2011 5b.
4. Kazahstanskaia pravda. – 1992. – 22 dekabrä.
5. Qoigeldiev M., Omarbekov T. Tarih tağylymy ne deidi? 201bb.
6. T. Omarbekov. Golodomor v Kazahstane: prichiny, masštaby i itogi (1930-1933gg.) Hrestomatia. Almaty, «Qazaq universiteti» 2011 12-20bb.
7. <https://turkystan.kz/article/61491-talas-omarbekov-b-kil-aza-bir-tamyrdan-tara-an/> kırı merzımı: 29.09.2022.
8. T. Omarbekov. Golodomor v Kazahstane: prichiny, masštaby i itogi (1930-1933gg.) Hrestomatia. Almaty, «Qazaq universiteti» 2011 12-20bb.
9. Kazahstanskaia pravda. – 1992. – 22 dekabrä.
10. Omarbekov T. Zobalañ (küštep űjymdastyruğa qarsy 1929-1931 jyldardağy halyq narazylyqtary, Almaty: Sanat, 1994).

11. <https://egemen.kz/article/169568-asharshylyq-sebepteri-saldary> 22.09.2022.
12. <https://turkystan.kz/article/55764-aza-standa-y-asharshyly-s-rapyl-z-lmat-a-berilgen-sayasi-ba-a/> 30.09.2022.
13. <https://turkystan.kz/article/55764-azastanda-y-asharshyly-s-rapyl-z-lmat-a-berilgen-sayasi-ba-a/> 30.09.2022.

Материал 03.11.22 баспаға түсті.

DOI 10.53364/24138614\_2022\_27\_4\_63  
УДК: 519.6

<sup>1</sup>Адиқанова С\*, <sup>2</sup>Маратбекова Ш.

<sup>1</sup>Восточно-Казахстанский университет им.С.Аманжолова

<sup>2</sup>Восточно-Казахстанский технический университет имени Д. Серикбаева,  
г. Усть-Каменогорск, Казахстан.

\*E-mail: [madina\\_vkgtu@mail.ru](mailto:madina_vkgtu@mail.ru)

## ОДНОФОТОННЫЙ ЛАВИННЫЙ ДИОД (SPAD) VLC СИСТЕМА И ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ВНУТРИСКВАЖИННОГО МОНИТОРИНГА

### БІР ФОТОНДЫ КӨШКІН ДИОДЫ (SPAD) VLC МОНИТОРИНГ ЖҮЙЕСІ ЖӘНЕ ОНЫҢ ҚОСЫМШАСЫ

### SINGLE-PHOTON AVALANCHE DIODE (SPAD) VLC SYSTEM AND APP FOR DOWNHOLE MONITORING

**Аннотация.** В данной работе впервые показано, что проблема непрерывного внутрискважинного мониторинга в нефтегазовой отрасли эффективно решается за счет использования связи в видимом свете (VLC). Будучи надежным, гибким и недорогим методом, VLC может удовлетворить критическую потребность операторов в поддержании эффективности добычи и оптимизации работы газовых скважин. Предлагаемая система VLC использует передатчик на светоизлучающих диодах (LED) и высокочувствительный приемник с обнаружением одиночных фотонов, называемый однофотонным лавинным диодом (SPAD). Последнее играет важную роль в обеспечении связи на большие расстояния, и используется тот факт, что в газовой трубе нет окружающего света.

В частности, отсутствие окружающего света обеспечивает высокое отношение сигнал/шум (SNR) в приемнике, который работает в режиме счета фотонов. В этом исследовании производительность системы по коэффициенту битовых ошибок (BER) моделируется для металлической трубы длиной 4 км. Показано, что предлагаемая система имеет более высокую энергоэффективность по сравнению с традиционными методами, что важно, поскольку предполагается, что передатчик работает от батареи. Кроме того, рассчитывается теоретическая производительность BER и сравнивается с результатами моделирования.

**Ключевые слова:** беспроводная оптическая связь (OWC), связь в видимом свете (VLC), приемник с подсчетом фотонов, лавинный диод с одним фотоном (SPAD).

**Аңдатпа.** Бұл жұмыста мұнай-газ саласындағы ұңғымаішілік үздіксіз мониторинг мәселесі көрінетін жарықта (VLC) байланысты пайдалану есебінен тиімді шешілетіні алғаш рет көрсетілген. Сенімді, икемді және арзан әдіс бола отырып, VLC операторлардың өндіріс тиімділігін сақтау және газ ұңғымаларының жұмысын оңтайландыру қажеттілігін қанағаттандыра алады. Ұсынылған VLC жүйесі жарық шығаратын диодты (LED) таратқышты және бір фотонды қар көшкіні диоды (SPAD) деп аталатын жоғары сезімтал жалғыз фотонды анықтайтын қабылдағышты пайдаланады. Соңғысы алыс қашықтықтағы байланысты қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады және газ құбырында қоршаған жарық жоқ екендігі қолданылады.

Атап айтқанда, қоршаған жарықтың болмауы фотонды санау режимінде жұмыс істейтін қабылдағышта жоғары сигнал/шу қатынасын (SNR) қамтамасыз етеді. Бұл зерттеуде жүйенің

биттік қателік коэффициенті (BER) өнімділігі ұзындығы 4 км металл құбыр үшін модельденді. ұсынылған жүйенің дәстүрлі әдістермен салыстырғанда энергия тиімділігі жоғары екендігі көрсетілген, бұл маңызды, өйткені таратқыш батареямен жұмыс істейді деп болжанады. Сонымен қатар, бер теориялық өнімділігі есептеледі және модельдеу нәтижелерімен салыстырылады.

**Түйін сөздер:** сымсыз оптикалық байланыс (OWC), көрінетін жарық байланысы (VLC), фотонды қабылдағыш, бір фотонды көшкін диоды (SPAD).

**Abstract.** This paper shows for the first time that the problem of continuous downhole monitoring in the oil and gas industry is effectively solved through the use of visible light communication (VLC). As a reliable, flexible and low-cost method, VLC can meet the critical need of operators to maintain production efficiency and optimize gas well performance. The proposed VLC system uses a Light Emitting Diode (LED) transmitter and a highly sensitive single photon detection receiver called a Single Photon Avalanche Diode (SPAD). The latter plays an important role in enabling communication over long distances, and the fact that there is no ambient light in the gas pipe is exploited.

In particular, the absence of ambient light provides a high signal to noise ratio (SNR) in a receiver that operates in photon counting mode. In this study, the bit error rate (BER) performance of the system is simulated for a 4 km long metal pipe. The proposed system is shown to be more energy efficient than traditional methods, which is important because the transmitter is assumed to be battery powered. In addition, the theoretical BER performance is calculated and compared with simulation results.

**Keywords:** wireless optical communication (OWC), visible light communication (VLC), photon receiver, single-photon avalanche diode (SPAD).

**Введение.** При быстром росте количества беспроводных услуг и приложений ограниченного спектра радиочастот (РЧ) может оказаться недостаточно для удовлетворения будущих потребностей в скорости передачи данных. В качестве жизнеспособного дополнительного подхода оптическая беспроводная связь (OWC) привлекла значительное внимание отчасти благодаря недавним технологическим достижениям в технологии твердотельного освещения. Преимущество OWC заключается в том, что он предлагает почти бесконечную полосу пропускания в диапазоне от инфракрасного (ИК) до ультрафиолетового (УФ), включая спектр видимого света в диапазоне 400-790 терагерц (ТГц). К другим важным преимуществам OWC относятся: безлицензионная работа, высокая безопасность связи, недорогие внешние интерфейсы и отсутствие помех для радиочастотных систем. Последнее преимущество означает, что системы OWC и RF могут использоваться одновременно.

В современных системах связи с видимым светом (VLC) в качестве передатчиков в основном используются светоизлучающие диоды (LED). В приемнике установлены высокочувствительные фотодиоды (PD), такие как положительно-внутренне-отрицательные (PIN) диоды, лавинные фотодиоды (APD) и однофотонные лавинные диоды (SPAD). используются. На сегодняшний день самая быстрая беспроводная система VLC с использованием одного светодиода может достигать скоростей, превышающих 3 Гбит/с. Однако некогерентный световой поток светодиода означает, что информация может быть закодирована только на уровне интенсивности. Как следствие, для модуляции данных могут использоваться только действительные и положительные сигналы. Это резко контрастирует с радиочастотными системами, в которых используются комплексные и биполярные сигналы. Таким образом, системы VLC обычно рассматриваются как модулируемые как системы модуляции интенсивности (IM) и прямого детектирования (DD). On-off keying (OOK), импульсно-позиционная модуляция (PPM) и амплитудно-импульсная модуляция (PAM) являются одними из популярных схем модуляции, используемых в сочетании с системами



IM/DD. Для высокоскоростной передачи данных применяется оптическое мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов (O-OFDM), чтобы приблизиться к пропускной способности канала за счет использования адаптивной нагрузки по битам и мощности. Различные схемы модуляции O-OFDM были реализованы и использованы в VLC, такие как оптический OFDM со смещением по постоянному току (DCO-OFDM), оптический OFDM с асимметричным ограничением (ACO-OFDM), однополярный OFDM (U-OFDM) и OFDM без смещения по постоянному току. (NDC-OFDM).

В предыдущих исследованиях VLC рассматривался для таких приложений, как беспроводная связь внутри помещений, беспроводная связь в опасных средах и подводная связь. Основное внимание в данном исследовании уделяется применению VLC в газодобывающей промышленности и, в частности, в системах связи внутрискважинного мониторинга. В газовой промышленности использование тросов и бронированных кабелей является обычной практикой для связи между скважиной и поверхностью, но эти установки вызывают проблемы с обслуживанием и надежностью. Кроме того, проводные решения имеют высокие затраты на установку, а их эксплуатация требует остановки производства, что приводит к дополнительным затратам для оператора из-за простоя. Беспроводные решения также рассматривались для использования в скважинном мониторинге, таком как гидроимпульсная телеметрия, низкочастотные электромагнитные волны и акустические волны, но для связи на большие расстояния их характеристики неудовлетворительны. Низкая скорость передачи данных, возникновение необнаруживаемых ситуаций и воздействие на окружающую среду являются основными факторами, ограничивающими развитие систем беспроводной связи в этом контексте.

В этой статье предлагается беспроводное решение с использованием VLC.

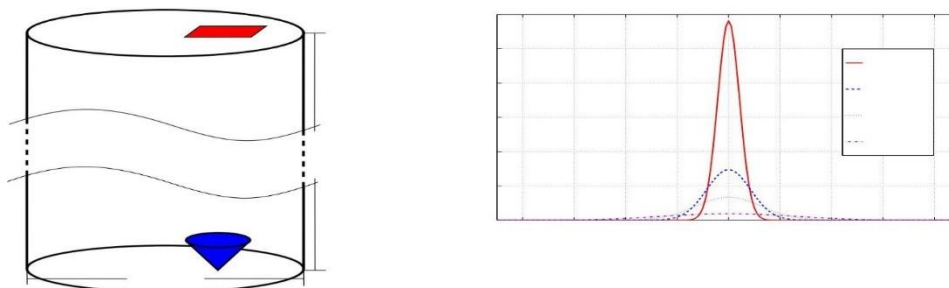


Рисунок 1. Модель стальной трубы.

Решение предназначено для обеспечения низкого энергопотребления при высокой скорости и надежности связи. В отличие от системы радиомониторинга, вместо антенн используется светодиодный передатчик. Таким образом, предлагаемая система считается более безопасным решением.

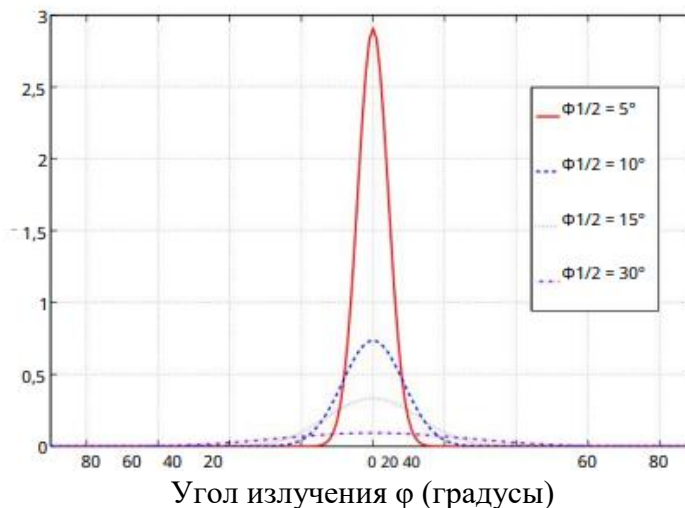
**Модель системы.** В этом разделе представлена практическая модель предлагаемой системы. Основанная на общих системах VLC, система связи состоит из светодиода с синим светом и массива SPAD. Длинная стальная труба определяет канал передачи.

А. Параметры трубы..

В. Как показано на рис. 1, предполагается, что система связи реализована в длинной стальной цилиндрической трубе длиной 4000 м и диаметром 1,5 м. Размеры взяты из реального развертывания такой трубы. Отражательная способность стали составляет 58,5 %.

В данном исследовании отражение несущего информацию света рассматривается как зеркальное отражение на внутренней поверхности трубы. В системе внутрискважинного мониторинга нет рассеянного света. Следовательно, фотоны, достигающие верха трубы, исходят либо от прямого пути, либо от отражений внутри трубы. Эта труба представляет собой

канал распространения, и метод трассировки лучей используется для создания модели канала. На практике по этой трубе транспортируется газ. Поскольку скорость световых волн уменьшается в газовой среде в соответствии с показателем преломления, эффект будут усилены межсимвольные помехи (ISI), что повысит вероятность ошибок обнаружения. В этом исследовании предполагается, что труба находится в вакууме, чтобы установить базовые характеристики и понять общую осуществимость.



**Рисунок 2.** Интенсивность ламбертовского излучения при  $\Phi_{1/2} = 5, 7,5, 10$  и  $P_t = 0,1$  Вт.

С. Светодиодный передатчик С. Приемник SPAD и подсчет фотонов. Как показано на рис. 1, в качестве передатчика используется светодиод на дне трубы. Светодиод излучает синий свет с длиной волны 450 нм. Световое излучение светодиодного передатчика можно смоделировать, используя обобщенную ламбертовскую картину интенсивности излучения [11]:

$$R_0(\varphi) = 2\pi (\beta + 1) \cos\beta (\varphi) P_t, \quad (1)$$

где  $\beta = \ln 2 / \ln(\cos(\Phi_{1/2}))$ , а  $\Phi_{1/2}$  — полуугол передатчика, представляющий угол половинной мощности. Переменная  $\varphi$  обозначает угол излучения, а  $P_t$  — среднюю мощность светодиода. В рассматриваемой системе связи с длинными трубами цель проектирования состоит в том, чтобы обеспечить попадание достаточного количества фотонов в приемник SPAD при испускании света. Важным параметром является полуугол передатчика. На рис. 2 показано распределение интенсивности ламбертовского излучения при полууглах Вт. излучателя. Как показано, 5 15 большая и 30 при мощности мощности может светодиода быть 0,1 сосредоточена в диапазоне более низких углов излучения ( $-5^\circ$ ) для более низких полууглов передатчика. Это уменьшит световых количество лучей, попадающих на стенку трубы, и, таким образом, уменьшит потери, вызванные отражения.

Чтобы повысить вероятность попадания фотонов в SPAD на линии прямой видимости (LOS), светодиод и устройство SPAD на поверхности выровнены по вертикали. В данном исследовании рассматриваются значения полуугла от 5 до 1.

Д. Приемник SPAD и подсчет фотонов.

Из-за передачи на большое расстояние (4000 метров) излучение на верхней поверхности ниже, чем в стандартных сценариях VLC для помещений, где максимальное расстояние составляет несколько метров. Фактически количество фотонов на приемнике в заданном сценарий может быть только в районе десятков фотонов. Типичное усиление ЛФД недостаточно для получения достаточной мощности сигнала для дальнейшей обработки сигнала. Поэтому для использования в системе скважинного мониторинга предлагается высокочувствительное приемное устройство SPAD. Этот диод представляет собой ЛФД,

смещенный за пределы обратного пробоя в так называемой области Гейгера. В этом режиме работы SPAD запускает генерацию миллиардов электроннодырочных пар для каждого обнаруженного фотона. Как следствие, устройство чрезвычайно чувствительно и способно точно обнаруживать одиночный фотон. Кроме того, SPAD рассматриваются для использования в системе скважинного мониторинга для следующих целей:

В скважине создается среда, свободная от окружающего света. Следовательно, высокая чувствительность приемника SPAD не снижается из-за окружающего шума. ii Из-за высокой чувствительности SPAD дальность передачи и оптическая мощность могут быть выгодно снижены в пользу срока службы батареи. iii Требуемая скорость передачи данных, которая находится в пределах от килобит до нескольких мегабит в секунду, достаточно низка для использования двухпозиционной манипуляции (ООК). ООК позволяет использовать простые методы обнаружения на основе порога в сочетании с принципом подсчета Гейгера. iv. Для детектора SPAD не требуется трансимпедансный усилитель (TIA), а выходной сигнал представляет собой последовательность импульсов (как показано на рис. 3(b)), что значительно снижает шум в приемнике.

Выражение  $\varphi(nR)$  представляет собой угол излучения как функцию отражений;  $nR$  — количество отражений, необходимое для достижения вершины. Количество отражений, необходимых для достижения SPAD, определяет угол излучения, под которым световой луч выходит из светодиода, поэтому мы решили представить  $\varphi$  как функцию  $nR$ . Отражательная способность стали выражается CR.

В эксперименте окружающий свет, коэффициент темнового счета (DCR), коэффициент экстинкции, шум относительной интенсивности и дрожание часов будут добавляться к количеству подсчитанных фотонов за один временной интервал [3]. Поскольку влияние коэффициента экстинкции, шума относительной интенсивности и джиттера часов намного меньше, чем окружающего освещения и DCR, они не учитываются при моделировании [3]. Так как система реализована в длинной стальной трубе, где нет окружающего света, DCR считается доминирующим источником шума. SPAD демонстрирует DCR, подобный темновому току PD, который генерируется тепловыми носителями. Это означает, что DCR существует даже тогда, когда фотоны не достигают SPAD. На практике DCR будет увеличивать количество подсчитанных фотонов в каждом временном интервале.

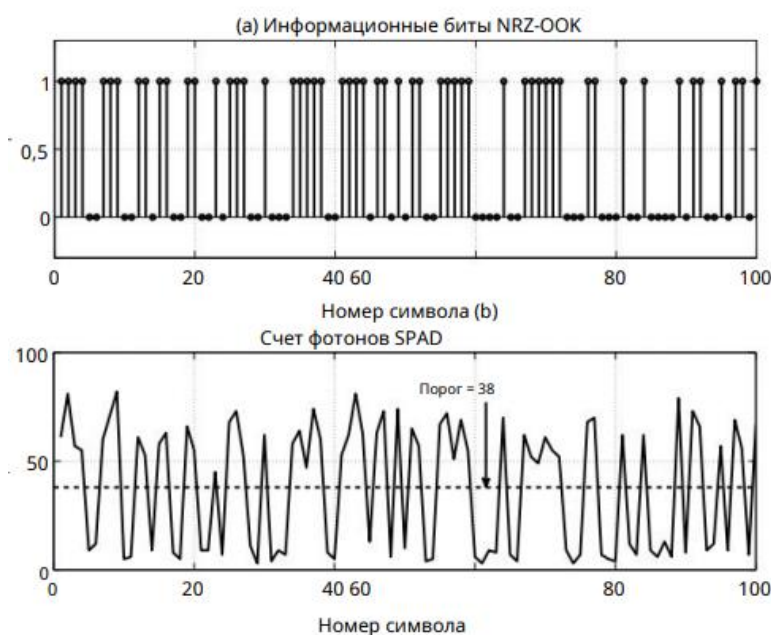


Рисунок 3. Пример: модуляция и демодуляция NRZ-ООК для СПАДов.

### Е. Схема модуляции

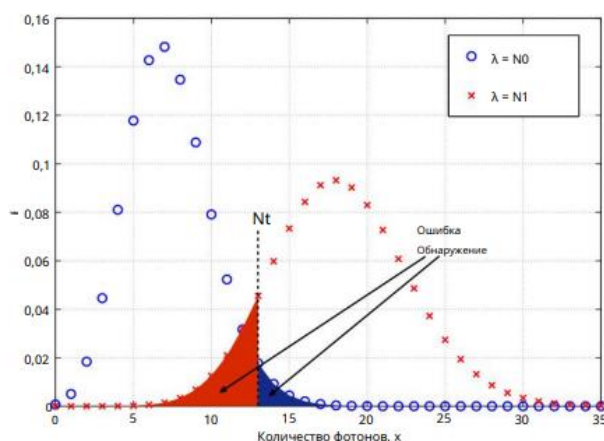
В этом исследовании используется ООК без возврата к нулю (NRZ-OOK).

В передатчике входной битовый поток напрямую преобразуется в аналоговый сигнал цифро-аналоговым преобразователем (D/A).

Двоичная «1» представлена положительным напряжением, которое намного выше, чем напряжение, которое представляет двоичный «0».  $NP(NR) = CPDE$  В передатчике входной битовый поток напрямую преобразуется в аналоговый сигнал цифро-аналоговым преобразователем (D/A). Уровни напряжения, назначенные битам, зависят от ограничений мощности системы. В этом исследовании  $P_1$  представляет мощность, присвоенную «1», а  $P_0$  обозначает мощность, присвоенную «0». (2)  $P_T = 2$  (3) Поскольку случайно сгенерированные нули и единицы следуют равномерному распределению,  $P_T$ ,  $P_1$  и  $P_0$  имеют следующие отношения:

$$P_T = 2P_1 + P_0 \quad (2)$$

Когда сигнал передается светодиодом, напряжения преобразуются в соответствующую интенсивность света. Как следствие, «1» в конечном итоге представлены более высокой интенсивностью света, а «0» представлены более низкой интенсивностью, которая ближе к нулю. Как показано на рис. 3(b), несущий информацию свет принимается SPAD и представлен числом фотонов. По сравнению с исходными цифровыми битами (рис. 3(a)) видно, что при передаче «1» подсчитывается больше фотонов, а «0» представлены гораздо меньшим количеством фотонов на приемнике. Поскольку принимаемые фотоны и шум DCR следуют распределению Пуассона, которое генерирует случайные положительные целые числа [12], оба увеличивают количество подсчитанных фотонов. Как следствие, на рис. 3(b) наблюдаются нерегулярные флуктуации, которые могут вызывать ошибки при демодуляции. В этом исследовании предполагается, что скорость передачи низкая (1 кбит/с), а интервал времени между прямым и отраженным светом, достигающим приемника, мал. Следовательно, длительность символа) намного выше, чем разброс задержек. Таким образом, ISI можно игнорировать.



**Рисунок 4.** Вероятностный анализ обнаружения ошибок.

В данном исследовании для целей демодуляции NRZ-OOK выбран порог, равный среднему числу подсчитанных фотонов. Порог не оптимальный.

Определение оптимального порога выходит за рамки данной работы. Разумным приближением представляется среднее число фотонов при сделанных предположениях. Например, на рис. 3(b) порог установлен на 38. Это означает, что, когда количество фотонов превышает 38, сигнал демодулируется до «1». В противном случае получается «0».

**Теоретический анализ BER.** Распределение Пуассона используется для расчета теоретического значения шума. Функция плотности вероятности (PDF) распределения Пуассона:

$$Pr(x, \lambda) = e^{-\lambda} \frac{\lambda^x}{x!}, \quad (3)$$

где  $\lambda$  — среднее значение распределения. Кумулятивная функция распределения (CDF) распределения Пуассона:

$$Pc(x, \lambda) = e^{-\lambda} \sum_{k=0}^x \frac{\lambda^k}{k!} \quad (4)$$

В стандартных системах VLC и RF аддитивный белый гауссовский шум (AWGN) обычно является наиболее заметным компонентом шума. Уравнения для расчета характеристик BER различных схем модуляции в канале AWGN представлены в [13]. Для шума Пуассона можно использовать аналогичный принцип. На рис. 4 показан анализ вероятности ошибки. Кривая с синими кружками представляет PDF подсчитанных фотонов, когда передается «0». Поскольку приемник считает фотоны от передатчика и шумовой процесс DCR, среднее значение этой PDF равно

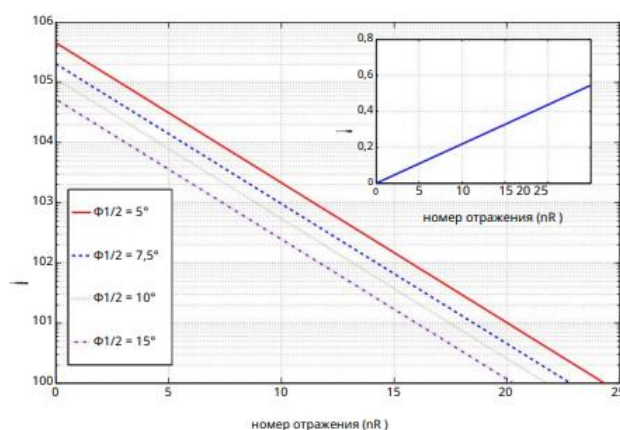
$$N_0 = N_{r0} + N_e. \quad (5)$$

Кривая с красными символами «x» обозначает PDF подсчитанных фотонов, когда передается «1». Среднее значение PDF равно

$$N_1 = N_{r1} + N_e. \quad (6)$$

**Результаты моделирования.** При моделировании светодиодный излучатель располагается на расстоянии, равном половине радиуса, от центра нижней поверхности. Для синего света (450 нм) в вакууме энергия фотона (ЭФ) составляет  $4,42 \times 10^{-19}$  Дж. Другие параметры светодиода, такие как полуугол светодиода ( $\Phi_{1/2}$ ), мощность светодиода ( $P_t$ ) и пропускная способность (футы) являются переменными в моделировании.

Для выбора подходящих значений моделируются различные значения этих переменных. Мощность светодиода протестирована от -10



**Рисунок 5.** Количество фотонов.

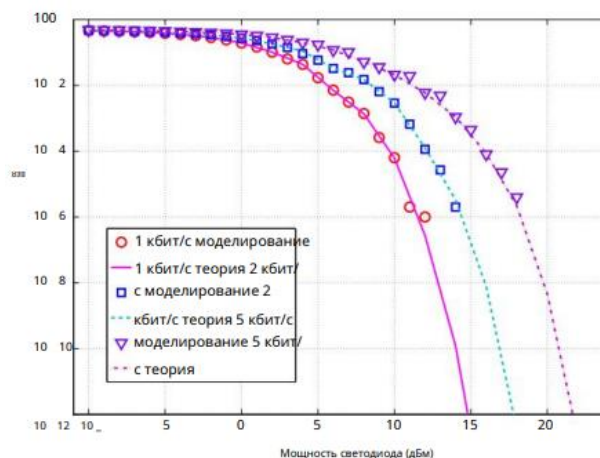
Количество фотонов, которые могут быть получены SPAD после числа отражений, для  $P_t = 0,1$  Вт и  $\Phi_{1/2} = 5, 7,5, 10^\circ$  и  $15^\circ$  до 25 дБм, а рассматриваемые полосы пропускания составляют 1 кГц, 2 кГц и 5 кГц. В этой статье мощность, присвоенная «0»,  $P_0$ , предполагается



равной 0 Вт. Следовательно, из (3) степень, придаваемая '1', P1, равна 2Pt. При моделировании SPAD, представленный в [3], используется по двум причинам: а) это большая матрица (2,4 × 2,1 мм) с 1024 элементами SPAD, что повышает вероятность приема фотонов; и б) это устройство практически существует, что очень важно, поскольку цель состоит в том, чтобы построить демонстратор для проверки результатов моделирования в этом исследовании. Величина CPDE составляет 20 %, а NDCR равна R равна 7,27 кГц [3]. В таблице I перечислены все параметры, использованные при моделировании.

А. Количество принятых фотонов. На рис. 5 показано соотношение между углом излучения и отражениями, необходимыми для достижения приемника. Видно, что при числе отражений 25 угол равен всего 0,55, а косинус равен 0,9999. Это связано с тем, что система реализована в длинной трубе, а площадь верхней поверхности относительно мала. Следовательно, угол излучения  $\varphi(nR)$  можно приблизить к 0, даже если имеется более 20 отражений. Таким образом,  $\cos\beta$  ( $\varphi(nR)$ ) если в (2)  $\beta$  велико, почти равен, чтобы 1, даже вычислить количество полученных фотонов в каждом луче отражения, (2) можно упростить как:

На рис. 5 с увеличением количества отражений, которые луч света должен пройти, чтобы достичь приемника, резко уменьшается количество принимаемых фотонов.

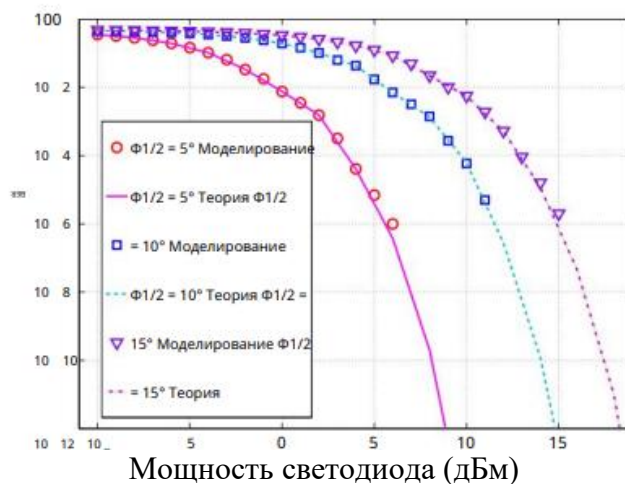


**Рисунок 6.** Показатели BER SPAD в трубе для скоростей передачи 1 кбит/с, 2 кбит/с и 5 кбит/с, когда  $\Phi/2 = 10$ .

### В. Показатели BE

Используя указанные параметры, можно рассчитать значение полученных фотонов. Количество фотонов увеличивается со средней мощностью светодиода Pt. На рис. 6 показаны характеристики BER приемника SPAD с фиксированным полууглом светодиода ( $\Phi/2 = 10$ ). Предполагается, что скорости передачи в этой ситуации составляют 1 кбит/с, 2 кбит/с и 5 кбит/с. На рис. 6 показано хорошее соответствие результатов моделирования и теории. Как показано, потребляемая мощность светодиода составляет около 13,5 дБм для BER 10<sup>-9</sup> при скорости 1 кбит/с. Для более высоких скоростей передачи, таких как 2 кбит/с и 5 кбит/с, требования к мощности составляют 16 дБм и 20,5 дБм соответственно. (11) На рис. 7 показаны характеристики BER для SPAD при скорости передачи данных 1 кГц. В отличие от рис. 6, рис. 7 демонстрирует характеристики BER при изменении полуугла,  $\Phi/2 = 5$  10 и 15. Когда  $\Phi/2 = 5$ , светодиоду требуется 109. всего. При 7,5 дБм,  $\Phi/2$  чтобы = 15 достичь и BER = BER 10<sup>-9</sup> потребляемая мощность светодиода составляет 17,5 дБм. С увеличением полуугла возрастает потребляемая мощность светодиодного передатчика. Как следствие, система достигает более высокой энергоэффективности при меньшем полуугле. На практике может использоваться более длинный или более короткий канал, и существует разница в требованиях к скорости передачи в разных сценариях. На рис. 8 показана мощность, необходимая передатчику, когда

полуугол ( $\Phi/2 = 10$ ) является фиксированным, а BER считается равным 103. На рис. 8 принято, что длина трубы варьируется от 1000 до 1000 метров.



**Рисунок 7.** Показатели BER SPAD в трубе для  $\Phi/2 = 5, 10$  и  $15$  при скорости передачи 1 кбит/с.

**Заключение.** В данной статье представлено энергосберегающее приложение VLC для системы внутрискважинного мониторинга газовой скважины в длинной трубе. В отличие от обычных систем VLC, в которых используются обычные PD, предлагаемая система основана на приемнике SPAD, который в состоянии посчитать количество фотонов. При использовании массива SPAD светодиодному передатчику требуется мощность всего 8 дБм для отправки контрольного сигнала в трубу газовой скважины длиной 4000 метров.

Поскольку светодиодный передатчик в скважине должен питаться от батареи, высокая энергоэффективность обеспечивает достаточно длительный срок службы системы.

#### Список литературы:

1. Х. Эльгала, Р. Меслех и Х. Хаас, «Внутренняя оптическая беспроводная связь: потенциал и современное состояние», IEEE Commun. Mag., вып. 49, нет. 9, стр. 56–62, 2011, ISSN: 0163-6804.
2. Р. Меслех, Р. Мехмуд, Х. Эльгала и Х. Хаас, «Оптическая беспроводная связь MIMO в помещении с использованием пространственной модуляции», Международная конференция IEEE по коммуникациям (ICC), Кейптаун, Южная Африка, 22 мая. 27 2010 г., стр. 1–5.
3. Э. Фишер, И. Андервуд и Р. Хендерсон, «Реконфигурируемый интегрирующий приемник с подсчетом одиночных фотонов для оптической связи», IEEE Journal of Solid-State Circuits, vol. 48, № 7, стр. 1638–1650, июль 2013 г.
4. Д. Цонев, Х. Чун, С. Раджбхандари, Дж. МакКендри, С. Видев, Э. Гу, М. Хаджи, С. Уотсон, А. Келли, Г. Фолкнер, М. Доусон, Х. Хаас и Д. О'Брайен, «Беспроводная связь VLC на основе OFDM с одним светодиодом 3 Гбит / с с использованием нитрида галлия uLED», в IEEE Photonics Technology Letters, том 26, № 7, стр. 637-640, 1 апреля 2014 г.
5. Дж. М. Кан и Дж. Р. Барри, «Беспроводная инфракрасная связь», Труды IEEE, том. 85, нет. 2, стр. 265–298, 1997.
6. А. Махдираджи и Э. Захеда, «Сравнение выбранных схем цифровой модуляции (OOK, PPM и DPIM) для беспроводной оптической связи», в материалах 4-й студенческой конференции по исследованиям и разработкам (SCORED 06), 27–28 июня 2006 г., стр. 5–10.
7. Д. Цонев, С. Синанович и Х. Хаас, «Новое униполярное мультиплексирование с ортогональным частотным разделением (U-OFDM) для оптической беспроводной связи», в Proc. конференции автомобильных технологий (VTC Spring), IEEE. Йокогама, Япония: IEEE,

6–9 мая 2012 г.

8. Ю. Ли, Д. Цонев и Х. Хаас, «OFDM без смещения постоянного тока с оптической пространственной модуляцией», на 24-м международном симпозиуме IEEE по персональной внутренней и мобильной радиосвязи (PIIMRC), 2013 г., стр. 486-490, 8–11 сентября 2013 г.

9. Дж. Дж. Джордж, М. Х. Мустафа, Н. М. Осман, Н. Х. Ахмед и Д. М. Хамед, «Обзор связи в видимом свете», Международный журнал инженерии и компьютерных наук, том. 3, стр. 3805–3808, февраль 2014 г.

10. GWC Kaye и TH Laby, Таблицы физических и химических констант. Лонгман, 1995.

11. Дж. Р. Барри, Беспроводная инфракрасная связь. Спрингер, 1994, вып. 280.

12. И. Алсолами, Д. Читнис, Д. О'Брайен и С. Коллинз, «Вещание по каналам подсчета фотонов с помощью PPM с несколькими разрешениями: реализация и экспериментальные результаты», в Communications Letters, IEEE, vol.16, no.12, стр. 2072-2074, декабрь 2012 г.

13. И. А. Гловер и П. М. Грант, Цифровые коммуникации. Прентис Холл, 1998.

### References

1. H. Elgala, R. Mesleh и H. Haas, «Vnýtrenniaia opticheskaia besprovodnaia sviaz: potentsial i sovremennoe sostoianie», IEEE Commun. Mag., вып. 49, net. 9, str. 56–62, 2011, ISSN: 0163-6804.

2. R. Mesleh, R. Mehmýd, H. Elgala и H. Haas, «Opticheskaia besprovodnaia sviaz MIMO v pomeeni s ispolzovaniem prostranstvennoi modýlatsii», Mejdýnarodnaia konferentsiia IEEE po kommýnikatsiiam (ICC), Keiptáyn, Iýjnaia Afrika, 22 maia. 27 2010., str. 1–5.

3. E. Fisher, I. Andervýd и R. Henderson, «Rekonfigúrirýemyi integrirýúyi priemnik s podschetom odinochnyh fotonov dlia opticheskoi sviazi», IEEE Journal of Solid-State Circuits, vol. 48, № 7, str. 1638–1650, iyúl 2013.

4. D. Tsonev, H. Chýn, S. Radjbhandari, Dj. MakKendri, S. Videv, E. Gy, M. Hadji, S. Ýotson, A. Kelli, G. Folkner, M. Doýson, H. Haas и D. O'Braien, «Besprovodnaia sviaz VLC na osnove OFDM s odnim svetodiodom 3 Gbit / s s ispolzovaniem nitrida gallia uLED», v IEEE Photonics Technology Letters, tom 26, № 7, str. 637-640, 1 aprelia 2014.

5. Dj. M. Kan и Dj. R. Barri, «Besprovodnaia infrakrasnaia sviaz», Trýdy IEEE, tom. 85, net. 2, str. 265–298, 1997.

6. A. Mahdiradji и E. Zahedi, «Sravnenie vybrannyh shem tsifrovoi modýlatsii (OOK, PPM и DPIM) dlia besprovodnoi opticheskoi sviazi», v materialah 4-i stýdencheskoi konferentsii po issledovaniyam i razrabotkam (SCORed 06.), 27–28 iyúnia 2006 g., str. 5–10.

7. D. Tsonev, S. Sinanovich и H. Haas, «Novoe ýnipoliarnoe mýltipleksirovanie s ortogonalnym chastotnym razdeleniem (U-OFDM) dlia opticheskoi besprovodnoi sviazi», v Proc. konferentsii avtomobilnyh tehnologii (VTC Spring), IEEE. Iokogama, Iaponiia: IEEE, 6–9 maia 2012.

8. Iý. Li, D. Tsonev и H. Haas, «OFDM bez smeenua postoiannogo toka s opticheskoi prostranstvennoi modýlatsiei», na 24-m mejdýnarodnom simpoziiýme IEEE po personalnoi vnýtrennei i mobilnoi radiosviasi (PIIMRC), 2013 g., str. 486-490, 8–11 sentiabria 2013.

9. Dj. Dj. Djordj, M. H. Mýstafa, N. M. Osman, N. H. Ahmed и D. M. Hamed, «Obzor sviazi v vidimom svete», Mejdýnarodnyi jýrnal injenerii i kompiýternyh naýk, tom. 3, str. 3805–3808, fevral 2014.

10. GWC Kaye и TH Laby, Tablitsy fizicheskikh i himicheskikh konstant. Longman, 1995.

11. Dj. R. Barri, Besprovodnaia infrakrasnaia sviaz. Springer, 1994, vyp. 280.

12. I. Alsolami, D. Chitnis, D. O'Braien и S. Kollinz, «Veanie po kanalám podscheta fotonov s pomoiý PPM s neskol'kimi razresheniami: realizatsiia i eksperimentalnye rezýltaty», v Communications Letters, IEEE, vol.16, no.12, str. 2072-2074, dekabr 2012.

13. I. A. Glover и P. M. Grant, Tsifrovye kommýnikatsii. Prentis Holl, 1998.

Материал поступил в редакцию 3.11.2022 г.



DOI 10.53364/24138614\_2022\_27\_4\_73

УДК 81-139

Еркебаева А.Н., ст преподаватель  
Академия гражданской авиации, г. Алматы, РК.

E-mail: [eazhara@mail.ru](mailto:eazhara@mail.ru)

## ПРИМЕНЕНИЕ CASE-STUDY В ОБУЧЕНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ НА ПРИМЕРЕ ЗАНЯТИЯ ПО ТЕМЕ “DIPLOMATIC SECURITY”

“DIPLOMATIC SECURITY” ТАҚЫРЫБЫ БОЙЫНША САБАҚ МЫСАЛЫНДА  
КӘСІБИ АҒЫЛШЫН ТІЛІН ОҚЫТУДА CASE-STUDY ТӘСІЛІН ҚОЛДАНУ.

### THE USE OF CASE-STUDY IN TEACHING PROFESSIONAL ENGLISH ON THE EXAMPLE OF A LESSON ON THE TOPIC “DIPLOMATIC SECURITY”

**Аннотация.** Целью рассмотрения применения методов case-study в виде просмотра видеоролика на уроках профессионального английского языка является развитие межличностной коммуникации всех участников образовательного процесса. Ведь в условиях ситуативного обучения очень важно поддерживать интерес студентов посредством взаимного обмена информацией в профессиональной среде.

Особенность обучения на примере видео отрывка заключается в том, что оно способствует вовлечению студентов в активную ролевую ситуацию по заданной теме, а преподаватель направляет их деятельность на достижение поставленных целей занятия.

**Ключевые слова:** образовательный процесс, ситуативное обучение, профессиональная коммуникация, групповая работа, ролевая ситуация.

**Аңдатпа.** Кәсіби ағылшын тілі сабақтарында бейнероликті көру түріндегі белгілі бір жағдайды қарастырып оқыту әдістерін қолданудың мақсаты білім беру процесінің барлық қатысушыларының тұлғааралық қарым-қатынасын дамыту болып табылады. Расында да, белгілі бір жағдайды қарастырып оқыту жағдайында кәсіби ортада өзара ақпарат алмасу арқылы студенттердің қызығушылығын сақтау өте маңызды.

Бейне үзінді мысалында оқытудың ерекшелігі – ол студенттердің берілген тақырып бойынша белсенді рөлдік ситуацияға тартылуына ықпал етеді және мұғалім олардың іс-әрекетін сабақ мақсатына жетуге бағыттайды.

**Түйін сөздер:** білім беру процесі, белгілі бір жағдайды қарастырып оқыту, кәсіби қарым-қатынас, топтық жұмыс, рөлдік жағдай.

**Abstract.** The purpose of considering the application of case-study methods in the form of watching a video in professional English lessons is to develop interpersonal communication for all participants in the educational process. Indeed, in conditions of situational learning, it is very important to maintain the interest of students through the mutual exchange of information in a professional environment.

The peculiarity of learning on the example of a video excerpt is that it contributes to the involvement of students in an active role-playing situation on a given topic, and the teacher directs their activities to achieve the goals of the lesson.

**Keywords:** educational process, case study, professional communication, group work, role-playing situation.

**Введение.** Ни для кого не секрет, что в профессиональной сфере будущего авиационного специалиста огромную роль играет знание английского языка. Но владения основными

навыками коммуникации в англоязычной среде не хватает для функционирования в рабочей атмосфере, важно понимать и правильно применять профессиональные термины и словосочетания, устойчивые выражения и фразы. Поэтому в Академии выделены часы для всех образовательных программ на всех этапах обучения, а это значит, что занятия проводятся не только по общей программе на первом курсе, но и по профессиональному английскому языку в старших курсах.

Группы по специальности «Авиационная безопасность» не являются исключением в реализации образовательного процесса на профессиональном английском языке. В связи с этим, хотелось бы поделиться опытом проведения занятия в данной группе по теме “Diplomatic security”.

**Основная часть.** Так как текстового материала в учебнике “Security Personnel” недостаточно для полноценного охвата темы, нужно было прибегнуть к источникам из интернета. Однако, и в электронных ресурсах оказалось мало аудио и видеороликов, связанных с темой дипломатической безопасности, более того нужно было связать материал с авиационной безопасностью.

Тут нам помогла методика case-study. Подход case-study особенно полезен, когда необходимо получить всестороннее представление о проблеме, событии или явлении, представляющем интерес, в его естественном контексте реальной жизни. Подход case-study позволяет проводить углубленное, многогранное исследование сложных вопросов в реальных условиях. [1]

В качестве примера для рассмотрения ситуации был дан отрывок из видео источника Ютуб по теме “Diplomatic Airport Entrance”, где дипломаты показывали процесс внутренней проверки документов и багажа. Студентам было дано задание разделить по группам, и проработать ситуацию в команде, то есть отыграть мини-сценку по придуманному сценарию в профессиональной среде, а именно на досмотре в аэропорту или при проверке документов. [2]



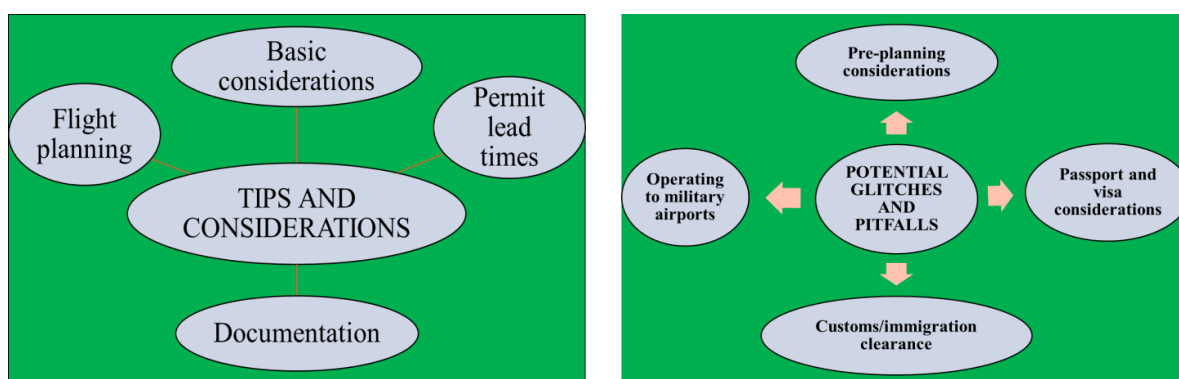
Заданию предшествовало изучение текстового материала с новыми словами и словосочетаниями: handling considerations – особенности наземной обработки груза в аэропорту, non-revenue – неучтённый, некоммерческий (бесплатный), diplomatic clearance – дипломатическое разрешение, on short notice – сразу, по первому требованию, airport slots – время, выделенное в аэропорту для рейса авиакомпании; временной интервал, filed flight plan – представленный план полета, glitches and pitfalls-сбои и ловушки, revision notifications – уведомления о пересмотре. С этим словарным запасом нужно было составить диалог/беседу по заданной тематике.

Студенты были вовлечены в групповую работу с большим энтузиазмом, так как видеоролик заинтересовал их. На протяжении 5-7 минут появлялись все новые и новые идеи к ситуации. В итоге, обе группы показали интересные ролевые ситуации: первая группа инсценировала приезд дипломата из Турции с переводчиком и телохранителем, его документы

проверили согласно правилам осмотра дипломатических вылетов, а у телохранителя в кармане оказалось оружие, на которое имеется лицензия по международному закону, вследствие чего его допустили к перелету. Кроме того, заявленный переводчик показал хорошее владение двумя языками, а весь персонал оперировал профессиональной лексикой. Вторая команда показала сценку досмотра багажа представителей-дипломатов из других стран, где работники продемонстрировали очередность проверки пассажиров, процесс досмотра при помощи разных приборов, а все диалоги были выдержаны в профессиональном стиле.

Также данный кейс рассматривался и по карте Mind-Mapping: было дано задание объяснить друг другу разные аспекты потенциальных сбоев и ловушек в процессе дипломатических полетов по текстовой информации и указанного видеоролика.

Как мы помним, «Mind mapping» — это изображение мыслей человека по какой-нибудь теме графически на листе бумаги, на учебной доске или на экране компьютера. Эта запись мыслей представляет собой как бы сердцевину с радиально развешивающимися от нее ветвями. [3] Поэтому было решено объединить данный метод с заданной ситуацией.



Текст включал следующую информацию: Разрешение, планирование полетов и обслуживание дипломатических рейсов отличаются от обычных частных некоммерческих и чартерных (нерегулярных коммерческих) рейсов. Процесс планирования дипломатических разрешений включает координацию между странами, и могут быть ограничения. Чтобы избежать возможных проблем в день работы, следует помнить о нескольких советах и правилах. [4]

Хотя дипломатические рейсы имеют определенные преимущества, существуют потенциальные сбои и ловушки, которых следует избегать. Важно следовать всем требованиям оформления вашего дипломатического разрешения и соблюдать утвержденные маршруты полетов. Если вы вносите изменения в расписание, маршрутизацию или пункт назначения, важно соответствовать требованиям с точки зрения уведомлений об изменениях. [5]

Имея вышеуказанный текстовый материал и видео отрывок, нужно было командно обсудить и прописать на плакатах заметки по определенным пунктам и передать свою информацию второй команде. Данная групповая работа подталкивала студентов использовать слова, термины и словосочетания по новой теме, фокусировать внимание на ситуации в видео, закрепить пройденный материал. Таким образом, просмотр видео способствовал вовлечению студентов в отработку разговорных навыков в ситуации в их будущей профессиональной среде.

**Выводы и предложения.** Исходя из вышеизложенного, хотелось бы сделать следующий вывод:

Применение case-study в обучении профессиональному английскому языку в группе образовательной программы «Авиационная безопасность» на примере занятия по теме “Diplomatic security” способствовало:

- Повышению уровня комфортности обучения;
- Повышению активности и инициативности всех студентов в ходе группового обсуждения по Mind mapping и подготовки к сценке в профессиональной ситуации.

Также мы имеем определенные результаты:

- развитие навыков анализа и критического мышления;
- мотивация к изучению профессионального английского языка;
- сокращение доли традиционной аудиторной работы и увеличение объема самостоятельной работы, что немаловажно в кредитной технологии обучения.

### Список использованной литературы

1. Сара Кроу, Кэтрин Крессуэлл, Энн Робертсон, Гуро Хьюби, Энтони Эйвери, Азиз Шейх “Подход к тематическому исследованию”, Национальная медицинская библиотека, Национальный центр биотехнологической информации. Список журналов ЧВК. Том 11; 2011, 27 июня.

2. Вход в дипломатический аэропорт, Krispyshorts [Электронный ресурс], режим доступа: [https://www.youtube.com/watch?v=if\\_1wsZ0Iw8&t=419s&ab\\_channel=Krispyshorts](https://www.youtube.com/watch?v=if_1wsZ0Iw8&t=419s&ab_channel=Krispyshorts).

3. Груздилович М. Г «Майндмэппинг как один из инновационных приемов наглядного метода обучения», Электронная библиотека БГУ «София» научно-просветительский журнал, 2018, №1: Общественные науки: Народное образование. Педагогика, Минск, стр.1.

4. Советы по планированию поездки: Дипломатические рейсы – Часть 1: Советы и соображения, лучшая практика BIZAV, Эрнест Роша, 6 января 2016 года. [Электронный ресурс], режим доступа: <https://www.universalweather.com/blog/trip-planning-tips-diplomatic-flights-part-1-tips-considerations/>.

5. Советы по планированию поездки: Дипломатические рейсы – Часть 2: Оперативные детали, лучшая практика BIZAV, Эрнест Роша, 6 января 2016 года. [Электронный ресурс], режим доступа: <https://www.universalweather.com/blog/trip-planning-tips-diplomatic-flights-part-2-operational-details/>.

### References

1. Sarah Crowe, Kathrin Cresswell, Ann Robertson, Guro Huby, Anthony Avery, Aziz Sheikh “The case study approach”, National Library of Medicine, National Center for Biotechnology Information. PMC Journal List. Volume 11; 2011, June 27.

2. DIPLOMATIC AIRPORT ENTRANCE, Krispyshorts [Электронный ресурс], режим доступа: [https://www.youtube.com/watch?v=if\\_1wsZ0Iw8&t=419s&ab\\_channel=Krispyshorts](https://www.youtube.com/watch?v=if_1wsZ0Iw8&t=419s&ab_channel=Krispyshorts).

3. Gruzdilovich M. G. "Mind mapping as one of the innovative methods of visual teaching method", Electronic Library of BSU "Sofia" scientific and Educational journal, 2018, No. 1: SOCIAL SCIENCES: Public Education. Pedagogy, Minsk, p.1.

4. TRIP PLANNING TIPS: DIPLOMATIC FLIGHTS – PART 1: TIPS & CONSIDERATIONS, BIZAV BEST PRACTICE, Earnest Rocha, January 6, 2016. [Электронный ресурс], режим доступа: <https://www.universalweather.com/blog/trip-planning-tips-diplomatic-flights-part-1-tips-considerations/>.

5. TRIP PLANNING TIPS: DIPLOMATIC FLIGHTS – PART 2: OPERATIONAL DETAILS, BIZAV BEST PRACTICE, Earnest Rocha, January 6, 2016. [Электронный ресурс], режим доступа: <https://www.universalweather.com/blog/trip-planning-tips-diplomatic-flights-part-2-operational-details/>.

Материал поступил в редакцию 3.11.2022 г.

DOI 10.53364/24138614\_2022\_27\_4\_77  
ӘОЖ 355:01

**Наурызбаева Р.М.**, педагогика ғылымдарының кандидаты,  
қауымдастырылған профессор (доцент),  
Қазақстан Республикасы ҰҚК Шекара академиясы, Алматы қ., Қазақстан.

E-mail: [rita.dali@mail.ru](mailto:rita.dali@mail.ru)

## ҮЛГЕРІМ ФУНКЦИЯСЫ ЖӘНЕ ОНЫ ЗЕРТТЕУ

## ФУНКЦИЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ЕЕ ИЗУЧЕНИЕ

## THE ACADEMIC PERFORMANCE FUNCTION AND ITS STUDY

**Аңдатпа.** Жоғарғы оқу орнында оқу үдерісінде оқу тобының үлгерім көрсеткіші бақыланып отырады. Оқу үлгеріміне байланысты оқу үдерісіндегі өзгерістер тұрақты бақылауды, түзетуді және басқаруды талап етеді. Кез келген жағдайда немесе адам өмірінде, мысалы, денсаулық туралы айтатын болсақ, аурудың салдарын емдеуден гөрі алдын алу жұмыстарын жүргізген дұрыс. Оқу-тәрбие процесінде, ұқсастық бойынша, үлгерімнің төмендігіне кінәлілерді іздеуден гөрі, оқу тобының жұмысының нашарлауының алдын алу оңайырақ. Ол үшін ілгеріні алдын ала болжау, оқу топтарында алдын алу жұмыстарын жүргізу қажет.

Мақаланың мақсаты – алдыңғы емтихан немесе бақылау нәтижесін біле отырып, топтың оқу үлгерімін болжау жолдарын табу.

Мақаланы дайындау барысында математиканы талдау мен синтездеудің, салыстырудың және жалпылаудың жалпы әдістерімен қатар ықтималдықтар теориясының негізгі ұғымдары, туындының қолданылуы және дифференциалдық теңдеуді шешу әдістері қолданылды.

Зерттеу нәтижесінде уақытқа тәуелді үлгерім функциясы құрылды. Бұл функцияға параметрлерге қатысты зерттеулер жүргізілді. Функцияның құрамына кіретін әрбір параметрлердің функцияның өзгерісіне қандай әсері бар екені анықталған. Мақалада оқыту процесінде үлгерім функциясын келесі емтихан нәтижесін болжау үшін, оны қалай пайдалану керектігі көрсетіледі. Бұл функцияны пайдалана отырып, оқу тобының дайындығын, олардың жинақылығын, пән бойынша оқытушының және топ кураторының жұмысын бағалауға болады..

**Түйін сөздер:** функция, туынды, үлгерім, оқу үлгерімі, үлгерім функциясы, оқу тобы.

**Аннотация.** Показатель успеваемости учебной группы отслеживается на каждом этапе мониторинга учебного процесса в вузе. Изменения, протекающие в учебном процессе, связанные с успеваемостью, требуют постоянного наблюдения, корректировки и управления. В каждой ситуации или в человеческой жизни, например, если будем говорить о здоровье, лучше проводить профилактические работы, чем лечить последствия болезни. В учебном процессе по аналогии легче предотвратить ухудшение успеваемости учебной заставы, чем после провала искать виновных. Для этого необходимо заранее прогнозировать успеваемость, провести профилактические работы в учебных группах.

Цель статьи найти пути прогнозирования успеваемости учебной группы зная, результат предыдущего экзамена или контроля учебной группы.

В ходе подготовки статьи, наряду с общими методами анализа и синтеза, сравнения и обобщения математики, использовались основные понятия теории вероятностей, приложения производной и методы решения дифференциального уравнения.

В результате исследования построена функция успеваемости зависящая от времени. Проведены исследования этой функции относительно параметров. Установлено поведение этой функции при индивидуальном изменении каждого параметра, входящего в эту функцию. Продемонстрировано использование функции успеваемости в процессе обучения, и показаны способы ее использования для прогнозирования результата следующего экзамена. При помощи этой функции можно оценить подготовку учебной группы, их организованность, работу преподавателя по предмету и куратора группы.

**Ключевые слова:** функция, производная, прогресс, прогресс обучения, выборочная функция, обучающая группа.

**Abstract.** The academic performance of the study group is tracked at each stage of the monitoring of the educational process in the university. Changes in the learning process related to academic performance require constant monitoring, adjustment, and management. In every situation or human life, for example, if we talk about health, it is better to do preventive action than to treat the consequence of disease. In the learning process, by analogy, it is easier to prevent the worsening performance of a study group than it is to look for the fault after a failure. To achieve this, it is necessary to forecast academic performance in advance, to carry out preventive work in study groups.

The aim of the article is to find ways to predict the performance of the study group, knowing the result of the previous exam or the control of the study group.

In the course of preparing the article, along with general methods of analysis and synthesis, comparison and generalization of mathematics, basic concepts of probability theory, applications of the derivative, and methods of solving the differential equation were used.

As a result of the study, a time-dependent function of academic achievement is constructed. This function has been analyzed with respect to the parameters. The behavior of this function when each parameter included in this function is modified individually has been established. The use of the learning achievement function is demonstrated, and ways of using it to predict the result of the next exam are shown. Using this model, you can evaluate the preparation of the study group, their organization, the work of the teacher in the subject and the curator of the group.

**Keywords:** function, derivative, progress, progress of learning, sample function, learning group.

**Кіріспе.** Педагогикалық сараптау барысында алынған нәтижелерді математикалық өңдеу ғылыми ізденістің маңызды кезеңдерінің біріне жатады. Зерттеу кезінде алынған тұжырымдардың дұрыстығына математикалық статистикасыз көз жеткізе алмаймыз. Зерттеушінің тексеріп отырған деректері мен педагогикалық құбылыстардың барлығы статистикалық зерттеудің талаптарын қанағаттандыруы және математикалық өңдеуден өтуі керек.

Тәжірибелі педагог тұлға мен топтарды зерттеу үшін әдістер кешенін кәсіби сауатты анықтай білуі, диагностикалық әдістемелерді әзірлеу дағдыларын меңгеруі, алынған нәтижелерді талдап, шынайы заңдылықтарды және байланысты анықтай білуі тиіс.

Заманауи білім беретін жоғары оқу орнына ғылыми-зерттеу іс-әрекетінің технологиясын игерген және өзін қызықтыратын ғылыми зерттеу аясында педагогикалық зерттеулерді ұйымдастыратын, сонымен қатар, педагогикалық зерттеулердің нәтижелерін түсіндіре алатын қабілеті бар зерттеуші-оқытушы қажет. Зерттеуші алынған нәтижелердің немесе тұжырымдардың қолданылу шекарасын, оларды білім беру ортасында енгізудің кері әсерін және одан әрі зерттеу перспективаларын бағалай білуі керек.

Топтың оқу үлгерімі - болашақ маман тұлғасының қалыптасуына шешуші әсер ететін факторлардың бірі. Оқу үлгерімінің деңгейі емтиханнан кейінгі қорытынды бағалардың орташа мәнімен анықталады. Оқу үлгерімінің қалай көтеруге болады деген сұрақтар



төңірегінде әлемдік көптеген ғылыми жұмыстар жетіп жатыр. Оларды ғаламтордан да таба аламыз.

Қазіргі уақытта оқыту процесінде студенттердің кез-келген пәнінен үлгеріміне сапалық талдаманы әдетте сессия соңында жасаймыз және әр топқа баға беріп жатамыз. Яғни үлгерімді сандар ғана анықтайды. Бірақ, келесі мәселеге назар аударайық. Мысалы, студенттердің оқу үлгерімі жоғары математика пәнінен қарастырылатын болса, топтағы студенттердің бастапқыдағы математикадан білімінің деңгейі әртүрлі болып келеді. Соңғы нәтиже де студенттердің осы бастапқы білім қорына тәуелді екені айтпай-ақ түсінікті. Соған қарамастан, кейбір топтар бастапқы деңгейінен көбірек алға жылжиды. Егер олардың еңбектерін салыстыратын болсақ, үлгерімі басында тәуір таптарға қарағанда жоғары болады. Бірақ, олар, әрине, бір семестр оқып алдыңғы қатарға шығып кете алмайды. Осы айтылғандардан, олардың жұмыс істеу қабілетін қалай бағалауға болады деп ойлайсыз? Студенттердің алдыңғы бақылау нәтижесіне қарап, алдыңғы емтихан нәтижесін болжай аламыз ба? Міне осы сұрақтардың жауабы зерттеу жұмысымыздың мақсатын анықтайды.

**Тақырыптың зерттелу дәрежесі.** Жоғарыда оқырманның үлгерімі туралы көптеген жұмыстар бар дедік. Солардың бірі Киушкина В.Р. жұмысында оқырманның үлгерімі оқу-тәрбие процесіне екі жақтың да қатысуымен: оқырмандар мен мұғалімдердің жемісті жұмысының нәтижесін көрсететін көрсеткіші ретінде қарастырылады. Жоғарғы оқу орнын бітірушінің қалыптасқан құзыреттілігі мен бәсекеге қабілеттілігіне әсер ететін барлық тараптар мен бағыттарды жүргізудің тиімділігі не екенін және бұл көрсеткішке әсер ететін көптеген факторларды анықтаған [1].

Ал Петков А.А., Аксенова В.Н. авторларының жұмысында кәсіптік-техникалық оқыту орындарында оқу топтарының үлгерім нәтижелерінің үлестірім түрін есепке алмай қалыпты үлестірімнің интегралдық функциясын пайдаланғанда қате нәтижелерге әкелгендігі баяндалады. Себебі, осы оқу орнында оқу үлгерімінің нәтижелері қалыпты үлестірімнен басқа әртүрлі заңдылықтарға бағынатыны анықталған.

Кез келген баға диапазоны арасында оқушылардың үлгерімін анықтау үшін келесі формула қолданылады:

$$y = 100\% \cdot \int_{k_1}^{k_2} f(k) dk, \quad (1)$$

мұндағы  $y$  –  $k_1$  –  $k_2$  диапазонында баға алған оқушылардың салыстырмалы саны, %-бен көрсетілген;  $k_2$  – талданатын белгілер диапазонының жоғарғы мәні;  $k_1$  – талданатын белгілер диапазонының төменгі мәні;  $f(k)$  – үлестірімнің ықтималдық тығыздығы және ол үлестірімнің түріне байланысты анықталады [2].

Моисеев В.Б., Зубков А.Ф. және Деркаченко В.Н. авторларының және И.Н. Маслякованың ғылыми зерттеу мақалаларында бастапқы деректерге сүйене отырып, оқушылардың үлгерімін болжау әдістемесін әзірлеу мәселесі маңызды және өзекті екені айтылады. Яғни, белгілі бір студенттер тобы алғашқы рейтингтік деректер негізінде, мысалы, оқудың бірінші семестріндегі нәтижелер белгілі болса, оқуын қандай көрсеткіштермен аяқтайтыны қарастырылады, Математикалық аппарат ретінде Марков тізбектері қолданылады. Бұл әдісті пайдалану үшін ықтималдықтар теориясы мен математикалық статистиканы терең білу қажет [3], [4].

Келесі Помян С.В., Белоконь О.С. авторларының жұмысында мәліметтердің статистикалық әдістерін және зерттеу кезінде алынған мәліметтерді өңдеуге заманауи компьютерлік технологиялардың мүмкіндіктерін пайдаланып арқылы статистикалық моделдерді құру - студенттердің оқу жетістіктерінің қазіргі жағдайын бағалауға және олардың болашақ күйлеріне болжам жасауға мүмкіндік беретіні айтылған деген қорытындыға келеміз [5].

Оқу заставаларында әр семестр сайын жоғары математика пәнінен оқу үлгерімінің өсетіндігін мына статистикадан көруге болады (1 -кесте).

Осы статистикаға қарап «А» бағасының саны 0-ге тең заставадағы үлгерім не кемігенін, ал өссе де өте аз мөлшерде өскенін көруге болады.

1 -кесте-2017-2018 оқу жылындағы математика пәнінен оқу үлгерімі.

Топт ардың№	1- семестр	«А» бағасының саны	«F» бағасының саны	1 курс 2018 жазғы сессия	«А» бағасының саны	«F» бағасының саны	2курс 2018- қысқы сессия	«А» бағасының саны	«F» бағасының саны
1	64,4	1		65,19	1	0	79,84	5	0
2	65,12	3	0	70,44	5	0	77,64	5	0
3	60,88	0	0	59,23	1	2	75,08	3	0
4	63,81	0	2	65,46	1	2	69,83	0	4
5	71,58	2		70,31	4	0	78,96	6	6
6	67,5	3	1	69,68	3	0	77,63	5	0
7	66,31	2		66,62	1	0	67,31	2	
8	63,24	2		68,48	2		68	0	
9	67,88	4		69,92	5		76,5	7	1-к.ж.
10	62,23	4	1	60,52	2	2	72,92	1	1-к.ж.
Орта балы	65,29 5			67,28			74,408		

Осы статистикаға қарап «А» бағасының саны 0-ге тең заставадағы үлгерім не кемігенін, ал өссе де өте аз мөлшерде өскенін көруге болады.

Үлгерім ді  $t$  – уақытқа тәуелді функция  $y(t)$  деп алайық, онда оның өзгеру жылдамдығын оның туындысы  $y'$  сипаттайды. Үлгерімнің өсіуіне «А» бағасының саны, ал кемуіне «F» бағасының саны әсер етіп тұр. Олай болса, заставадағы оқу үлгерімінің жылдамдығы төмендегідей болады.

$$\frac{dy}{dx} = \alpha y - \beta y, \quad (1)$$

$$y(0) = \gamma \quad (2)$$

мұндағы  $\alpha$  – застава үлгерім коэффициенті;  $\beta$  – тежеу коэффициенті;  $\gamma$  – оқу заставасының алдыңғы сессия қорытынды үлгерімі.

Олардың шамасы төмендегідей:

Үлгерім коэффициенті  $\alpha$  заставадағы «А» бағасын алған курсанттар санының заставадағы барлық курсанттар санына қатынасына тең, яғни

$$\alpha = \frac{m}{n},$$

мұндағы  $m$  – заставадағы «А» бағасын алған курсанттар саны;  $n$  – заставадағы барлық курсанттардың саны.

Тежеу коэффициенті  $\beta$  заставадағы «F» бағасын алған курсанттар санының заставадағы барлық курсанттардың санына қатынасына тең, яғни

$$\beta = \frac{k}{n},$$

мұндағы  $k$  – заставадағы «F» бағасын алған курсанттар саны;  $n$  – заставадағы барлық курсанттардың саны.

(1)-(2) моделінің шешімін табайық. (1) теңдеу айнымалылары ажыратылатын дифференциалдық теңдеу. Оны дифференциалдық түрде жазамыз [6].

$$dy = (\alpha - \beta)y dx,$$

Соңғы теңдеудің айнымалыларын ажыратып интегралдаймыз.



$$\int \frac{dy}{y} = (\alpha - \beta) \int dt$$

$$\ln|y| = (\alpha - \beta)t + \ln|C|,$$

$$y = Ce^{(\alpha - \beta)t}$$

Алғашқы шарт (2)-ні пайдаланып, модельдің шешімін аламыз.

$$y = \gamma e^{(\alpha - \beta)t} \quad (3)$$

Біз топтың үлгерім функциясын алдық. Осы функцияны зерттейік. Ол үшін оны түрлендіріп ыңғайлы түрге келтіріп алайық. Үлгерім функциясына үлгерім және тежеу коэффициенттерінің мәндерін әкеп қояйық.

$$y = \gamma e^{\left(\frac{m-k}{n}\right)t} = \gamma e^{\frac{m-k}{n}t}$$

$$y = \gamma e^{\frac{r}{n}t}, \quad (4)$$

мұндағы  $\gamma$  – оқу тобының алдыңғы сессия қорытынды үлгерімі,  $r = m - k$  және  $r \in N$ .

Біз қарастырған 2017-2018 оқу жылындағы 416 оқу заставасының жоғары математика пәнінің үлгеріміне талдау жасайық (2-кесте).

2-кесте - 416 оқу заставасының сессия нәтижелері

416 о/з курсант номері	2017-2018 о.ж. жазғы сессия (1 курс)	2017-2018 о.ж. қысқы сессия (2- курс)
1	58	70
2	77	78
3	53	64
4	53	64
5	52	66
6	53	68
7	58	78
8	67	89
9	92	99
10	99	98
11	88	93
12	69	75
13	75	93
14	78	89
15	64	79
16	66	66
17	77	82
18	91	85
19	72	76
20	62	76
21	75	75
21	59	69
23	53	54
	69,68	77,63

Сонымен, №6 оқу тобының жазғы сессиясы (1-курс) арқылы қысқы сессиясының (2-курс) орташа балын табуымызға болады. Ол үшін құрған модельдің шешімі (4)-формулананы пайдаланамыз. Модельдегі алғашқы шартқа 1-семестр қорытындысын  $\gamma = 69,68\% (0,7)$ ;  $m =$

3,  $k = 0$ , онда  $r = 3 - 0 = 3$ ;  $t \in [0,1]$  сессияның соңы болғандықтан,  $t = 1$ . Онда соңғы сессияда күтілетін үлгерім

$$y = 0,7 \cdot e^{\frac{3}{23} \cdot 1} \approx 79,7.$$

Топтың қысқы сессиядағы орта балы бұл көрсеткішке сәл жетпей тұр. Бұның түсіндірмесі: 16 және 23 нөмірдегі курсанттар бір семестр бойы білімдерінің дәрежесін көтермегендіктен болып тұр.

Сонымен бүгінгі құрылған модель арқылы оқу үлгерімінің келесі сессияда қандай дәрежеге көтерілуі керектігін алдын ала таба аламыз.

Үлгерім функциясындағы  $n$  параметрі айнымалы, ал қалған параметрлер тұрақты деп есептейік. Бұл оқырмандардың жалпы саны өзгерсе де, топтағы «өте жақсы» және «қанағаттанарлықсыз» деген бағалардың саны тұрақты екенін білдіреді. Жаңадан қосылған оқырмандар «жақсы» және «қанағаттанарлық» деген бағаға ғана ие болсын. Біраз уақыттан кейін бұл топтың үлгерім  $i$  қалай өзгереді? Сұрақтың жауабын іздеуге туындының қолданысын пайдаланамыз.

Функцияның бірінші ретті туындысы қандай да бір интервалда оң болса, осы интервалда функцияның өсетіні, теріс болса, функцияның кемитіні білгілі. Сондықтан,  $n$  параметрі бойынша үлгерім функциясының бірінші ретті туындысын алайық.

$$y' = \begin{cases} -\frac{\gamma r t}{n^2} e^{\frac{r}{n} t} < 0, & \text{егер } r > 0 \\ \frac{\gamma r t}{n^2} e^{\frac{r}{n} t} > 0, & \text{егер } r < 0, \end{cases} \quad (5)$$

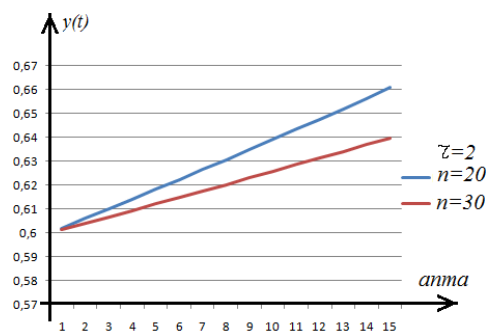
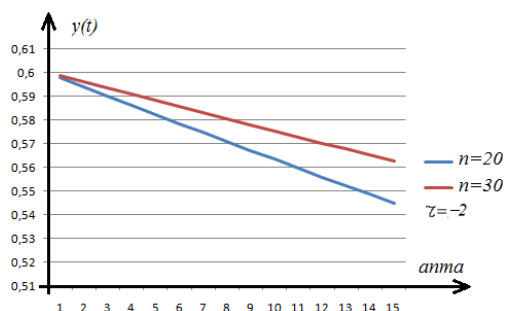
мұндағы  $r$  параметрінің таңбасына байланысты екі жағдайды қарастырамыз. Егер  $r$  параметрі тұрақты және де  $r > 0$  болса, онда топтың үлгерім  $i$  өседі, бірақ  $n$  параметрі өскен сайын білім беру тобының орташа балы баяу өседі. Ал егер  $r$  параметрі тұрақты және де  $r < 0$  болса, онда үлгерім кемиді, бірақ  $n$  параметрі өскен сайын үлгерім баяуырақ кемиді. Мұны мысалмен көрсетейік:

Оқу тобында 20 оқырман бар. Оқу тобының орташа баллы сессияның басында 0,6 (60%) құрады. Егер оқырман тобы 30 болса, үлгерім қалай өзгереді?

Біріншіден,  $r = -2$  болсын (үздік оқушылар саны үлгірмейтіндерге қарағанда 2-ге кем). Онда сессия соңында екі топтың да үлгерім  $i$  төмендейді, бірақ саны  $n = 30$  тең оқу тобының орташа баллы саны  $n = 20$ -ға тең оқу тобының орташа балынан жоғары болады.

Егер  $r = 2$  болсын (үздік оқушылар саны үлгірмейтіндерге қарағанда 2-ге артық). Онда сессия соңында  $r > 0$  болғандықтан оқу заставаларында үлгерім өседі, бірақ саны  $n = 30$  болатын тобының орташа баллы саны  $n = 20$  болатын топтың үлгерімінен төмен.

Үлгерім функциясы уақытқа тәуелді, біз 1 семестрді 1 бірлікке баламалы деп қарастырамыз. Апталар саны 15. Бір семестрдегі уақыт аралығы  $[0,1]$  сегменті болғандықтан, біз осы кесіндіні 15-ке бөліп және интервал ортасын алып үлгерім функциясының  $n$  параметріне тәуелділігін графикпен көрсете аламыз (1-сурет).

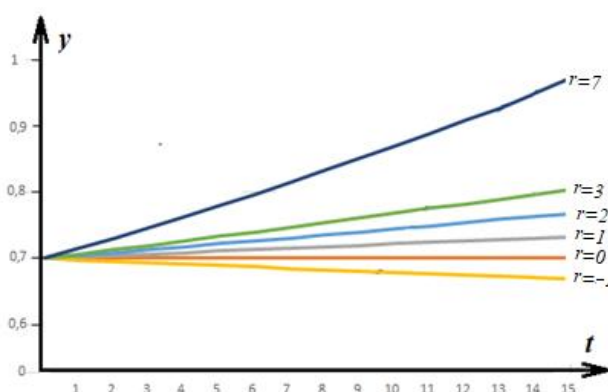


**1-сурет.** Үлгерім функциясының  $n$  параметр мәндеріне тәуелділігі.

Енді (4) формулада  $r$  параметрі айнымалы, ал қалған параметрлер тұрақты болсын.  $r$  параметріне қатысты үлгерім функциясының бірінші ретті туындысын алайық. Параметрдің таңбасы барлық уақытта оң болмағандықтан, біз мынаны аламыз:

$$y' = \begin{cases} \frac{\gamma t}{n} e^{\frac{r}{n}t} > 0, & \text{егер } r > 0 \\ -\frac{\gamma t}{n} e^{\frac{r}{n}t} < 0, & \text{егер } r < 0. \end{cases} \quad (6)$$

Бұл соңғы өрнектен: егер басқа параметрлер тұрақты болса және мәндері  $r > 0$  болса, онда оқу тобының орташа баллы артатыны және  $r < 0$  болса төмендейтіндігі шығады. Мысалы, қандайда бір оқу тобының бір семестрдегі үлгерім  $i$  (алғашқы шарт) ретінде  $\gamma = 0,7$  және  $r := -1,0,1,2,3,7$  мәндері үшін үлгерім функциясының графигін салайық. Бұл жерде  $t \in [0,1]$  аралығын 15 аптаға бөлдік, себебі семестр ұзындығы 15 аптадан тұрады (2-сурет).



**2-сурет.** Үлгерім моделінің  $r$  параметріне тәуелділігі.

Соңғы  $\gamma > 0$  параметрін зерттейік.

$$y' = e^{\frac{r}{n}t}. \quad (7)$$

Соңғы өрнектен әрқашан туынды барлық кезде  $y' > 0$  болатыны шығады. Бұл дегеніміз көрсеткіштік функция  $r < 0$  болғанның өзінде әрқашан оң болғандықтан, үлгерім функциясы  $\gamma$  өскен сайын артады дегенді білдіреді. Яғни, басқа параметрлер тұрақты болғанда, алдыңғы емтиханның қорытынды бағасы неғұрлым жоғары болса, оқу тобының орташа балы соғұрлым жоғары болатыны анық.

Соңғы екі дәлелді бір мысалмен мысалмен көрсетейік:

Застаста 20 курсант болсын. 2-кестедегі  $\gamma$  және  $r$  әртүрлі мәндерінің сессия соңындағы ( $t=1$ ) үлгерім функциясының мәнін  $r$  параметрінің оң мәндерінде есептейік.

2-кесте -  $\gamma$  және  $r$  әртүрлі мәндері үшін өнімділік функциясының мәні

$\gamma \backslash r$	1	2	3	4	5
0,6	0,63	0,66	0,7	0,73	0,77
0,7	0,74	0,77	0,81	0,86	0,9

0.8	0,84	0.88	0.93	0.98	1
-----	------	------	------	------	---

Бірде-бір параметр шетте қалмағанын, барлық параметрлер оқу тобының үлгерім функциясының өзгеруіне әсер ететінін байқадық.

Бізге оқырмандардың бағаларының үлестірімі қалыпты заңнан өзгеше болса, оқу тобының үлгерім ін болжау үшін оқу тобының үлгерім моделін қалай қолдану керектігін талқылау қалады. Оқу тобының үлгерім ін болжау үшін параметрлерге қатысты талданған үлгерім функциясын пайдалануға болады. Параметр  $r = 0$  болғанда үлгерім өзгермейтіні, алдыңғы емтихан нәтижесінің деңгейінде қалатыны белгілі. Оқу тобының алдыңғы емтихан нәтижесін біле отырып, біз алдағы емтиханның күтілетін нәтижесін болжай аламыз. Ол үшін алдыңғы сессияның нәтижесін, ал егер пән бір семестр ғана оқылатын болса, онда бірінші ағымдық бақылаудың нәтижесін алуға болады. Бір семестрдегі уақыт аралығы  $[0,1]$  сегменті болғандықтан, біз бақылайтын сессияның соңы деп  $t = 1$ . қабылдаймыз.

Параметрлерге қатысты үлгерім функциясын зерттегенде  $r$  параметрінің таңбасы оқу тобының үлгерім көрсеткіштеріне қатты әсер ететінін көрдік. Әріптік әр түрлі таңбадағы эквиваленті В-ға тең баға алған оқырмандар келесі бақылау сатысында үлгерім деңгейін көтеріп жататынын статистикадан көруге болады. Бұл жағдай оқу тобының үлгерім орта балына да әсер етеді.

Бізде:  $m_1$ - «өте жақсы» деген баға алған оқырмандар саны;  $m_2$  - В+ бағасын алған оқырмандар саны;  $m_3$  - В бағасын алған оқырмандар саны;  $m_4$ - «-» В бағасын алған оқырмандар саны болсын.

Онда келесі белгілеулерді енгіземіз:

$$r_1 = m_1 - k,$$

$$r_2 = m_1 + m_2 - k,$$

$$r_3 = m_1 + m_2 + m_3 - k,$$

$$r_4 = m_1 + m_2 + m_3 + m_4 - k,$$

мұндағы  $r_i$ ,  $i = 1, 2, 3, 4$  коэффициенттерін үлгерім ді реттеу кэффиценттері деп атайық.

Егер емтиханнан кейін пән бойынша оқу тобының орташа баллы  $\gamma$ -ден төмен емес және  $r_1$ -ден көп болмаса, яғни:

$$y(r = 0) \leq y < y(r_1),$$

онда оқу тобының емтиханға дайындығын «орташа» деп атаймыз.

Емтиханнан кейін пән бойынша оқу тобының орташа баллы  $y(r_1)$  төмен емес және  $y(r_2)$ ,баллынан көп болмаса, яғни:

$$y(r_1) \leq y < y(r_2),$$

онда оқу тобының емтиханына дайындықты «ортадан жоғары» деп атаймыз.

Емтиханнан кейін пән бойынша оқу тобының орташа балы  $y(r_2)$ -ден кем емес және  $y(r_3)$ -ден көп болмаса, яғни:

$$y(r_2) \leq y < y(r_3),$$

онда оқу тобының емтиханға дайындығы «жақсы» деп атаймыз.

Егер емтиханнан кейін пән бойынша оқу тобының орташа баллы  $y(r_3)$  төмен болмаса, яғни:

$$y(r_3) \leq y,$$

онда оқу тобында емтиханға дайындығы «өте жақсы» деп атаймыз.

Егер емтиханның қорытынды бағасы алдыңғы емтиханның нәтижесінен төмен болса, яғни

$$y < \gamma,$$

онда оқу тобының емтиханға дайындығын «қанағаттанарлықсыз» деп атаймыз. Мысал қарастырайық.

«Жоғары математика» пәні бойынша емтихан нәтижелері болсын (3-кесте). Күтілетін нәтиже қандай болды және оқырмандар алдағы емтиханға қалай дайындалды?

3-кесте - «Жоғары математика» пәні бойынша Емтихан нәтижесі

Топ нөмірі	Оқырмандар	Алдыңғы сессия нәтижесі ( $\gamma$ )	Бағалар саны					Емтихан қорытындысы
			$m_1$ : A, A+	$m_2$ : B+	$m_3$ : B	$m_4$ : B-	F	
1	15	67,60	3	0	1	1	2	70,70
2	16	63,63	1	1	1	1	1	75,63
3	17	63,59	1	1	0	2	3	71,06
4	16	64,31	0	2	1	1	1	76,00
5	15	65,27	0	2	1	1	1	70,33
6	17	67,12	1	1	3	2	3	71,53

«Жоғары математика» пәні бойынша емтиханның күтілетін нәтижесін есептеу үшін №1 оқу заставасында:  $r_1 = m_1 - k = 3 - 2 = 1$ ,  $\gamma = 67,6$ ;  $n = 15$ ,  $t = 1$ ,  $e = 2,7$  мәндерін пайдаланып калькуляторға  $67,6 * 2,7^{(1/15 * 1)}$  формуласын тереміз, немесе EXCEL бағдарламасын пайдалануға болады (4-кесте).

4-кесте. - Емтиханның күтілетін нәтижесі

Топ нөмірі	Оқырмандар саны ( $n$ )	Алдыңғы сессия нәтижесі ( $\gamma$ )	Үлгерім ді реттеу коэффициенттері				Күтілетін нәтиже: $r_1, r_2, r_3, r_4$				Емтихан қорытындысы
			$r_1$	$r_2$	$r_3$	$r_4$	$y(r_1)$	$y(r_2)$	$y(r_3)$	$y(r_4)$	
411	5	67,60					<b>72,23</b>	72,23	77,17	82,46	<b>70,70</b>
412	6	63,63					63,63	67,71	72,04	76,66	<b>75,63</b>
413	7	63,59	2	1	1		56,58	59,99	59,98	67,42	<b>71,06</b>
414	6	64,31	1				60,44	68,43	72,81	77,47	<b>76,00</b>
415	5	65,27	1				61,09	69,74	74,51	79,61	<b>70,33</b>
416	7	67,12	2	1			59,72	63,31	75,44	84,79	<b>71,53</b>

Қорытынды бағаны пайдалана отырып, оқу топтарының емтиханға дайындығын бағалайық:

№1 топта – «орташа»;

№5, №6 топтарда - «жақсы»;

№2, №3, №4 топтарда – «өте жақсы» дайындық.

Бұл жерде №2, №3 оқырманның дайындығына назар аударған жөн. Бұл топтардың алдыңғы сессиядағы орташа балдары бірдей болғанымен, соңғы емтихандағы қорытынды балдары әртүрлі. Бұған №3 тобының үлгерім ді реттеу коэффициенті теріс болуы әсер етті, бірақ соған қарамастан олардың емтиханға дайындығы жоғары болды.

**Қорытынды.** Сонымен, біз үлгерім функциясын толығымен зерттеп, оны не үшін пайдалану керектігін білдік.

Алдағы күтілетін емтихан нәтижесін үлгерім ді реттеу коэффициенттері арқылы болжауға болады. Егер күтілетін нәтиже «төмен» болса, әрине, курсанттың үлгеріміне назар аударып, семестр ішінде осы пән бойынша оқу тобының өзіндік дайындығын бақылау қажет.

**Ұсыныстар.** Емтихан тапсырылғаннан кейін оқу тобының дайындығын, олардың ұйымдастырылуын және оқытушы мен оқу тобы жетекшісінің жұмысын бағалауға болады.

Сондай-ақ үлгерім функциясы өте қарапайым және оны болжау процесінде пайдалану математиканы терең білуді қажет етпейтінін атап өткен жөн, яғни әрбір математик емес мұғалімнің өзі сабақ жүргізетін тобының емтиханнан күтілетін нәтижесін болжау мүмкіндігі бар.

#### Пайдаланған әдебиеттер тізімі

1. Киушкина В.Р. Успеваемость студентов – объединение в успешной сотруднической деятельности обучаемого и преподавателя // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 12(6). – С. 1042-1046.

2. Петков А.А., Аксенова В.Н. Анализ успеваемости учебной группы с использованием интегральной функции распределения результатов контроля знаний // Професійна освіта: теорія і практика. Науково-методичний журнал. №1-2 (15-16). 2002, - С. 81 – 94.

3. Моисеев В.Б., Зубков А.Ф., Деркаченко В.Н. Прогнозирование успеваемости студентов по общепрофессиональным и специальным дисциплинам на основе регрессионных моделей // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика, телекоммуникации и управление - 2010.- №6(113). - С. 169–173.

4. Маслякова И.Н. Модель процедуры обучения как марковского процесса // Обозрение прикладной и промышленной математики-2011.- Т.18.- №1.- С. 128.

5. Помян С.В., Белоконь О.С. Прогноз результатов успеваемости студентов вуза на основе марковских процессов // Вестник Вятского государственного университета, 2020.- № 4 (138). -С. 63-73.

6. Наурызбаева Р.М., Қарапайым дифференциалдық теңдеулер: оқу-әдістемелік құралы- Алматы: ҚР ҰҚК Шекара қызметі Академиясы, 2015.-292 б.

7.

#### References

1. Kiyshkina V.R. Úspevamosť štýdentov – obednenie v úspešnoi sotryđnicheskoj deiatelnosti obyčhaemogo i prepodavatelya // Mejdýnarodny jýrnal prikladnyh i fýndamentalnyh issledovanií. – 2016. – № 12(6). – S. 1042-1046.

2. Petkov A.A., Aksenova V.N. Analiz úspevamosťi ýchebnoi grýppu s ispolzovaniem integralnoi fýnktsii raspredelenia rezýltatov kontrolya znanií // Profesiina osvita: teoriia i praktika. Naýkovo-metodichnij jýrnal. №1-2 (15-16). 2002, - S. 81 – 94.

3. Moiseev V.B., Zýbkov A.F., Derkachenko V.N. Prognozirovanie úspevamosťi štýdentov po obeprofessionalnym i spetsialnym distsiplinam na osnove regressionnyh modelei // Naýchno-

tehnicheskie vedomosti Sankt-Peterbúrgskogo gosýdarstvennogo politehnicheskogo ýniversiteta. Informatika, telekommúnikatsii i úpravlenie - 2010.-№6(113).- S. 169–173.

4. Masliakova I.N. Model protsedýry obýcheniia kak markovskogo protsessa // Obozrenie prikladnoi i promyshlennoi matematiki-2011.- T.18.- №1.- S. 128.

5. Pomian S.V., Belokon O.S. Prognoz rezýltatov ýspevaemosti stýdentov v ýza na osnove markovskih protsessov // Vestnik Viatskogo gosýdarstvennogo ýniversiteta, 2020.- № 4 (138). -S. 63-73.

6. Naýryzbaeva R.M., Qarapaym differentsialdyq teńdeýler: oqý-ádistemelik quraly- Almaty: QR UQK Shekara qyzmeti Akademiiasy, 2015.-292 b.

Материал 03.11.22 баспаға түсті.

DOI 10.53364/24138614\_2022\_27\_4\_88  
UDC 004.7

**Belginova S.A.**  
Turan University, Almaty, Kazakhstan.

*E-mail:* [sbelginova@gmail.com](mailto:sbelginova@gmail.com)

## OPTICAL INTERNET OF THINGS ОПТИЧЕСКИЙ ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ ЗАТТАРДЫҢ ОПТИКАЛЫҚ ИНТЕРНЕТІ

**Abstract.** The article reveals the existing problems for the widespread adoption of the Internet of Things technology, presents promising areas based on optical wireless communications for implementing intelligent life support systems.

**Keywords:** Internet of Things, optical wireless communication, data transmission, Visible Light Communications, optical camera.

**Аннотация.** В статье раскрыты существующие проблемы для широкого внедрения технологии Интернета вещей, приведены перспективные направления на основе оптической беспроводной связи для реализации интеллектуальных систем жизнеобеспечения.

**Ключевые слова:** Интернет вещей, оптическая беспроводная связь, передача данных, Visible Light Communications, оптическая камера.

**Аңдатпа.** Мақалада интернет заттардың технологиясын кеңінен енгізу проблемалары қарастырылған, өмірді зияткерлік жүйелерді енгізу үшін оптикалық сымсыз байланыс негізінде перспективалық бағыттар берілген.

**Түйін сөздер:** заттар интернеті, оптикалық сымсыз байланыс, деректерді беру, Visible Light Communications, оптикалық камера.

**Introduction.** The beginning of the rapid growth of the Internet of Things is considered to be the year 2011, when international analytical companies recorded an excess of the number of connected physical objects over the number of connected people. But back in 2001, a report by the U.S. National Research Council predicted: "The number of physical devices with embedded computers connected to networks will grow rapidly... This will radically change human interaction with the world around us.

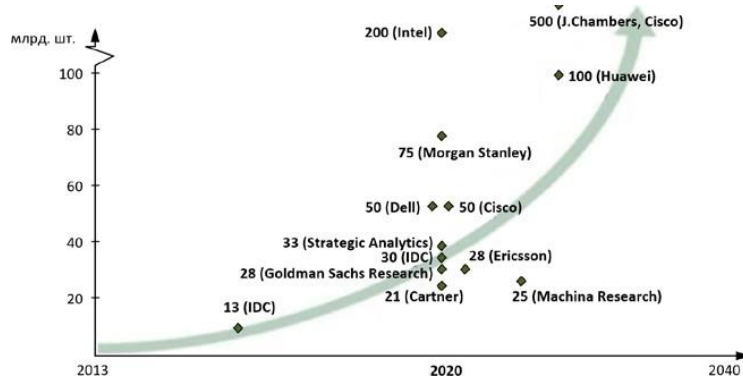
The Internet of Things (IoT, Internet of Things) is a network of physical objects equipped with embedded technologies for interacting with each other or the external environment," as defined by Gartner, a leading research and consulting company specializing in information technology markets. As the IoT paradigm opens up opportunities for innovation that foster interaction between objects and people, it enables the creation of smart cities, infrastructures and services to improve quality of life and efficient use of resources.

**Scientific news.** Most international analytical agencies give high estimates to the growth of the number of co-branded devices in the world. In 2016, at the Internet of Things World conference (Santa Clara, USA), the SigFox company provided projected data from various companies (Fig. 1). The graph shows that the values differ by an order of magnitude, for example: analysts from Gartner stated that the number of connected devices in 2020 will reach 21 billion units, and specialists from Intel for the same year are given the value of 200 billion units.

In May 2019, experts from Strategy Analytics published data on the connection of 22 billion units in 2018. This forecast, as well as real data on the growth rate of the Internet of Things market, dictates



that industrial companies, platform and application developers invest in the development and promotion of this segment.



**Figure 1.** Forecast of IoT implementation in the world by the number of connected devices, billion units.

In the IoT, every object or object is virtually connected and the Internet becomes the infrastructure to support the connections of these interconnected objects. As more and more devices evolve to use the wireless network, there is a significant increase in traffic and the need for spectrum expansion. The key requirements of IoT systems are: low device cost, low deployment cost, high energy efficiency, high security and privacy, and support for a huge number of devices. The widespread adoption of devices in smart environments presents a major challenge for communications service providers to provide cost-effective, high-quality wireless connectivity.

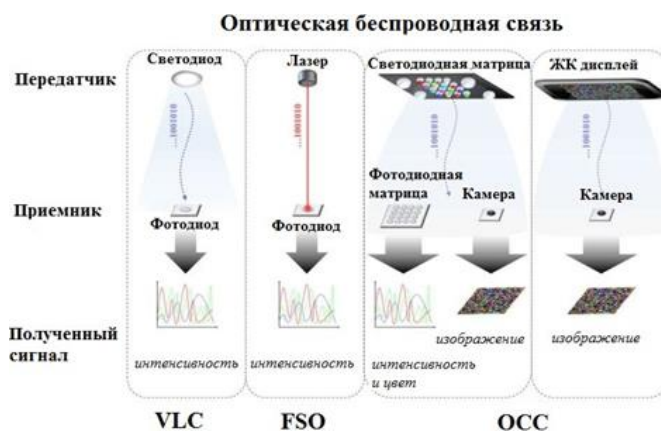
The optimal radio frequency for use in the 1-2 GHz band is already overloaded. Therefore, spectrum shortages, called spectrum crises, must be addressed with appropriate countermeasures in wireless communications systems.

To meet the growing demand of the wireless network, either increasing bandwidth or increasing spectral efficiency must be used. However, increasing spectral efficiency is slow and cannot meet the rapidly increasing demand. Using new spectrum becomes a unique solution.

In parallel with the development of technology in the field of radio frequency, there is potential for the use of optical wireless communication (Optical Wireless Communication, OWC) as a new generation communication system. OWC technologies have a number of unique advantages, such as wide spectrum, high data transmission speed, low latency, high security, low cost and low power consumption [4-6].

Three basic bands of ultraviolet, infrared and visible light can be used in optical wireless communication. Within the last two bands communication is possible through visible light (Visible Light Communications, VLC), wireless optics (Free Space Optics, FSO) and through an optical camera (Optical Camera Communications, OCC), which could potentially be considered for the implementation of IoT technology. Fig. 2 shows schemes of data transmission via optical wireless communication. Each of these technologies has individual distinct features and some limitations.

VLC technology uses LED lights and photo detectors to provide simultaneous data transmission and indoor lighting. Visible wavelength range ~370-780 nm provides a bandwidth of ~400 THz, which is 10,000 times the radio frequency bandwidth [9]. In addition, VLC technology includes intrinsic security at the physical level, resistance to radio frequency electromagnetic interference and free licensing. LEDs have a number of advantages over existing lighting infrastructure: lower power consumption, longer lifetime, high energy efficiency, convenient maintenance, low heat generation characteristics and high switching speed.



**Figure 2.** Diagrams of data transmission over optical wireless communication.

VLC is capable of high data rates in the range of tens of meters, but does not account for multiuser access. In contrast to VLC bi-directional data transfer Li-Fi (Light Fidelity) is a network technology based on LED re-sensors, which includes multi-user access, bi-directional communication. Li-Fi is similar to Wi-Fi technology: it realizes high-speed wireless connection together with lighting, using LEDs as transmitters and photodetectors as receivers; visible light is used for the forward path and infrared port or visible light is used as the communication medium for the backward transfer. Receivers in most user devices, such as smartphones, are not equipped with high-power LEDs; thus, uplink communication in VLC and Li-Fi is not good enough at the moment.

**The peculiarity.** FSO technology transmits data in the infrared part of the spectrum. The transceiver module includes a high-power laser diode for signal transmission and a highly sensitive photodiode for reception (Fig. 2). The wavelength in the existing systems depends on the used laser diode and varies in the range of 700-950 nm or 1550 nm. The FSO equipment operates in the ~400 THz range and requires no licensing or frequency allocation procedure. FSO solutions in the wireless backhaul market currently support speeds of up to 30 Gbps, which is considered the highest ever recorded.

FSO channels are immune to any type of electromagnetic interference from RF devices and communication lines. Due to this you can achieve a high density of coverage without problems with interference from simultaneous operation of multiple systems. It has high confidentiality. The signal can only be intercepted by placing scanners-receivers directly in the narrow beam from the transmitters. Deployment and dismantling of the system is easy to perform in a few hours to establish connections between blocks of FSO transceivers. It can operate both indoors and outdoors at high data transmission rates of up to several kilometers, while visible light communication can reach short distances of a few meters. The advantages of FSO technology make it attractive for a variety of military and civilian applications compared with traditional communications networks.

**The importance of work.** The main problems for widespread implementation are related to the dependence of FSO on weather conditions and the need to ensure direct line of sight between the transmitter and receiver.

All receivers of FSO, VLC and Li-Fi technologies consist of photodetectors, which are rarely used in modern receivers, and the cost of commercialization to change the receiver structure is high.

In the last few years, smart devices with built-in additional high-resolution metal-oxide-semiconductor cameras have appeared.

Most next-generation smartphones have built-in CMOS cameras that provide photo and video capabilities and can be used for data transfer and localization.

The VLC smartphone or video camera within wireless optical communications is considered a candidate for the IEEE802.15.7r1 standard and is referred to as the OCC. OCC is an extension of VLC with the advantage of no additional hardware at low data rates and indoor positioning.

Unlike conventional VLC systems, which use a photodetector as the receiver, OCC uses a CMOS camera as the receiver, embedded in today's standard smartphones, digital cameras, car rear cameras, surveillance cameras. That is, OCC captures two-dimensional data in the form of image sequences, which allows more information to be transmitted compared to photodetector-based VLC. OCC technology is making significant progress in key applications in the fourth industrial revolution.

In terms of infrastructure, the described technologies have differences in the type of transmitter, receiver and communication facilities. Table 1 compares the performance of the OWC technologies.

Table 1. Comparative performance of OWC technologies

Indicators	VLC	Li-Fi	FSO	OCC
Communication topology	Unidirectional or bidirectional	Bidirectional	Unidirectional or bidirectional	Unidirectional
Communication range	20 m	10 m	over 10,000 km	60 m
Cell phone support	not necessarily	by all means	not available	not necessarily
Interference level	low	low	low	not available
Data rate	10 Gbps using LEDs	10 Gbps using LEDs	40 Gbps	55 Mbps
Security	High	High	High	High

Figure 3. Shows the features and benefits of optical wireless communication in IoT technology.



Figure 3. Benefits of the Optical Internet of Things

**The result of the work.** At present, radio-frequency systems cannot meet the high demands of future communications networks. Optical wireless communication technologies are the best complementary solution. VLC and OCC-based offerings can pave the way for deploying optical IoT networks to realize intelligent and cost-effective environments.

**References**

1. World experience and prospects for the development of the Industrial Internet of Things in Russia. – URL:<https://center2m.ru/>
2. Internet of Things, IoT, M2M (мировой рынок). – URL:<http://www.tadviser.ru/index.php/>
3. Uysal M., Capsoni C., Ghassemlooy Z., Boucouvalas A. and Udvary R.E. Optical wireless communications – An emerging technology. – Springer, 2016.
4. Ghassemlooy Z., Zvanovec S., Khalighi A.M., Popoola O.W., Perez J. Optical wireless communication systems // Optik. – 2017. – Vol.151. – Pp. 1-6.
5. Chowdhury M.Z., Hossan M.T., Islam A., Jang Y.M. A comparative survey of optical

wirelesstechnologies: Architectures and applications // IEEE Access. – 2018. – Vol. 6. – Pp. 9819-10220.

6. Teli S.R., Zvanovec S., Ghassemlooy Z. Optical Internet of Things within 5G: Applications and Challenges // IEEE International Conference on Internet of Things and Intelligence System. – 2018.

7. Chowdhury M.Z., Shahjalal Md., Hasan M.K., Jang Y.M. The Role of Optical Wireless Communication Technologies in 5G/6G and IoT Solutions: Prospects, Directions, and Challenges, 2019.

8. The use of visible light waves for broadband communication: Report MCЭ-R. – Женева, 2019.

9. Ghassemlooy Z., Alves N.L., Zvanovec S. and Khalighi A.M. Visible Light Communications: Theory and Applications. — CRC Press, 2017.

10. Difference between Li-Fi and Wi-Fi. – URL: <http://www.rfwireless-world.com/Terminology/LiFi-vs-WiFi.html>

11. Organization of the transport network using the system FSO. – URL: <https://studbooks.net/2087949/>.

12. URL:<http://artolink.com/page/products/free-space-optics-Artolink-30Gbps/>.

13. Kuppusamy P., Muthuraj S., Gopinath S. Survey and challenges of Li-Fi with comparison of Wi-Fi // International Conference on Wireless Communications, Signal Processing and Networking. — Chennai, India, 2016. — Pp. 896-899.

14. Kaushal H., Kaddoum G. Optical communication in space: Challenges and mitigation techniques // IEEE Commun. Surv. Tutor. – 2016. – Vol. 33(99). – Pp. 57-96.

15. Singh R., Sharma D. Performance Evaluation of Free-Space Optical Communication using Linear Polarization Shift Keying Modulation // International Journal of Enhanced Research in Management & Computer Applications. – 2016. – Vol. 5, Issue 12. – Pp. 30-35.

16. Boubezari R., Minh L.H., Ghassemlooy Z. and Bouridane A. Smartphone camera based visible light communication // Journal of Lightwave Technology. – 2016. – vol. 34, no. 17. – pp. 4121-4127.

17. Saeed N.R., Guo S., Park K.H., Al-Naffouri T.Y., Alouini M.S. Optical Camera Communications: Survey, Use Cases, Challenges, and Future Trends // Physical Communication. – 2019. – Vol. 37.

18. Jang M.J. IEEE 802.15 WPAN 15.7 Amendment - Optical camera communications Study Group(SG 7a), 2016.

19. Le N. and Jang M.J. Performance evaluation of MIMO optical camera communications-based rolling shutter image sensor // in Eighth Int'l. Conf. Ubiquitous and Future Networks. – Vienna, Austria, 2016.

20. Bodrenko A.I. Method of organizing OCC wireless computer network — URL: <http://vixra.org/pdf/1612.0046v1.pdf>

21. Cahyadi A.W., Kim H.Y. and Chung H.Y. Mobile phone camera based indoor visible light communications with rotation compensation // IEEE Photonics Journal. – 2016. – Vol. 8, no. 2. – Pp. 1-8.

22. Takai I., Ito S., Yasutomi K., Kagawa K., Andoh M. and Kawahito S. LED and CMOS image sensor based optical wireless communication system for automotive applications // IEEE Photonics Journal. — 2013. — Vol. 5, no.5

23. Teli S., Anugrah A.W. and Chung H. Y. High-speed optical camera V2V communications using selective capture // Photonic Network Communications. – 2018. – Pp. 1-7.

The material was received by the editorial office on 03.11.2022.

DOI 10.53364/24138614\_2022\_27\_4\_93  
UCD 007,621.391

<sup>1</sup>Keribayeva T.B\*, <sup>1</sup>Muratkhan B., <sup>1</sup>Kaipbek G., <sup>1</sup>Lekerova F.  
<sup>1</sup>JSC «Academy of Civil Aviation», Almaty, Kazakhstan

\*E-mail: [talshyn.keribayeva@agakaz.kz](mailto:talshyn.keribayeva@agakaz.kz)

## DEVELOPMENT OF LED LIGHTING SYSTEM WITH DATA TRANSMISSION FUNCTION BASED ON VLC TECHNOLOGY

### VLC ТЕХНОЛОГИЯСЫНА НЕГІЗДЕЛГЕН ДЕРЕКТЕРДІ ЖАСАУ ФУНКЦИЯСЫ БАР ЖАРЫҚДИОДТЫ ЖАРЫҚ БЕРУ ЖҮЙЕСІН ӘЗІРЛЕУ

### РАЗРАБОТКА СВЕТОДИОДНОЙ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ С ФУНКЦИЕЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ VLC

**Abstract.** In this paper, we study the amplitude-frequency characteristics of light-emitting diodes of visible light, the principle of their action, and the technical characteristics necessary for constructing networks using VLC technology.

**Keywords:** networks, data transmission, data reception, LEDs, Li-Fi, VLC, lighting device, software.

**Аңдатпа.** Осы мақалада жарық сәуле шығару жарық диодтарының амплитудалық-жиіліктік сипаттамаларын, олардың әрекет ету қағидатын және VLC технологиясын қолданып, желілерді құру үшін қажетті техникалық сипаттамалары зерттеледі.

**Түйін сөздер:** желілер, деректерді беру, деректерді қабылдау, жарық диодтары, Li-Fi, VLC, жарықтандыру құрылғысы, бағдарламалық қамтамасыз ету.

**Аннотация.** В данной статье изучаются амплитудно-частотные характеристики светоизлучающих диодов видимого света, принцип их действия и технические характеристики, необходимые для построения сетей с использованием технологии VLC.

**Ключевые слова:** сети, передача данных, прием данных, светодиоды, Li-Fi, VLC, осветительный прибор, программное обеспечение.

Wi-Fi is currently the most widely used data transmission technology. Its use helps to set up local computer networks and allows you to connect and transfer data to mobile devices. However, the technology has limits on the data rate associated with the wavelength of electromagnetic radiation. Based on medical studies, the radiation intensity in the vicinity of the router provided that a large number of users are connected may have a harmful effect on human health. One of the ways to improve data transmission characteristics in wireless networks can be the use of the optical wavelength range. This was made possible by the advent of white LEDs used for lighting. Since 2011, a new VLC (Visible Light Communication) technology has been rapidly developing, allowing the light source not only to illuminate the room but also to transmit information using the same light signal [1]. VLC uses visible light in the optical spectrum (about 400-800 THz). This technology can use fluorescent lamps for signaling at about 10Kbps or LEDs for signaling at about 500Mbps. The article describes a prototype of a new generation wireless data network Li-Fi (Light Fidelity or Light-based Wi-Fi) based on an LED system used to illuminate a room.

Since 2011, Harald Haas, a specialist in optical wireless data transmission and a professor at the University of Edinburgh (Edinburgh, United Kingdom), has seriously promoted a new technology

for wireless data transmission via a flashing LED [2, 3]. At that time, most university professors decided that the idea was certainly interesting but hardly feasible. Four years later, Haas created the first router that works according to his concept. This technology is called Li-Fi. The new router showed amazing features. It surpassed Wi-Fi in speed by 100 times. The new router achieved a record data transfer rate of 224 Gbps in lab conditions. The test was carried out by the Estonian company Velmenni in the laboratory. Haas provided his first solar-powered router to make network access offline. Currently, the router has a stable data transfer rate of 10 Gbps due to the barely noticeable blinking of L.E.D [4].

To bring the first mass-produced systems to the European market, Li-Fi inventor Harald Haas merged his pure company with Lucibel to collectively develop and effectively drive innovation closer to the average consumer to make Li-Fi the mainstream for users to access the network.

The core of the technology works according to the following scheme. Three color channels thumbnail

L.E.D. (red, green, and blue) transmit data in parallel up to 3.5 Gbps. As a result, we can get 10 Gbps. Turning the lights on or off happens at breakneck speed, which creates a huge collection of binary data.

This is called orthogonal frequency division multiplexing (OFDM) digital modulation and allows millions of light beams to be transmitted at different intensities per second. Prof. Haas demonstrates this with an example of a showerhead that is worn strictly parallel, the light in a Li-Fi system works the same way.

Meanwhile, Chinese and German researchers became interested in researching this topic. Back in 2011, the Germans were able to achieve data transfer with a record speed of 800 Mbps at a distance of 1.8 m, and the Chinese connected 4 computers to the Internet at a speed of 150 Mbps. Prof. Haas stressed that lightwave technology is more secure than Wi-Fi. Wi-Fi networks are known to be easy to hack from the outside and intercept files as radio waves travel through walls outside.

Li-Fi, meanwhile, can theoretically only be used if you're in the same room as the transmitter and receiver, since light can't pass through walls. Thus, a reliable barrier is installed for violators, they will not be able to hack or intercept anything either from the street or even from the next room.

But first of all, the advantage of Li-Fi lies in its high speed and low power consumption (at best, the efficiency of standard routers reaches 5%).

Certainly, there are future prospects for this technology. Visible light waves have a very wide frequency band, 4 times as wide as radio waves. There is no risk of network congestion, and neither speed nor network performance is lost, like Wi-Fi [5].

LEDs are widespread. The infrastructure is almost there, and in addition, LEDs can perform two roles at the same time - a data transmitter and a light source. But there is another question: how well does the system work in a lit room or bright sunlight? However, developers have high hopes for VLC for data transmission using visible light [6].

The high data rate of Li-Fi already makes it possible to successfully transmit video streams in HD format, while maintaining the high energy efficiency of the system [7]. Another advantage over Wi-Fi is the accuracy and stability when connecting to the Internet inside buildings. The problem of the weak and discontinuous signal areas is solved due to the arrangement of distributed LED transmitters [8].

Most articles on data transmission using visible light provide a general scheme for the operation of VLC and Li-Fi technologies. However, circuit diagrams are rarely given. Usually, circuit diagrams are not described in detail and their operation is not discussed. This article describes in detail the scheme for transmitting an audio signal using a white LED used in lighting systems.

A block diagram of data transmission using an LED lighting device is shown in fig. 1. The transmission unit of the system consists of three parts:

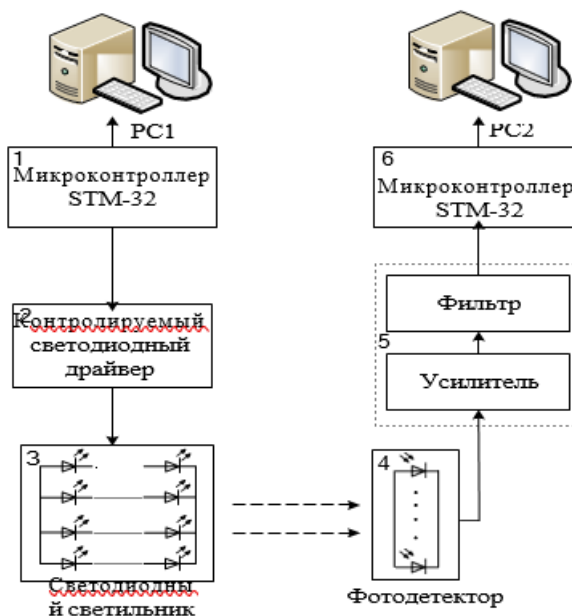
1. Block 1 - preparation of data in a specific format. We use the STM 32 microcontroller, which allows us to match the signal coming from a personal computer (PC) with the lighting control system.



2. Block 2 - lighting control. This can be a standard driver built based on MAX16800 or LM3404HV microcircuits, which support dimming mode. You can also use the control scheme (Fig. 2).

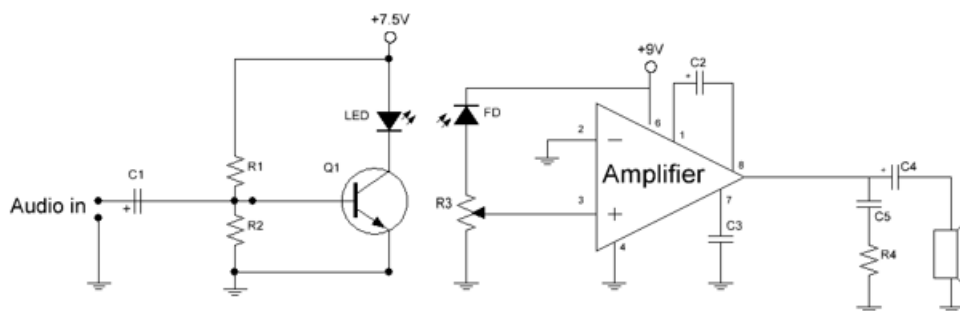
3. Block 3 - LED lamp 3 (LFL), used by us in our experiments, consisting of 4 LED strips, each of which includes 8 serially connected Nichia LEDs with a power of 1 W.

The receiving unit also consists of three parts: a photodetector 4 based on a line of photodiodes, then a signal amplifier with a high and low pass filter 5, and a matching device 5. We also use the STM 32 microcontroller.



**Figure 1.** Structural diagram of a data transmission system based on VLC technology.

To demonstrate the operation and testing of such a circuit, we created a mock-up, the schematic diagram of which is shown in Fig. 2.



**Figure 2.** Schematic diagram of a sound transmission device using a white LED.

In this circuit, we used an amplifier assembled based on transistor Q1 as a control for the LED, which provides the necessary current for the LED. We worked with a BC337 transistor (originally with 2N2222A, and 2N4401 transistors). For the BC337 transistor, the values of the circuit elements were as follows:  $C1=2.2\mu\text{F}$ ,  $R1=4.7\text{k}\Omega$ ,  $R2=1\text{k}\Omega$ . A Nichia LED (NCSL219B) with a nominal value of 1 W was used. The lighting characteristics of the LED were previously well studied by us, and this LED was used by us in the design of lamps and the installation of the LED system for lighting office premises [9].

Studies of the frequency characteristics of this LED showed that for a signal frequency of 250 kHz, the signal does not change in amplitude. Further, at a frequency of 3.4 MHz, a decrease from

the original signal to a level of 3 dB is observed. This means that data transmission using this LED in lighting systems will be limited to 3.2 Mbps.

A BPW34S photodiode was used in the receiving path. After the photodiode, the signal was amplified using an amplifier assembled on an LM386 chip. The ratings of the elements of this amplifier are as follows:  $C_2=10\mu\text{F}$ ,  $C_3=0.1\mu\text{F}$ ,  $C_4=250\mu\text{F}$ ,  $C_2=0.05\mu\text{F}$ ,  $R_3=10\text{k}\Omega$ ,  $R_4=10\text{k}\Omega$ . For the normal operation of the above circuit, it is necessary to switch it on in a room without natural light in order to remove interference from the power supply of lighting devices. So, in bright sunlight, it was not possible to carry out data transmission.

If the input and output of this circuit are connected to microcontrollers (Fig. 1), then the sound is transmitted in real-time from one computer PC1 to another PC2.

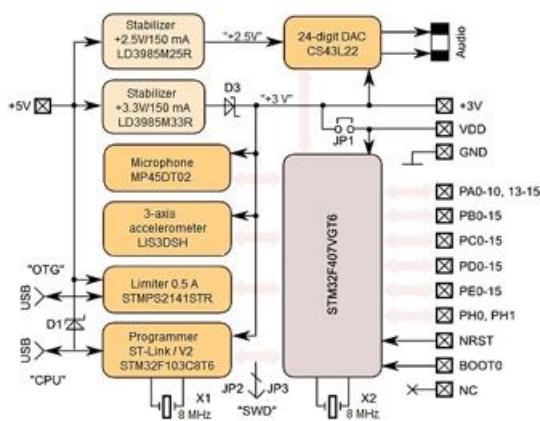
To organize sound transmission from one personal computer to another, we used the STM32F4 Discovery microcontroller. For the transmitting channel, a USB input was used, the signal from which was converted using a 24-bit digital-to-analog converter and fed to the input of the LED control circuit.

An I/O port was used for the receiving channel. The signal to the port came from the amplifier after the  $C_4$  low-pass filter. Then the signal was digitized and transmitted via USB to a personal computer. The general block diagram of the STM32F4 Discovery board is shown in fig. 3. The choice of this board for the experiment was due to the fact that such an assembly has all the necessary components for working with sound: an analog input-output port, a 24-bit digital-to-analog converter connected to the audio connector, a USB port for data exchange with a computer. In addition, this board has a low cost (less than \$10).

The microcontroller control program was standard. An example is an implementation made in the articles [9, 10]. When playing sound in real-time using microcontrollers, there was practically no distortion.

However, detailed studies of the frequency characteristics of the transmit-receive communication channel based on white light, described in this work, have not been carried out.

The appearance of the layout, assembled according to the scheme (Fig. 1), is shown in fig. 4.



**Figure 3.** Block diagram of STM32F4. **Figure 4.** Appearance of the installation layout Discovery.

Headphones were used to control the sound quality, and a laptop was used to analyze the frequency characteristics of LEDs, program the microcontroller, and monitor the operation of the entire circuit.

The work demonstrates the transfer of data (sound) from one computer to another using VLC technology, while the implementation of the transfer was carried out using a simple circuit and a common element base. To organize a data transmission network, it is necessary to use data transmission protocols, such as TCP / IP, and at the physical level, the system described above uses



microcontrollers. To increase the data transfer rate, it is necessary to use modulation of each color of the white LED. In this case, as a transmitting receiving path of the network, hardware is required that supports higher frequencies. So, for high frequencies of the order of 100 MHz, the sensitivity of the LED drops by 12-13 dB. This circumstance suggests that it is necessary to use more powerful LEDs or several LEDs in parallel for data transmission.

This work is intended for people conducting experiments on data transmission using white light LEDs.

#### References

1. N. Kumar, D. Terra, N. Lourenço, L. N. Alves, and R. L. Aguiar, —Visible light communication for intelligent transportation in road safety applications, || in Proc. 7th Int. Wireless Commun. Mobile Comput. Conf, pp. 1513 — 1518,2011
2. Ravi Prakash, Prachi Agarwal “The New Era of Transmission and Communication Technology: Li- Fi (Light Fidelity) LED & TED Based Approach”, International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET) Volume 3, Issue 2, February 2014.
3. [https://www.ted.com/talks/harald\\_haas\\_wireless\\_data\\_from\\_every\\_light\\_bulb/transcript](https://www.ted.com/talks/harald_haas_wireless_data_from_every_light_bulb/transcript).
4. [https://www.ted.com/talks/harald\\_haas\\_a\\_breakthrough\\_new\\_kind\\_of\\_wireless\\_internet/transcript](https://www.ted.com/talks/harald_haas_a_breakthrough_new_kind_of_wireless_internet/transcript).
5. Jitender Singh, Vikash “A New Era in Wireless Technology using Light-Fidelity” International Journal of Recent Development in Engineering and Technology ISSN 2347-6435(Online) Volume 2, Issue 6, June 2014.
6. R. Karthika, S. Balakrishnan “Wireless Communication using Li-Fi Technology” SSRG International Journal of Electronics and Communication Engineering (SSRG-IJECE) volume 2 Issue 3 March 2015.
7. Dinesh Khandal, Sakshi Jain “Li-Fi (Light Fidelity): The Future Technology in Wireless Communication” International Journal of Information & Computation Technology. ISSN 0974-2239 Volume 4, Number 16 (2014).
8. Shubham Chatterjee, Shalabh Agarwal, Asoke Nath Scope and Challenges in Light Fidelity (LiFi) Technology in Wireless Data Communication International Journal of Innovative Research in Advanced Engineering (IJIRAE) ISSN: 2349-2163 Issue 6, Volume 2 (June 2015)
9. Воспроизведение звука на STM32-Discovery при помощи Speech. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http:// we.easyelectronics.ru/STM32/vosproizvedenie-zvuka-na-stm32-discovery-pri-pomoschi-speech.html](http://we.easyelectronics.ru/STM32/vosproizvedenie-zvuka-na-stm32-discovery-pri-pomoschi-speech.html).
10. Воспроизведение звука на STM32F4Discovery. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http:// microtechnics. Ru /vosproizvedenie-zvuka-na-stm32f4discovery/](http://microtechnics.ru/vosproizvedenie-zvuka-na-stm32f4discovery/).
11. Grigoryeva S., Baklanov A., Gyork Gy. Control of LED Lighting Equipment with Robustness Elements // Acta Polytechnica Hungarica. – Budapest.2016. – v.13, № 5. – pp.105–119.

The material was received by the editorial office on 03.11.2022.

DOI 10.53364/24138614\_2022\_27\_4\_98  
UDC 621.382

Alibekkyzy K.

D. Serikbayev EKTU, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan

E-mail: [Karlygash.eleusizova@mail.ru](mailto:Karlygash.eleusizova@mail.ru)

## ORGANIZATION OF CHARACTER DATA TRANSMISSION WITH THE HELP OF WHITE LIGHTING LEDS

### АҚ ЖАРЫҚ ДИОДТАРЫ АРҚЫЛЫ СИМВОЛДЫҚ ДЕРЕКТЕРДІ БЕРУДІ ҰЙЫМДАСТЫРУ

### ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕДАЧИ СИМВОЛЬНЫХ ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ БЕЛЫХ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ СВЕТОДИОДОВ

**Abstract.** The article proposes a data transmission system based on VLC technology using a new physical coding. The transfer of character data from one personal computer to another was realized using a white illuminating LED. When transferring data, a driver was used to control the LED. Instead of the standard physical coding approach, where one clock corresponds to a value of 0 and one clock to a value of 1, expressed in the maximum power of the LED, a new coding was implemented. This approach in two clock cycles at 0 voltage determines 0 in binary coding, and at a voltage that provides the maximum power of the LED, identifies 1 in binary. Although the baud rate is reduced, the reliability is improved by using two bits.

**Keywords:** optical wireless communication, VLC, LED, microcontroller.

**Аңдатпа.** Мақалада жаңа физикалық кодтауды қолдана отырып, VLC технологиясы бойынша дерек-терді беру жүйесі ұсынылған. Символдық деректерді бір жеке компьютерден екіншісіне ақ жарық диоды арқылы беру жүзеге асырылды. Деректерді беру кезінде жарықдиодты басқару үшін драйвер қолданылды. Бір сағаттың мәні 0-ге және бір сағат 1-ге, жарық диодтың максималды қуатында көрсетілген физикалық кодтау тәсілінің орнына жаңа кодтау енгізілді. Бұл тәсіл 0 кернеудегі екі циклде екілік кодтауда 0-ді анықтайды, ал жарық диодының максималды қуатын қамтамасыз ететін кернеу кезінде екілік сандық жүйеде 1-ді анықтайды. Деректерді беру жыл-дамдығы төмендегеніне қарамастан, екі битті қолдану арқылы сенімділік артады.

**Түйін сөздер:** оптикалық сымсыз, VLC, жарық диоды, микроконтроллер.

**Аннотация.** В статье предложена система передачи данных по технологии VLC с использованием нового физического кодирования. Была реализована передача символьных данных с одного персонального компьютера на другой с помощью белого осветительного светодиода. При передаче данных использовался драйвер для управления светодиодом. Вместо стандартного подхода физического кодирования, где одному такту соответствует значение 0 и одному такту значение 1, выраженное в максимальной мощности светодиода, было реализовано новое кодирование. Данный подход за два такта при 0 напряжении определяет 0 в двоичном кодировании, а при напряжении, обеспечивающем максимальную мощность светодиода, идентифицирует 1 в двоичной системе счисления. Несмотря на то, что скорость передачи данных уменьшается, надежность за счет использования двух битов повышается.

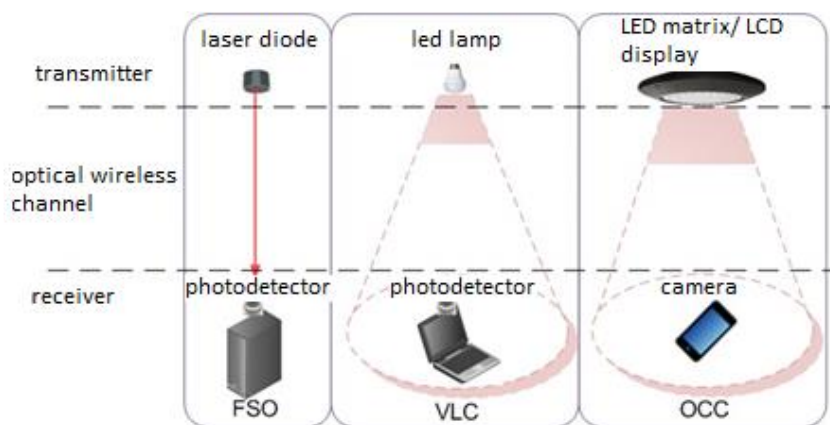
**Ключевые слова:** оптическая беспроводная связь, VLC, светодиод, микроконтроллер.

The article proposes a data transmission system based on VLC technology using a new physical encoding. The transfer of symbolic data from one personal computer to another was carried out using a white glowing LED. When transmitting data, a driver was used to control the LED. Instead of the standard approach of physical coding, where one clock cycle corresponds to the value 0, and one clock cycle corresponds to the value 1, expressed in the maximum power of the LED, a new coding was implemented. This approach determines 0 in binary coding in two cycles at a voltage of 0, and at a voltage that provides the maximum power of the LED, determines 1 in binary code. Although the baud rate is reduced, reliability is improved by using two bits.

The widespread introduction of devices into the intelligent environment represents a serious challenge for communication service providers in order to ensure an economical and high-quality wireless connection. To date, the radio frequency in the range of 1-3 GHz optimal for use is already overloaded [1, 2]. Therefore, the spectrum deficit, called the spectral crisis, must be solved by appropriate countermeasures in wireless communication systems.

To meet the growing demand for a wireless network, either an increase in bandwidth or an increase in spectral efficiency should be used. However, the increase in spectral efficiency is slow and cannot meet the rapidly growing demand. Using the new spectrum becomes a unique solution. In parallel with the development of technologies in the radio frequency domain, there is an additional potential for the use of optical wireless communication (Optical wireless communication, OWC) as a new generation of communication systems. The technologies have a number of unique advantages of VNK, such as a wide spectrum, high data transfer rate, low latency, high security, low cost and low power consumption [3-5].

In the VNC, ultraviolet or infrared spectra, as well as visible light, can be used as a transmitting medium. Within the last two bands, communication via visible light (Communication with visible light, VLC), wireless optics (Free space optics, FSO), communication via an optical camera (Communication with an optical camera, OCC) are possible. Figure 1 shows the general data transmission schemes of these technologies, which have individual distinct features and limitations in application [6-9].



**Figure 1.** Data transmission schemes for optical wireless communication.

VLC technology is the most promising for organizing a data transmission system via optical wireless communication in a room. An LED lighting device acts as a transmitter, which performs its main function – lighting the room. Conducting a large amount of research and promoting this technology is associated with the introduction of LED lighting in the last ten years, since, unlike traditional lighting infrastructure, semiconductor lighting technology has higher technical and economic indicators, operational parameters, as well as the ability to create a dynamic comfortable lighting environment [10]. Inertia-free switching on of LED devices and high switching speed made it possible to consider LEDs as a means of transmitting information. Separately, it is necessary to

highlight the possibility of regulating the luminous flux of a light diode in the range of 400-800 THz, which is 10,000 times more than the radio frequency bandwidth [6, 7].

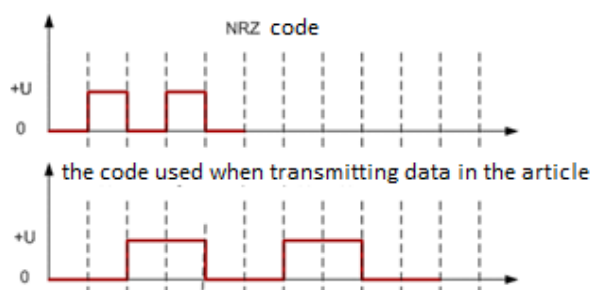
Thus, due to the qualities of the LED and its wide use in lighting of buildings, buildings and other objects, their use in data transmission is possible. Data transmission using VLC technology is carried out by quickly turning off/on the light source, which simultaneously performs the function of a lighting device, which is not perceived by the human eye. The flickering of light, which occurs with a high frequency, allows you to transmit information without changing the level of illumination in the room. In addition, the VLC player technology has the security of information transmission at the physical level, resistance to radio frequency electromagnetic interference and free licensing.

Previously, we developed an audio signal transmission system using VLC technology. The experiments carried out on the system's operability showed that when using conventional LED lighting devices, it is possible to transmit audio signals in rooms with no more than 20% illumination from sunlight [11]. Such systems are convenient in rooms without natural lighting (basements, tunnels, mines, etc.).

This article discusses the system developed by the authors for transferring symbolic data from one personal computer to another using a white LED lighting using VLC technology.

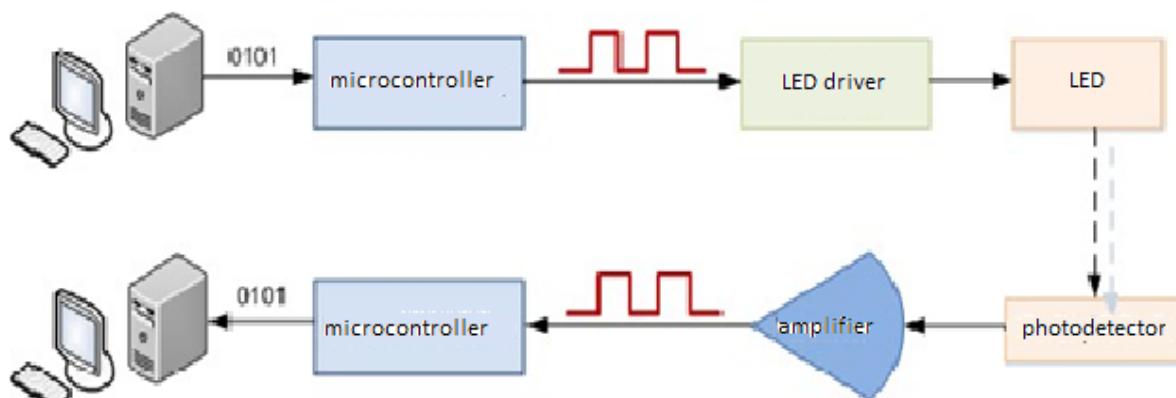
In VLC systems, methods used for radio frequency communication can be applied, as well as specific modulation methods are implemented. The main modulation methods are based on two types of modulation – the modulation of one and several carriers [12-14].

When solving the task, the modulation of a single carrier was used to transmit information. At the same time, since data was transmitted from the computer port to the microcontroller in the form of a binary code, when physically encoded, the signal from the microcontroller had the form of a two-level unipolar NRZ code (Non-return to zero). The difference between the NRZ code and the standard protocol was as follows: the value of bit 0 occupied two – the absence of a signal, and the value of bit 1 also occupied two, but the presence of a signal (Fig. 2). The physical encoding used is due to the fact that when transmitting data (0, 1), the influence of both external and internal distortions decreases. In two cycles, the distortions occurring during this time are averaged, and the influence is correspondingly reduced. The presented method of data transmission is planned to be used in the future for control systems in which the reliability of information is more important than the speed of data transmission.



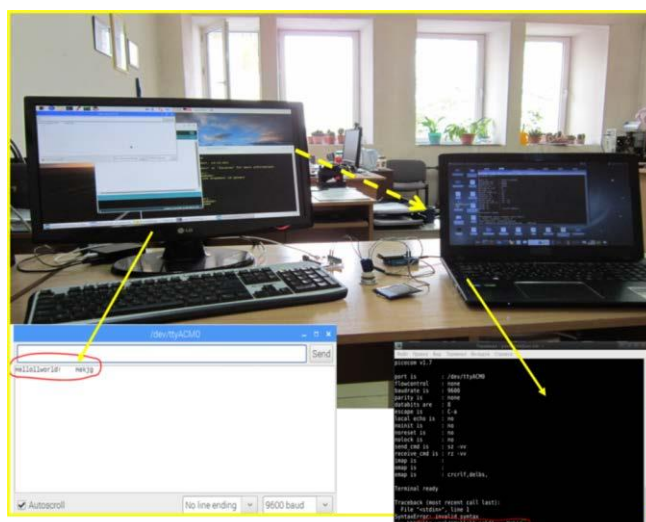
**Figure 2.** Graphical representation of physical coding.

Figure 3 shows the general scheme of data transmission over VLC, which uses physical encoding. From a personal computer, character data in accordance with the ASCII table (the American standard code for information exchange) is transmitted to the microcontroller in the form of a binary code. Discrete signals transmitted from the microcontroller to the LED driver are represented as physical encoding and transmitted over a digital communication channel over a distance. In the receiving part of the system, the digital signal from the photodetector is amplified using an amplifier and fed to the microcontroller. After the microcontroller, the signal in the form of binary numbers is sent to a personal computer, where, in accordance with the ASCII table, it is converted into characters.



**Figure 3.** General scheme of data transmission using VLC technology.

The appearance of the developed symbolic data transmission system is shown in Fig. 4.



**Figure 4.** Appearance of the developed data transmission system.

A single-watt Nichiya LED was used as a light source. A solar photocell was used to receive the signal. The STM32 microcontroller was used to convert the signal (for transmission and reception).

To date, radio frequency systems cannot meet the high demands of future communication networks. Optical wireless communication technologies are the best additional solution for the implementation of intelligent and cost-effective environments. As a result, a data transmission system using LED lighting has been developed. A new method of physical encoding has been implemented, which made it possible to reliably transmit characters in ASCII format. Character data transmission using the-

The coding with a frequency of 2 kHz showed sufficiently stable characteristics with weak signal distortions. This suggests that there is a possibility of a significant increase in frequency when using microcontrollers with a higher clock frequency. Testing of the system showed high quality of data transmission. The results obtained allow us to conclude that this approach can be used in control systems.

### References

1. Frenzel L. Understanding solutions for the crowded spectrum of electromagnetic frequencies [Electron.resource]. – 2012. – URL: <https://www.electronicdesign.com/technologies / messages/article/21799723> (accessed 26.06.2020).
2. Swain F. Our thirst for wireless data threatens to cause a breakdown in our communication networks, but there are ways to avoid disaster [Electron. resource]. – 2013. – URL: <https://www.bbc.com/future/article/20131014> (accessed: 06/26/2020).
3. Visible light for broadband. ITU-R Report SM.2422-1. – Geneva, 2019. – pp. 1-18.
4. Uysal M., Kapsoni S., Gasemlui Z., Bukuvalas A., Udvari E. Optical wireless communication - a new technology // 16th International Conference on Transparent Optical Networks. – 2014.
5. Gasemlui Z., Zvanovets S., Khaligi A., Popula O., Peres J. Optical systems of wireless communication // Optics. - 2017. – volume 151. – pp. 1-6.
6. Teli S., Zvanovets S., Gasemlui Z. Optical Internet of Things within 5G: Applications and Problems // IEEE International Conference on the Internet of Things and Intelligent Systems. – 2018.
7. Karunatilaka D., Zafar F., Kalavalli V., Parthiban R. Communications in rooms with visible light based on LEDs: current state // IEEE Communication Surveys & Tutorials. – 2015. – volume 17, No. 3. – pp. 1649- 1678..
8. Choudhury M., Shahjalal M.D., Hassan M., Chan Yu. The role of optical wireless communication technologies in 5G/6G and IoT solutions: prospects, directions and challenges // Applied Sciences. – 2019.
9. Bora D.K., Bukuvalas A.S., Davis K.S., Hranlovich S., Yiannopoulos K. Review of optical wireless communication-oriented systems // EURASIP Journal on Wireless Communications and Net- working. – 2012. – volume 1, No. 1. - pp. 1-28.
10. Grigoriev E., Sayun V., Grigorieva S., Titov D. Investigation of the light properties of high-power LEDs in various temperature conditions // 18-I am an international conference of Young Specialists in Micro/Nanotechnology and Electronic Devices. – Erlagol, Russia, 2017. – pp. 309-313.
11. Baklanov Yu., Grigorieva S., Alimkhanova A., Grigoriev E., Sayun V. Sound transmission system using white LEDs // International Siberian Conference on Management and Communications. – Tomsk, Russia, 2019.
12. K. G. Lee, K. S. Park, J.-H. Kim and D.-H. Kim. Experimental verification of an optical wireless communication line using LEDs with high-brightness illumination // Opt. Eng. 46. – 2007. - Pp. 125005.
13. D.K. O'Brien. High-speed integrated transceivers for optical wireless communication // IEEE Communun. Journal. 41. – 2003. – pp. 58-62.
14. H.L. Min, D. K. O'Brien, G. Faulkner, L. Zen, K. Lee, D. Jung, Yu. O. High-speed communication in visible light using multiresonance alignment // IEEE Photon. Technol. Salad. 20. – 2008. – Pp. 1243-1245.
15. I. Moreno, K.-K. San, R. Ivanov. The far field condition for LED matrices // Appendix. Wholesale. 48. – 2009. – Pp. 1190-1197.
16. T.S. Rappaport, Wireless Communication (Prentice Hall, 2002).
17. A.J.K. Moreira, R.T. Valadas, A.M. de Oliveira Duarte. Optical interference created by artificial light // Wireless network., 1997. – Vol. 3. – pp. 131-140.

The material was received by the editorial office on 03.11.2022.



DOI 10.53364/24138614\_2022\_27\_4\_103  
UDC 004:681.5

<sup>1</sup>Keribayeva T.B\*, <sup>1</sup>Rysbekova A.A., <sup>1</sup>Seifula G.N., <sup>1</sup>Toilybai O.  
<sup>1</sup>JSC «Academy of Civil Aviation», Almaty, Kazakhstan

\*E-mail: [talshyn.keribayeva@agakaz.kz](mailto:talshyn.keribayeva@agakaz.kz)

## A NEW PARADIGM OF DIGITAL TRANSFORMATION OF SMART MANAGEMENT OF MULTIPARAMETRIC SYSTEM

## КӨП ПАРАМЕТРЛІК ЖҮЙЕЛЕРДІ БАСҚАРУДЫҢ СМАРТ ТҮРЛЕНДІРУДІҢ САНДЫҚ ЖАҢА ПАРАДИГМАСЫ

## НОВАЯ ПАРАДИГМА ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ СМАРТ УПРАВЛЕНИЯ МУЛЬТИПАРАМЕТРИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

**Abstract.** The purpose of this work is to improve the quality of the management process of the monitoring territorial service and prevention of emergency situations system. The goal is to solve the problem of the management system by improving the information and analytical support. In the proposed study, two scientific and practical tasks are solved: the development of a formal method for quantifying the quality of management of a complex multi-criteria organizational and technical system under conditions of statistical uncertainty of management agents; formalization of the process of quantitative assessment of decision-making risks in the environment of statistical uncertainty of management agents. Probabilistic and simulation models have been developed to solve the tasks of assessing and predicting the risks of control and decision-making, under conditions of statistical uncertainty. The verification of theoretical prerequisites is implemented by computer modeling using a software application developed for these purposes. The developed multi-approach methodology of integrated quantitative assessment of the quality of management of the territorial system of monitoring and prevention of emergency situations is new in the class of solving such problems.

**Keywords:** management; emergencies; process; model; risk; distribution law; information; uncertainty, monitoring.

**Аңдатпа.** Жұмыстың мақсаты – төтенше жағдайлардың мониторингі және алдын алу бойынша аумақтық қызмет жүйесін басқару процесінің сапасын арттыру. Менеджмент жүйесін ақпараттық-аналитикалық қамтамасыз етуді жетілдіру арқылы мақсатқа жету ұсынылып отыр.

Ұсынылған зерттеуде екі ғылыми-практикалық міндет шешілді: басқару агенттерінің статистикалық белгісіздігі жағдайында күрделі көп критериялы ұйымдық-техникалық жүйені басқару сапасын сандық бағалаудың формальды әдісін жасау; бақылау агенттерінің статистикалық белгісіздігі жағдайында шешім қабылдау тәуекелдерін сандық бағалау процесін рәсімдеу.

Бақылау және шешім қабылдау тәуекелдерін бағалау және болжау міндеттерін шешу үшін статистикалық белгісіздік жағдайында ықтималдық және имитациялық модельдер әзірленді.

Теориялық болжамдарды тексеру осы мақсат үшін әзірленген бағдарламалық қосымшаны пайдалана отырып, компьютерлік модельдеу арқылы жүзеге асырылады.



Төтенше жағдайлардың мониторингі мен алдын алудың аумақтық жүйесін басқару сапасын кешенді сандық бағалаудың әзірленген көп жақты әдістемесі осындай мәселелерді шешу класында жаңа болып табылады.

**Түйін сөздер:** басқару; төтенше жағдайлар; процесс; модель; тәуекел; бөлу заңы; ақпарат; белгісіздік, мониторинг.

**Аннотация.** Целью работы является повышение качества процесса управления системы территориальной службы мониторинга и предупреждения чрезвычайных ситуаций. Достижение цели предлагается решать путем совершенствования информационно-аналитического обеспечения системы управления. В предлагаемом исследовании решаются две научно-практические задачи: разработка формального метода количественного оценивания качества управления сложной многокритериальной организационно-технической системой в условиях статистической неопределенности агентов управления; формализация процесса количественного оценивания рисков принятия решений в среде статистической неопределенности агентов управления. Для решения поставленных задач оценки и прогнозирования рисков контроля и принятия решений, в условиях статистической неопределенности, разработаны вероятностная и имитационные модели. Проверка теоретических предпосылок реализована компьютерным моделированием с использованием программного приложения, разработанного для этих целей. Разработанная многоподходная методика интегрированного количественного оценивания качества управления территориальной системы мониторинга и предупреждения чрезвычайных ситуаций является новой в классе решения подобных задач.

**Ключевые слова:** управление; чрезвычайные ситуации; процесс; модель; риск; закон распределения; информация; неопределенность, мониторинг.

**Introduction.** Current trends in digital transformation of socio-economic processes. Solving complex managerial problems in practical management remains impossible without the use of new digital information technologies [1,2]. Information technologies play a special role in decision-making processes, which include all stages of management processes. Emergency management system is one of areas where scientific and technical methods are intensively used and developed. With the advent of space tools, new information technologies, robotics, unmanned aerial vehicles (UAVs), artificial intelligence (AI), big data (BI) and VLC technologies, the managing business processes principles in operational organizations in this field have changed, monitoring and control of emergency situations [5].

Currently, attention has been drawn to the fact that emergencies and subsequent hazards such as fires, floods, and floods cause huge losses, especially in the agricultural sector, where these events put large areas of suitable fertile land out of production or stop planned operations. Improving the quality of analytical functions in developed information systems is solved by intellectualizing data processing processes. It is true that all intelligent technologies have the concept of "SMART", which is interpreted as "SMART" or "thinking" [6-8]. Often, this concept is given the meaning of another term "convergence" and robustness, which is also used in literature and research [9, 10].

Recently, a new form has appeared in the field of emergency management and control, where the control of natural and man-made hazards plays a key role, a system with the general name - "Agriculture". The phrase "agriculture" appeared relatively recently [5].

Relevance. The research methodology is based on the geosystem approach. In this interpretation, the geosystem is considered as a special class of management agents of the system, where natural agents are systematically connected with each other and interact with the cosmic sphere

and human society as a certain whole. In the tasks of assessing and predicting the dynamics of natural phenomena, the following are used as applied tools for formalization of geosystem approach methods: expert assessments, geographic similarities, functional dependencies, probabilistic and simulation models, fuzzy sets, agent-based approaches.

The issue of receiving, processing, transmitting and protecting information is very important in currently used information-analytical systems. Information and analytical support of complex multi-parameter stochastic programmable control systems with control factors and the problem of control and decision-making in conditions of statistical uncertainty of vague data is particularly relevant.

**Scientific news.** A new approach to solving information security problems at the technical level is solved using VLC technologies [3]. The statistical uncertainty of the factors and parameters of control agents leads to the emergence of risks at the decision-making stage.

This fact cannot be eliminated, therefore, in the latest edition of the ISO 2015 standard, regardless of the industry and legal subordination, in each new project, the manufacturer's risk and the consumer's risk are differentiated, and the quantitative assessment of risks is necessarily regulated.

This problem can be solved only by using mathematical apparatus and computer technologies. This problem is especially relevant in the systems of ensuring and preventing the safety of socio-economic objects from natural and man-made threats.

Organizationally, this is solved by creating special state and territorial services. Risks arising in decision-making stages in these organizations and situations are accompanied by huge costs for the population, therefore risk prediction and monitoring at a new scientific and technical level is an urgent task. Special automated systems of territorial management have been created and are being improved to ensure monitoring and control processes of natural and man-made threats in the environment. The basic version includes the structural-functional model of modern automated control systems [9, 10].

**The peculiarity.** Hardware in computer technology is structured and schematically resolved according to functional design goals. In automated control and monitoring systems of natural and man-made hazards, much scientific and practical attention is paid to instrumental control and measurement equipment. The scientific and practical feature and novelty of the work is the use of space monitoring tools, which are considered not as a local agent in the technological process of management, but as a target integration with multi-agent support in the system process.

Mathematical software is aimed at solving technical and economic problems of general systemic nature and operational technological level. The software determines the SMART level of the system. The latter includes management and control risk assessment and forecasting. Mathematical software in modern SMART systems plays a key role and determines the level of its "intelligence".

**Innovativeness.** On the basis of software provision, the system will have an applied technological purpose, which will provide the functions of the planned ideas.

**The importance of work.** Information provision of the system has its own disciplinary features and significantly affects the goals and principles of its design and use. In the concept of this system, it is necessary to implement general management from one center and to consolidate general technical and economic information. Information necessary for current technological purposes is concentrated in the database of local control centers.

**Discussion.** Organizational and methodological provision in accordance with legal norms, industrial and socio-economic conditions requires specific solutions and methods in each specific case.

Due to the high requirements for the accuracy and safety of the system in question, there are high requirements for metrological support. Due to insufficient knowledge on this issue, special research is needed. The metrological requirements of the ISO 9001:2015 standard were used in this work.

There is a random error in the measurement procedure [3]. The most important characteristic of random error is the distribution law. Research shows that random error can be approximated by three laws: Gauss's law, Weibull's law, and the law of equal probability.

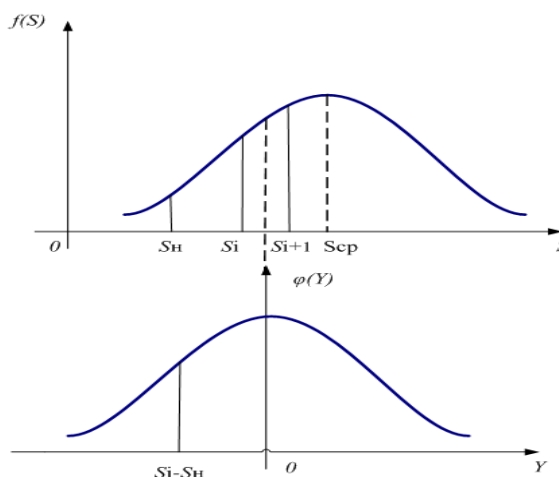
In general practice, observational errors are often considered to be due to measurement errors. Control errors are estimated as the probability of false and undetected defects of  $R_{fd}$  and  $R_{ud}$  and are called producer and consumer risk [4]. Quantification of  $R_{fd}$  and  $R_{ud}$  approximation depends significantly on the probability distribution patterns between all the mentioned factors in their plural combination (composition). Each version of the combination of distribution laws is described by a specific mathematical or simulation model. The choice of distribution laws depends on the specific experimental task and is determined experimentally. The multi-parameter and specificity of the requirements for the quality management system of business processes in the emergency management environment requires an optimal approach to the selection of control process parameters. This problem cannot be verified by formal methods and numerical techniques.

The calculation shows that the number of all possible combinations (compositions) of statistical characteristics, laws and regulatory conditions, when they are fully sorted, amounts to 729 options.

In the proposed work, only some compositions of approximation options that adhere to the goals and objectives will be considered in the system of monitoring and control of natural and man-made hazards in the scope of practical feasibility.

Consider the main methodological options for risk control and formation when assessing and forecasting natural and man-made hazards.

One time limit. The initial stage of modeling studies the option of one-time limitation of the parameter "from below" controlled by the St norm (Fig. 1).



**Figure 1.** Single limit.

The parameter and error distribution density is as follows:

$$f(S) = \frac{1}{\sigma_s \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(S_i - S_{cp})^2}{2\sigma_s^2}} \quad \phi(Y) = \frac{1}{\sigma_\phi \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{Y^2}{2\sigma_\phi^2}}$$

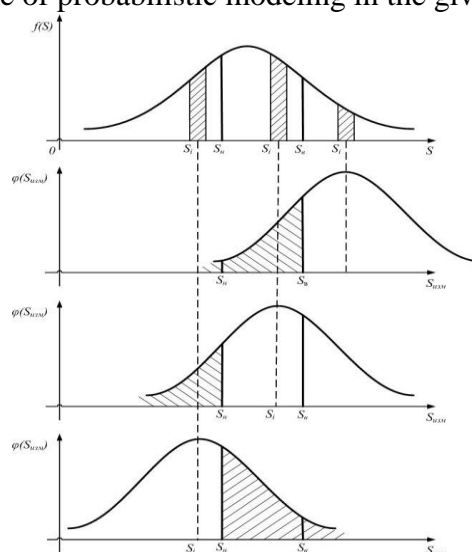
Mathematical expressions for approximation errors  $R_{fd}$  and  $R_{ud}$  have the following form:

$$P_{пб} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{t_i}^{t_{i+1}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{z_i}^{+3} e^{-\frac{z^2}{2}} dz$$

$$P_{нб} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{t_i}^{t_{i+1}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-3}^{-z_i} e^{-\frac{z^2}{2}} dz$$

Probability calculation according to the proposed formulas is carried out in the software complex of computer modeling. The analysis of simulation results shows that the value of  $R_{fd}$  is often dependent on the standard value and can reach 30%. The probability of  $R_{ud}$  also depends on the standard size and can reach 15%.

**The result of the work.** Development of a universal model for estimating and predicting control errors. In well-known studies, it was assumed that the standards of the lower  $S_l$  and upper  $S_u$  are symmetrical with respect to the average  $S_a$  of the monitored parameter. However, in practice this condition is not always correct and is not observed. Therefore, it is necessary to consider the hypothesis about the free location of the standards in relation to the observed average parameter. Figure 2 shows a graphical scheme of probabilistic modeling in the given conditions.



**Figure 2.** Formation of errors during the free placement of standards in the field of the monitored parameter.

To develop an approximation model, the range of  $S$  parameter values is divided into a certain number of discrete values from  $S_a - 3\sigma_s$  to  $S_a + 3\sigma_s$ . An admissible case is considered when the true value of the parameter  $S$  is greater than  $S_l$ , but less than  $S_u$ .

In this example, we propose a hypothesis about the obedience of the studied indicator  $s$  to the Weibull law with a distribution density function

$$f(S, \alpha, \beta, \gamma) = \frac{\beta}{\alpha} (S - \gamma)^{\beta-1} \cdot e^{-\frac{(S-\gamma)\beta}{\alpha}}, S \geq \gamma$$

The integral distribution law is as follows

$$F(S) = 1 - e^{-\frac{(S-\gamma)\beta}{\alpha}} \quad (1)$$

Knowing the form of the integral function  $F(S)$ , we can write for the value  $j$  of the parameter  $S$ :

$$P_{i\bar{l}\bar{o}} = \Delta F_i \cdot \left[ \int_{S_i - S_{\bar{e}}}^{-\infty} \varphi(y) dy + \int_{S_{\bar{e}} - S_i}^{+\infty} \varphi(y) dy \right] \quad (2)$$

(2) After substituting the expression  $\Delta F_i$  into the integral function, we get (1).

$$P_{i\bar{l}\bar{o}} = \left( e^{-\frac{S_i^\beta}{\alpha}} - e^{-\frac{S_{i+1}^\beta}{\alpha}} \right) \cdot \left[ \int_{S_i - S_{\bar{e}}}^{-\infty} \varphi(y) dy + \int_{S_{\bar{e}} - S_i}^{+\infty} \varphi(y) dy \right]$$

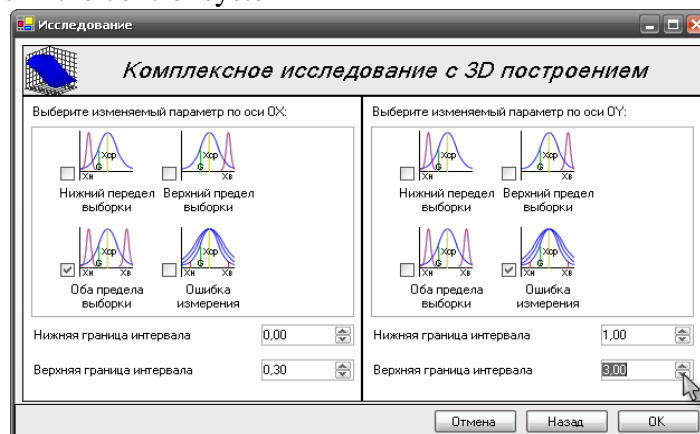
By organizing the collection of  $R_{fd}$  according to the range of values of  $S$ , we get the approximate value of  $R_{fd}$ :

$$P_{\bar{l}\bar{o}} = \sum_{i=1}^k \left( e^{-\frac{S_i^\beta}{\alpha}} - e^{-\frac{S_{i+1}^\beta}{\alpha}} \right) \times \left[ \frac{1}{\sigma_y \sqrt{2\pi}} \int_{S_H}^{S_i - 3\sigma_y} e^{-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}} dy + \frac{1}{\sigma_y \sqrt{2\pi}} \int_{S_{\bar{e}}}^{S_i + 3\sigma_y} e^{-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}} dy \right]$$

Making calculations, as in the previous case, we write for  $R_{fd}$

$$P_{n\bar{o}} = \sum_{i=1}^k \left( e^{-\frac{S_i^\beta}{\alpha}} - e^{-\frac{S_{i+1}^\beta}{\alpha}} \right) \cdot \frac{1}{\sigma_y \sqrt{2\pi}} \int_{S_H}^{S_i - 3\sigma_y} e^{-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}} dy + \sum_{i=1}^k \left( e^{-\frac{S_i^\beta}{\alpha}} - e^{-\frac{S_{i+1}^\beta}{\alpha}} \right) \cdot \frac{1}{\sigma_y \sqrt{2\pi}} \int_{S_{\bar{e}}}^{S_i + 3\sigma_y} e^{-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}} dy$$

To study the level of risks of the statistical parameters of the models, a software application was created and a computer experiment was conducted. Figure 3 shows one of the results of modeling the risk formation process in the control system



**Figure 3.** The results of the study of the risk formation model in the control system.

As can be seen from the graphs, the false defect approximation is more sensitive and depends on the variable ratio of the error to the tolerance value. The overall control reliability (upper curve)

is particularly sensitive to the ratio of the uncertainty of the error to the uncertainty of the monitored parameter, which decreases to the 50% level. The increase in the quality of monitoring is reflected in the tightening of regulations.

**Conclusion.** An approximate model of control and decision-making risk assessment and forecasting was created in the context of statistical uncertainty in the scope of the tasks. A software application was created and a computer experiment was carried out to check the compatibility of the theoretical prerequisites with the experimental conditions. During the computer experiment, it was found that the risk can exceed 30% when the value of the measurement uncertainty corresponds to the accuracy of the uncertainty of the monitored parameter. In addition, it was found that the impact of uncertainty of standards is greater than the impact of measurement uncertainty.

### References

1. Resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan dated December 12, 2017 No. 827 on approval of the Digital Kazakhstan state program.
2. Digital Transformation of the industry: startup conditions and Priorities: report. to the XXII International. scientific conference on economic development and society-Moscow, 2021-235 P.
3. Alibekkyzy K, Wojcik W, Vyacheslav K, Belginova S. Robust data transfer paradigm based on VLC technologies. Journal of Theoretical and Applied Information Technology. 2021 Little Lion Scientific. 15th February 2021. Vol.99. No 3.
4. Morozova O. V., Romanova E. V., Kornev V. A. modeling of complex organizational and technical systems of business processes: monograph: Morozova O. V., Romanova E. V., Kornev V. A.-Moscow: izd-Vo Masi, 2015.-244 P.
5. Yakushev V. V. real estate: theory and practice. "No," I said.: FGBNU AFI, 2016. - 364 P.
6. Ardashkin I. B. Smart Technologies as a phenomenon: conceptualization of approaches and philosophical analysis. what is smart technology for smart people?1-Tomsk, TGU. Bulletin of the Tomsk State University of Philosophy. Sociology. Political science. 2018. № 43
7. José Luis Carrasco-Sáez, Marcelo Careaga Butter, María Graciela Badilla-Quintana. The New Pyramid of Needs for the Digital Citizen: A Transition towards Smart Human Cities // Sustainability. 2017. No. 9, 2258. doi: 10.3390 / su9122258 (date: 27.03.2018).
8. Gorbunov, D.V. & Nesterov, A.Yu. (2017) Technological future of Russia: the challenge of the "third nature". VestnikSamarskogo universiteta. Aerokosmicheskaya tekhnika, tekhnologii i mashi-nostroyeniye - Vestnik of Samara University. Aerospace And Mechanical Engineering. 16(4). pp.
9. Nikitina, E.A. (2016) The problem of subjectivity in intellectual robotics. Filosof-skiye problemy informatsionnykh tekhnologiy i kiberprostranstva - Philosophical problems of IT and Cyberspace. 2(12). pp. 31-39. (In Russian). DOI: 10.17726/philIT.2016.12.2.3.
10. Györök Gy., Lakner J., and Makó M. Robust Electronic Application by PSoC // 10th IEEE Jubilee International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics-SAMI, 2012. – Slovakia, Herlany. – pp. 405-409.

The material was received by the editorial office on 03.11.2022.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. **Керибаева Талшын Бақытжанқызы**, старший преподаватель кафедры «Авиационная техника и технологии» АО «Академия Гражданской Авиации», г. Алматы, Казахста, e-mail: [talshyn.keribayeva@agakaz.kz](mailto:talshyn.keribayeva@agakaz.kz);
2. **Рысбекова Айнара Амангелдиевна**, преподаватель кафедры «Авиационная техника и технологии» АО «Академия Гражданской Авиации», г. Алматы, Казахстан, e-mail: [a.rysbekova@agakaz.kz](mailto:a.rysbekova@agakaz.kz);
3. **Сейфула Гүлжан Нұрланқызы**, преподаватель кафедры «Авиационная техника и технологии» АО «Академия Гражданской Авиации», г. Алматы, Казахстан, e-mail: [gulzhan.seyfulla@agakaz.kz](mailto:gulzhan.seyfulla@agakaz.kz);
4. **Тойлбай Озерисхан.**, преподаватель кафедры «Авиационная техника и технологии» АО «Академия Гражданской Авиации», г. Алматы, Казахстан, e-mail: [o.toilybai@agakaz.kz](mailto:o.toilybai@agakaz.kz);
5. **Али Интигам оглы Ализада**, студент IV курса Национальной Академии Авиации Азербайджана, г. Баку, [alizadali04@gmail.com](mailto:alizadali04@gmail.com);
6. **Сейдулла Искендер оглы Алиев**, доцент кафедры «Авиатранспортное производство» Национальной Академии авиации Азербайджана, г. Баку, [seydulla.aliyev@yahoo.com](mailto:seydulla.aliyev@yahoo.com);
7. **Татибекова Жанерке**, магистрант 2-го курса АО «Академия гражданской авиации», г. Алматы, РК, e-mail: [rakhatkyzujan@mail.ru](mailto:rakhatkyzujan@mail.ru);
8. **Абжапбарова Айнур Жадыгеровна**, к.т.н., ассоциированный профессор кафедры «Организация авиационных перевозок и логистики» АО «Академия гражданской авиации», г. Алматы, РК, e-mail: [ainur.abzharbarova@mail.ru](mailto:ainur.abzharbarova@mail.ru);
9. **Баталова Мадина Есимханқызы**, преподаватель «ШИТиИС», ВКТУ им.Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск, Казахстан, e-mail: [esimkhan.kizi.m@mail.ru](mailto:esimkhan.kizi.m@mail.ru);
10. **Баяндинова Альфия Рашитқызы**, студент группы 19-ПСК-1 по специальности 6В07105 – Приборостроение, «ШИТиИС», ВКТУ им.Д. Серикбаева, e-mail: [bayandinova.alfiya@gmail.com](mailto:bayandinova.alfiya@gmail.com);
11. **Тулекова Гулназ Хажымуратовна**, к.фил.н., профессор кафедры «Авиационный английский язык» АО «Академия гражданской авиации», г. Алматы, РК, e-mail: [gulnaz.tulekova@mail.ru](mailto:gulnaz.tulekova@mail.ru);
12. **Асқадұлы Қанат**, преподаватель «ШИТиИС», ВКТУ им.Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск, Казахстан, e-mail: [Askaduly@mail.ru](mailto:Askaduly@mail.ru);
13. **Срайлова Мадина**, студент группы 19-АУК-1 по специальности 6В07101 – Автоматизация и управление «ШИТиИС», ВКТУ им.Д. Серикбаева, e-mail: [srailovamadina@gmail.com](mailto:srailovamadina@gmail.com);
14. **Баданбекқызы Зәуре**, к.фил.н., профессор кафедры «Авиационный английский язык» АО «Академия гражданской авиации», г. Алматы, РК, e-mail: [zaure.badanbekkyzy.51@mail.ru](mailto:zaure.badanbekkyzy.51@mail.ru);
15. **Оспанов Ербол**, PhD доктор Семипалатинского университета им. Шакарима Семей, Казахстан, u-mail: [78oea@mail.ru](mailto:78oea@mail.ru);
16. **Айтказина Диляра**, студент группы 19-АУК-1 по специальности 6В07101 – Автоматизация и управление «ШИТиИС», ВКТУ им.Д. Серикбаева, e-mail: [aitkazinadilyara@mail.ru](mailto:aitkazinadilyara@mail.ru);
17. **Батырбаева Меруерт Асылханқызы**, старший преподаватель кафедры «Общенаучные дисциплины» АО «Академия гражданской авиации», г. Алматы, РК, e-mail: [meru777@inbox.ru](mailto:meru777@inbox.ru);
18. **Адиканова Салтанат**, декан высшей школы IT и естественных наук, доктор PhD, ВКУ им. С. Аманжолова, г. Усть-Каменогорск, Казахстан, e-mail: [ersal\\_7882@mail.ru](mailto:ersal_7882@mail.ru);



19. **Маратбекова Шырын**, студент группы 19-АУК-1 по специальности 6В07101 – Автоматизация и управление «ШИТиИС», ВКТУ им. Д. Серикбаева, e-mail: [maratbekova.shyryn@mail.ru](mailto:maratbekova.shyryn@mail.ru);

20. **Еркебаева Ажар Нурақыновна**, ст преподаватель кафедр «Авиационный английский язык», АО «Академия гражданской авиации», г. Алматы, РК, e-mail: [eazhara@mail.ru](mailto:eazhara@mail.ru);

21. **Наурызбаева Рита Маликовна**, профессор Пограничной академии КНБ Республики Казахстан, кандидат педагогических наук, ассоциированный профессор e-mail: [rita.dali@mail.ru](mailto:rita.dali@mail.ru);

22. **Бельгинова Сауле Аскербековна**, доктор PhD, доцент кафедры Информационных технологий Университета "Туран", г. Алматы, Казахстан, e-mail: [sbelginova@gmail.com](mailto:sbelginova@gmail.com);

23. **Муратхан Бибигуль**, докторант кафедры «Авиационная техника и технологии» АО «Академия Гражданской Авиации», г. Алматы, Казахстан, e-mail: [b.muratkhan@agakaz.kz](mailto:b.muratkhan@agakaz.kz);

24. **Каипбек Гульсанат**, докторант кафедры «Авиационная техника и технологии» АО «Академия Гражданской Авиации», г. Алматы, Казахстан, e-mail: [g.kaipbek@agakaz.kz](mailto:g.kaipbek@agakaz.kz);

25. **Лекерова Фариза Лекеровна**, докторант кафедры «Авиационная техника и технологии» АО «Академия Гражданской Авиации», г. Алматы, Казахстан, e-mail: [fariza.lekerova@gmail.com](mailto:fariza.lekerova@gmail.com);

26. **Алибеккызы Карлығаш**, старший преподаватель «ШИТиИС», доктор PhD ВКТУ им.Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск, Казахстан, e-mail: [Karlygash.eleusizova@mail.ru](mailto:Karlygash.eleusizova@mail.ru).

**АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТТЕР**

1. **Керибаева Талшын Бақытжанқызы**, "Азаматтық Авиация Академиясы" АҚ "Авиациялық техника және технологиялар" кафедрасының аға оқытушысы, Алматы қ., қазақстан, e-mail: talshyn.keribayeva@agakaz.kz;
2. **Рысбекова Айнара Амангелдиевна**, "Азаматтық Авиация Академиясы" АҚ "Авиациялық техника және технологиялар" кафедрасының оқытушысы, Алматы қ., Қазақстан, e-mail: a.rysbekova@agakaz.kz;
3. **Сейфула Гүлжан Нұрланқызы**, "Азаматтық Авиация Академиясы" АҚ "Авиациялық техника және технологиялар" кафедрасының оқытушысы, Алматы қ., Қазақстан, e-mail: gulzhan.seyfulla@agakaz.kz;
4. **Тойлбай Өзгерісхан**, "Азаматтық Авиация Академиясы" АҚ "Авиациялық техника және технологиялар" кафедрасының оқытушысы, Алматы қ., Қазақстан, e-mail: o.toilybai@agakaz.kz;
5. **Али Интигам оглы Ализада**, Әзірбайжан Ұлттық авиация академиясының IV курс студенті, Баку қ., alizadali04@gmail.com;
6. **Сейдулла Искендер оглы Алиев**, Әзірбайжан Ұлттық авиация академиясының "Авиакөлік өндірісі" кафедрасының доценті, seydulla\_aliyev@yahoo.com;
7. **Татибекова Жанерке**, "Азаматтық авиация академиясы" АҚ 2-курс магистранты, Алматы қ., ҚР, E-mail: rakhatkyzujan@mail.ru;
8. **Абжапбарова Айнур Жадыгеровна**, т. ғ. к., "Азаматтық авиация академиясы" АҚ "Авиациялық тасымалдауды және логистиканы ұйымдастыру" кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Алматы қ., ҚР, e-mail: ainur.abzharbarova@mail.ru;
9. **Баталова Мадина Есімханқызы**, Д. Серікбаев атындағы ШҚТУ «АТЖЗЖМ» оқытушысы, Өскемен қ., Қазақстан, e-mail: esimkhan\_kizi.m@mail.ru;
10. **Баяндинова Альфия Рашитқызы**, Д. Серікбаев атындағы ШҚТУ «АТЖЗЖМ» 6B07105-Аспап жасау мамандығы бойынша 19-ПСК – 1 тобының студенті, e-mail: bayandinova.alfiya@gmail.com;
11. **Тулекова Гүлназ Хажымұратқызы**, фил.ғ.к., "Азаматтық авиация академиясы" АҚ "Авиациялық ағылшын тілі" кафедрасының профессоры, Алматы қ., ҚР, e-mail: gulnaz.tulekova@mail.ru;
12. **Асқадұлы Қанат**, Д. Серікбаев атындағы ШҚТУ «АТЖЗЖМ» оқытушысы, Өскемен қ., Қазақстан, e-mail: Askaduly@mail.ru;
13. **Срайлова Мадина**, Д. Серікбаев атындағы ШҚТУ «АТЖЗЖМ» 6B07101-Автоматтандыру және басқару мамандығы бойынша 19-АУК – 1 тобының студенті, mail: srailovamadina@gmail.com;
14. **Баданбекқызы Зәуре**, к. фил.Н., "Азаматтық авиация академиясы" АҚ "Авиациялық ағылшын тілі" кафедрасының профессоры, Алматы қ., ҚР, e-mail: zaure.badanbekkyzy.51@mail.ru;
15. **Оспанов Ербол**, Шәкәрім атындағы Семей университетінің PhD докторы. Семей, Қазақстан, e-mail: 78oea@mail.ru;
16. **Айтқазина Диляра**, Д. Серікбаев атындағы ШҚТУ «АТЖЗЖМ» 6B07101-Автоматтандыру және басқару мамандығы бойынша 19-АУК – 1 тобының студенті, e-mail: aйтқазинадиляра@mail.ru;
17. **Батырбаева Меруерт Асылханқызы**, "Азаматтық авиация академиясы" АҚ "Жалпы ғылыми пәндер" кафедрасының аға оқытушысы, Алматы қ., ҚР, e-mail: meru777@inbox.ru;
18. **Адиканова Салтанат**, IT және жаратылыстану ғылымдары Жоғары мектебінің деканы, PhD докторы, С.Аманжолов атындағы ШҚУ., Өскемен қ., Қазақстан, e-mail: ersal\_7882@mail.ru;

19. **Маратбекова Шырын, Д.** Серікбаев атындағы ШҚТУ «АТЖЗЖМ» 6B07101-Автоматтандыру және басқару мамандығы бойынша 19-АУК – 1 тобының студенті, e-mail: maratbekova.shyryn@mail.ru;

20. **Еркебаева Ажар Нұрақынқызы**, "Авиациялық ағылшын тілі" кафедрасының аға оқытушысы, "Азаматтық авиация академиясы" АҚ, Алматы қ., ҚР, e-mail: eazhara@mail.ru;

21. **Наурызбаева Рита Маликовна**, Қазақстан Республикасы ҰҚК Шекара академиясының профессоры, педагогика ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, e-mail: rita.dali@mail.ru;

22. **Бельгинова Сәуле Әскербекқызы**, PhD докторы, "Тұран" университетінің Ақпараттық технологиялар кафедрасының доценті, Алматы қ., Қазақстан, e-mail: sbelginova@gmail.com;

23. **Мұратхан Бибігүл**, "Азаматтық Авиация Академиясы" АҚ "Авиациялық техника және технологиялар" кафедрасының докторанты, Алматы қ., Қазақстан, e-mail: b.muratkhan@agakaz.kz;

24. **Қайпбек Гүлсанат**, "Азаматтық Авиация Академиясы" АҚ "Авиациялық техника және технологиялар" кафедрасының докторанты, Алматы қ., Қазақстан, e-mail: g.kaipbek@agakaz.kz;

25. **Лекерова Фариза Лекеровна**, "Азаматтық Авиация Академиясы" АҚ "Авиациялық техника және технологиялар" кафедрасының докторанты, Алматы қ., Қазақстан, e-mail: fariza.lekerova@gmail.com;

26. **Әлібекқызы Қарлығаш, Д.** Серікбаев атындағы ШҚТУ «АТЖЗЖМ» аға оқытушысы, PhD докторы. Өскемен қ., Қазақстан, e-mail: Karlygash.eleusizova@mail.ru;

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

1. **Keribayeva Talshyn Bakytzhankyzy**, senior lecturer of the Department of "Aviation Engineering and Technology" JSC "Academy of Civil Aviation", Almaty, Kazakhstan, e-mail: talshyn.keribayeva@agakaz.kz;
2. **Rysbekova Ainara Amangeldievna**, lecturer of the Department of "Aviation Engineering and Technology" JSC "Academy of Civil Aviation", Almaty, Kazakhstan, e-mail: a.rysbekova@agakaz.kz;
3. **Seyfula Gulzhan Nurlankyzy**, lecturer of the Department of "Aviation Engineering and Technology" JSC "Academy of Civil Aviation", Almaty, Kazakhstan, e-mail: gulzhan.seyfulla@agakaz.kz;
4. **Toylbay Ozeriskhan**, lecturer of the Department of "Aviation Engineering and Technology" JSC "Academy of Civil Aviation", Almaty, Kazakhstan, e-mail: o.toilybai@agakaz.kz;
5. **Ali Intigam oglu Alizada**, IV-year student of the National Academy of Aviation of Azerbaijan, Baku, alizadali04@gmail.com;
6. **Seidulla Iskender oglu Aliyev**, associate professor of the department of "Air Transport Production" of the National Academy of Aviation of Azerbaijan, Baku, seydulla\_aliyev@yahoo.com;
7. **Tatibekova Zhanerke**, 2nd year master's student of JSC "Academy of Civil Aviation", Almaty, RK, e-mail: rakhatkyzyjan@mail.ru;
8. **Abzhapbarova Ainur Zhadygerovna**, candidate of technical sciences, associate professor of the department "Organization of Air Transportation and Logistics" of JSC "Academy of Civil Aviation", Almaty, RK, e-mail: ainur.abzhapbarova@mail.ru;
9. **Batalova Madina Yessimkhankyzy**, teacher of "SITaIS", D. Serikbayev EKTU, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan, e-mail: esimkhan\_kizi.m@mail.ru;
10. **Bayandinova Alfiya Rashitkyzy**, student of group 19-PSK-1, specialty 6B07105 – Instrument engineering, "SITaIS", D. Serikbayev EKTU, e-mail: bayandinova.alfiya@gmail.com;
11. **Tulekova Gulnaz Khazhymuratovna**, candidate of philological sciences, professor of the department "Aviation English" of JSC "Academy of Civil Aviation", Almaty, RK, e-mail: gulnaz.tulekova@mail.ru;
12. **Askaduly Kanat**, teacher of "SITaIS", D. Serikbayev EKTU, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan, e-mail: Askaduly@mail.ru;
13. **Madina Srailova**, student of group 19-AUK-1, specialty 6B07101 – Automation and control of "SITaIS", D. Serikbayev EKTU, e-mail: srailovamadina@gmail.com;
14. **Badanbekkyzy Zaure**, Ph.D., Professor of the Department "Aviation English" of JSC "Academy of Civil Aviation", Almaty, RK, e-mail: zaure.badanbekkyzy.51@mail.ru;
15. **Ospanov Yerbol**, PhD doctor of Semipalatinsk University Shakarima Semey, Kazakhstan, e-mail: 78oea@mail.ru;
16. **Aitkazina Dilyara**, student of group 19-AUK-1, specialty 6B07101 – Automation and control "SITaIS", D. Serikbayev EKTU, e-mail: aitkazinadilyara@mail.ru;
17. **Batyrbaeva Meruert Asylkhankyzy**, Senior lecturer of the Department of "General Scientific Disciplines" of JSC "Academy of Civil Aviation", Almaty, RK, e-mail: meru777@inbox.ru;
18. **Adikanova Saltanat**, Dean of the Higher School of IT and Natural Sciences, PhD, VKU named after S. Amanzholov, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan, e-mail: ersal\_7882@mail.ru;
19. **Maratbekova Shyryn**, student of group 19-AUK-1, specialty 6B07101 – Automation and control "SITaIS", D. Serikbayev EKTU, e-mail: maratbekova.shyryn@mail.ru;
20. **Yerkebayeva Azhar Nurakynovna**, senior lecturer of the departments "Aviation English", JSC "Academy of Civil Aviation", Almaty, RK, e-mail: eazhara@mail.ru;

21. **Nauryzbayeva Rita Malikovna**, Professor of the Border Academy of the National Security Committee of the Republic of Kazakhstan, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, e-mail: rita.dali@mail.ru;

22. **Belginova Saule Askerbekovna**, PhD, Associate Professor of the Department of Information Technologies of Turan University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: sbelginova@gmail.com;

23. **Muratkhan Bibigul**, Doctoral student of the Department of "Aviation Engineering and Technology" of JSC "Academy of Civil Aviation", Almaty, Kazakhstan, e-mail: b.muratkhan@agakaz.kz;

24. **Kaipbek Gulsanat**, Doctoral student of the Department of "Aviation Engineering and Technology" of JSC "Academy of Civil Aviation", Almaty, Kazakhstan, e-mail: g.kaipbek@agakaz.kz;

25. **Lekerova Fariza Lekerovna**, doctoral student of the Department of "Aviation Engineering and Technology" JSC "Academy of Civil Aviation", Almaty, Kazakhstan, e-mail: fariza.lekerova@gmail.com;

26. **Alibekkyzy Karlygash**, senior lecturer of "SOITaIS", Doctor of Philosophy PhD of D. Serikbayev EKTU, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan, e-mail: Karlygash.eleusizova@mail.ru.

**Азаматтық авиация академиясының Жаршысы» журналының  
авторларына арналған Ережелер**

**Мақалаларды дайындаған кезде редакция жарияланымға беретін материалдарды рәсімдеуде төменде келтірілген ережелер мен талаптарды басшылыққа алуды сұрайды:**

1. Жарияланым үшін ұсынылатын мақалалар жаңа, бұрын басқа баспа және электрондық басылымдарында жарияланбаған болу керек. Мақаланың мазмұны тематикалық бағыт және журналдың ғылыми деңгейіне, айқындалған жаңалық танытушы болып, авиация саласының ғылыми қызметкерлері, оқытушылары мен мамандарының мүдделеріне сәйкес болу керек. Мақалалар қазақ, орыс, ағылшын тілдерінде жарияланады.

2. Мақаланың көлемі: докторлар мен ғылым кандидаттары, Phd докторлары үшін – А-4 көлемдегі 10 беттен (5 мың сөз); докторанттар, магистранттар үшін – А-4 көлемдегі 7 беттен (3 мың сөз); оқытушылар, ғалымдар мен практиктер үшін А4 көлемдегі 7 бетке дейін, жас ғалымдар мен студенттер үшін А4 көлемдегі 7 бетке дейін болуы керек. Материал бір интервал аралықта 14 өлшемнің WORD мәтін редакторымен, Times New Roman қарібін қолданып, терілген болу керек. Кестелер, диаграммалар, суреттер және өзге графикалық материалдар ақ-қара нұсқада WORD (2003 жылғы нұсқадан ескі болмауы керек) мәтіндік редактордың құралдарымен орындалған, немесе векторлық жазу-сызудың (Adobe Illustrator, Corel Draw) бағдарламаларында және міндетті түрде электрондық редакциялау мүмкіндігі болу керек. Графикалық материалдардың және кестелердің мәтіннің ішінде сілтемелері, реттік саны және атауы болу керек. Әр кестенің астында міндетті түрде дереккөзге сілтеме жасалады. Формулалар Mach Type бағдарламасында немесе MS Office қосымшасында теріледі және мақала бойы бір стильді ұстанады.

3. Мақаланың басында жоғарыда сол жақта ЭОЖ жіктегіш индексі, объектінің сандық идентификаторы (ағылш. digital object identifier, қысқ. DOI), көрсетіледі. Бұдан әрі беттің ортасында бас әріптермен (көлбеумен) - инициалдар (аты, әкесінің аты немесе өзінің, әкесінің, фамилиясының бірінші әріптері) және авторлардың фамилиялары, лауазымы, дәрежесі, содан кейін ортасында кіші әріптермен - жұмыс орындалған ұйымның (ұйымдардың) атауы, және қаласы, төменде дәл солай ортасында бас әріптермен (қаралау қаріппен) – мақаланың атауы.

4. Аңдатпа жұмыстың мақсатын, әдісі немесе жұмысты жасау методологиясын, қысқа нәтижелерді, нәтижелерді қолдану аясын, қорытындыларын айқындау керек. Аңдатпаның көлемі 1/3 беттен кем болмауы керек. Аңдатпалар міндетті түрде қазақ, орыс және ағылшын тілдерде болуы тиіс. Аңдатпадан кейін кілт сөздер аңдатпа тілінде кіші әріптермен, үтір арқылы 5 сөзден кем болмауы керек.

5. Мақала мәтінінің тараулары міндетті түрде стандартталған "Кіріспе", "Негізгі бөлім", "Қорытындылар және Ұсыныстар" атауларын қолдану арқылы құрылымдалуы керек. Қажет болған жағдайда тараудың қосымша арнаулы атаулары қосылады.

6. Мақаланың соңында «Пайдаланылған дереккөздердің тізімі» келтіріледі (5 кем емес). Мәтіндегі сілтемелер - шаршы жақшаларында. Дереккөздер мәтінде дәйексөз алу тәртібінде көрсетіледі. Мәтінде әдебиеттің тізбесінен барлық дереккөздерге сілтемелер болуы керек. Пайдаланылған дереккөздер тізбесі "Библиографиялық жазба" MEMCT 7.1-2003 сәйкес рәсімделеді.

7. Мақалаға жеке файлда авторлар туралы: сурет және ақпараттар, мақаланың атауы, фамилиясы, аты және әкесінің аты (қазақ, орыс, ағылшын тілдерде), ғылыми дәрежесі және атағы, жұмыс орнының – ұйымның мекенжайы толық атауы, (индексі қоса берілген), лауазымы, контактілі телефоны, электрондық поштаның мекенжайы қоса беріледі. Көрсетілген талаптарға сай келмейтін қолжазбалар, редакциямен қарастырылмайды және қайтарылмайды. Мақала қабылданбаған жағдайда, редакция қайырудың себептері бойынша пікірталастарды жүргізу құқығын өзінде сақтайды.

8. Көрсетілген талаптарға сәйкес келмейтін қолжазбаларды редакция қарамайды және қайтармайды. Егер мақала қабылданбаса, редакция бас тарту себептері бойынша пікірталас жүргізу құқығын сақтайды.

9. Қабылданған мақалалар антиплагиаттық сараптаудан, ғылыми және әдеби редакциялаудан өтеді. Редакцияланған мақала авторға жөндеуге және бұрыштама қоюға жіберіледі. Жазып бітірген мақаланы редакцияға жіберу керек.

10. Мақалалар электронды және баспа нұсқаларында – пошталық жіберілім, мына e-mail-дерге: [almatakeeva@mail.ru](mailto:almatakeeva@mail.ru) немесе мына мекенжайға: Алматы қ., Закарпатская - 44 үй, Азаматтық авиация академиясы, 202 каб.

11. Мақаланың мазмұнына автор жауапты.

**Правила для авторов  
журнала «Вестник Академии гражданской авиации»**

*При подготовке статей редакция просит руководствоваться приведенными ниже правилами и требованиями к оформлению материалов, представляемых для публикации в журнале:*

1. Предлагаемые для публикации статьи должны быть новыми, не опубликованными ранее в том же виде в других печатных и электронных изданиях. Содержание статьи должно соответствовать тематическим направлениям и научному уровню журнала, обладать определенной новизной и представлять интерес для научных работников, преподавателей, специалистов в области авиации. Статьи публикуются на казахском, русском, английском языках.

2. Размер статьи не должен превышать: для докторов и кандидатов науки, докторов Phd до 10 стр. формата А4; докторантов, магистрантов до 7 стр. формата А4.; преподавателей, ученых и практиков до 7 стр. формата А4; молодых ученых и студентов до 7 стр. формата А4. Материал должен быть набран в текстовом редакторе WORD с использованием шрифта Times New Roman, 14 размера через один интервал. Схемы, графики, диаграммы, рисунки и иные графические материалы могут быть выполнены в черно-белом варианте средствами текстового редактора WORD (не старше версии 2003), или в программах векторной графики (Adobe Illustrator, Corel Draw) и обязательно допускать электронное редактирование. Графические материалы и таблицы должны содержать ссылки в тексте, порядковый номер и название. Под каждой таблицей обязательно помещается ссылка на источник. Формулы набираются в программе Math Type или в приложении MS Office и придерживаются одного стиля на протяжении всей статьи.

3. В начале статьи сверху слева следует указать индекс УДК, цифровой идентификатор объекта (англ. digital object identifier, сокр. DOI). Далее по середине страницы прописными буквами (курсивом) – инициалы и фамилии авторов, должность, степень, затем по середине строчными буквами – название организации(ий), в которой выполнена работа и город, ниже также посередине заглавными буквами (полужирным шрифтом) – название статьи.

4. Аннотация должна отражать цель работы, метод или методологию проведения работы, краткие результаты, область применения результатов, выводы. Размер аннотации должен быть не менее 1/3 стр. Независимо от языка статьи обязательны аннотации на казахском, русском и английском языках. После аннотации должны быть указаны ключевые слова на языке аннотации, не менее 5 слов, строчными буквами, через запятую.

5. Текст статьи должен быть структурирован с применением стандартных названий разделов «Введение», «Основная часть», «Выводы и Предложение». При необходимости допускаются дополнительные специальные названия разделов.

6. В конце статьи приводится «Список использованных источников» (не менее 5). Ссылки в тексте – в квадратных скобках. Источники указываются в порядке цитирования в тексте. На все источники из списка литературы должны быть ссылки в тексте. Список использованных источников оформляются в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись».

7. В отдельном файле к статье прилагаются фотографии и сведения об авторах: название статьи, фамилия, имя и отчество (на казахском, русском, английском языках), ученая степень и звание, полное название и адрес организации – места работы (включая индекс), занимаемая должность, контактный телефон, адрес электронной почты.

8. Рукописи, не соответствующие указанным требованиям, редакцией не рассматриваются и не возвращаются. Если статья отклонена, редакция сохраняет за собой право не вести дискуссию по мотивам отклонения.

9. Принятые статьи проходят антиплагиат, рецензирование, научное литературное редактирование. Отредактированная статья отправляется автору на доработку и визирование. Доработанная рукопись должна быть представлена в редакцию.

10. Статьи принимаются в электронном и печатном вариантах – почтовым отправлением, на e-mail: almamakeeva@mail.ru или по адресу: г. Алматы, ул. Закарпатская - 44, Академия гражданской авиации, каб.202.

11. Ответственность за содержание статьи несут авторы.



**Requirements for article's writing to be published in the journal:**

1. The article which is proposed for publication must be new, previously not published in the same form in other print and electronic publications. The content of the article should correspond to thematic areas and scientific level of the journal, have a certain novelty and be of interest to researchers, teachers, experts in the field of aviation. Articles are published in Kazakh, Russian and English languages.

2. The amount of the paper should not exceed: for doctors and candidates of science, Phd doctors up to 10 pp. format A 4, for doctoral students, undergraduates up to 7 pp, format A4, for teachers, scientists, and practice up to 7 pp. The material should be typed in text editor WORD with the Times New Roman font, size 14, single-spaced. Schemes, graphs, diagrams, drawings and other graphic materials can be made in black and white by means of a text editor WORD (not older than 2003 version) or vector graphics programs (Adobe Illustrator, Corel Draw) and be sure to allow electronic editing. Graphics and tables should contain references in the text, serial number and the names. Each table is required a link to the data source. Formulas are typed in the program Mach Type or application MC Office and adhere to one style throughout the paper.

3. There should be indicated UDC (Universal Decimal Classification), Digital object identifier (abbreviated DOI), at the beginning of the left top corner. Initials and names of the authors in capital letters are in the middle of the page, in the middle of lowercase letters there are title, degree and the name of the organization (s) and city the work is done, the name of the article with capital letters (bold) is below in the middle of the paper.

4. The abstract should reflect the purpose of the work, method, or methodology of work, summary results, the scope of the results, conclusions. The size of the summary should be at least 1/3 of the page. Regardless of language annotations are to be written in Kazakh, Russian and English languages. After the summary there are keywords, not less than 5 words in lowercase, separated by commas.

5. The text of the article should be structured as "Introduction", "Main part", "Conclusion and Proposal". If necessary additional special section titles are allowed.

6. "List of references" (at least 5) is at the end of the article. References in the text are in square brackets. Sources in the text should be indicated in the order of citation. All sources from the list of references should be cited in the text. List of references are made in accordance with 7.1-2003 «Bibliographic record» State Standard.

7. Photos and information about the author as the name of the article, name and patronymic name (in Kazakh, Russian and English), academic degree and rank, full name and address of the organization, the place of work (including zip code), position, telephone number, e-mail address are attached to the article in a separate file.

8. The manuscripts do not meet these requirements are not considered and returned. If the article is rejected, the editors reserve the right not to have a discussion based on the deviation.

9. Accepted articles are reviewed, pass antiplagiat, scientific literary editing. The edited article is sent to the author for the modification and the sighting. The finished manuscript must be represented into the editorial staff.

10. Articles are received in electronic and printed versions on e-mail [almamakeeva@mail.ru](mailto:almamakeeva@mail.ru) or at 44 Zakarpatskaya Str., Almaty, Academy of Civil Aviation, room 202.

11. The authors are responsible for the content of the article.



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ИНВЕСТИЦИЯЛАР ЖӘНЕ ДАМУ  
МИНИСТРЛІГІНІҢ  
АЗАМАТТЫҚ АВИАЦИЯ КОМИТЕТІ  
РЕСПУБЛИКАЛЫҚ МЕМЛЕКЕТТІК  
МЕКЕМЕСІ

REPUBLIC OF KAZAKHSTAN  
REPUBLIC STATE AUTHORITY  
MINISTRY OF INVESTMENTS AND  
DEVELOPMENT  
CIVIL AVIATION COMMITTEE

**Комитет гражданской авиации  
Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстана**

**Сертификат  
авиационного учебного центра  
№ АУЦ 02-15**

*Республика Казахстан, 050039, г. Алматы, Турксибский район,  
ул. Закарпатская 44.*

Выдан: «23» апреля 2015 года

Настоящий Сертификат удостоверяет, что Авиационный учебный центр ТОО «Training center Part-FCL» соответствуют требованиям, установленными Республикой Казахстан, стандартами и рекомендуемой практикой ИКАО относительно области действий авиационного учебного центра, указанных в приложении к настоящему Сертификату.

Сертификат выдан на основании акта сертификационного обследования от 17 марта 2015 года и акта контрольного сертификационного обследования Авиационного учебного центра ТОО «Training center Part-FCL» от 18 апреля 2015 года Комитета гражданской авиации Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан.

Инспекционный контроль осуществляет: Комитет гражданской авиации Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан.



**Руководитель Управления по  
организации выдачи свидетельств  
авиационного персонала и медицине  
Комитета гражданской авиации**

 **Д. Турехметов**  
(подпись)



  
 ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
 ИНВЕСТИЦИЯЛАР ЖӘНЕ ДАМУ МИНИСТРЛІГІ  
 БАЙЛАНЫС, АҚПАРАТТАНДЫРУ ЖӘНЕ АҚПАРАТ КОМИТЕТІ  
 МЕРЗІМДІ БАСПАСӨЗ БАСЫЛЫМЫН ЖӘНЕ АҚПАРАТТЫҚ АГЕНТТІКТІ  
 ЕСЕПKE ҚОЮ ТУРАЛЫ  
**КУӘЛІК**

№ 15452-Ж

Астана қаласы «01» 07 2015 ж.

**МББ аты:** «Азаматтық авиация академиясының жаршысы» журналы

**МББ тілі:** қазақша, орысша, ағылшынша

**Шығу жиілігі:** жылына 4 рет

**Меншік иесі:** «Азаматтық авиация академиясы» АҚ (Алматы қаласы)

**Негізгі тақырыптық бағыты:** ғылыми-көпшілік

**Тарату аумағы:** Қазақстан Республикасы

**Торғаның орынбасары**  **Т. Қазанпау**



  
 МИНИСТЕРСТВО ПО ИНВЕСТИЦИЯМ И РАЗВИТИЮ  
 РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
 КОМИТЕТ СВЯЗИ, ИНФОРМАТИЗАЦИИ И ИНФОРМАЦИИ  
**СВИДЕТЕЛЬСТВО**  
 О ПОСТАНОВКЕ НА УЧЕТ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ПЕЧАТНОГО ИЗДАНИЯ И  
 ИНФОРМАЦИОННОГО АГЕНТСТВА

№ 15452-Ж

город Астана «01» 07 2015 г.

**Название ППИ:** Журнал «Вестник Академии гражданской авиации»

**Язык ППИ:** казахский, русский, английский

**Периодичность:** 4 раза в год

**Собственник:** АО «Академия гражданской авиации» (город Алматы)

**Основная тематическая направленность:** научно-популярная

**Территория распространения:** Республика Казахстан

**Заместитель председателя**  **Т. Қазанпау**



<p>НАЦИОНАЛЬНАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ КНИЖНАЯ ПАЛАТА                  РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН                  НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ISSN</p> <h2 style="margin: 0;">СЕРТИФИКАТ</h2> <p><b>Журнал</b>                  «Вестник Академии гражданской авиации»</p> <p><b>АО «Академия гражданской авиации»</b>                  (город Алматы)</p> <p>зарегистрирован в Международном центре по регистрации серийных изданий ISSN (ЮНЕСКО, г. Париж, Франция) и с 97-двухзначным международным номером</p> <p><b>ISSN 2413 – 8614</b></p> <p><small>(интернциональный стандарт ИСО 3297-98 "Информация и документация. международный стандартный номер периодического издания ISSN", национальный стандарт ГОСТ 7.56-2002 "Международный стандарт идентификации серийных изданий")</small></p> <p><b>Директор</b>  <b>Ж. Сейдуманов</b></p> <p>«29» октября 2015 год</p>	<p>ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ                  ҰЛТТЫҚ МЕМЛЕКЕТТІК КІТАП ПАЛАТАСЫ                  ISSN ҰЛТТЫҚ ОРГАНЫ</p> <h2 style="margin: 0;">СЕРТИФИКАТ</h2> <p><b>«Азаматтық авиация академиясының жаршысы» журналы</b></p> <p><b>«Азаматтық авиация академиясы» АҚ</b>                  (Алматы қаласы)</p> <p>(ЮНЕСКО, Франция, Париж к.і. сериялық басылмалары тіркелген ISSN Халықаралық орталығында тіркелген және халықаралық номер берілген)</p> <p><b>ISSN 2413 8614</b></p> <p><small>(халықаралық стандарт ИСО 3297-98 "Ақпараттық және құжаттық (ISSN) сериясы басылмалары идентификация стандарттары қатары", мемлекеттік стандарты ГОСТ 7.56-2002 "Сериялық басылмаларының идентификация стандарттары номері")</small></p> <p><b>Директор</b>  <b>Ж. Сейдуманов</b></p> <p>«29» октябрь 2015 жыл</p>
--	--