

Роль человеческого фактора в языке: язык и картина мира, - Москва, 1998. с. 15-16.

7. Рахметова А. Қазақ тілі синтаксисін қатысымдық-танымдық тұрғыдан оқытудың ғылыми-әдістемелік негіздері, - Алматы, 2010.

References

1. Orazbaeva F.Ş. Til älemi. Maqalalar, zertteuler. –Almaty: AnArys, 2009. -368 b.
2. Ä. Älmetova. Sühbattasu mädenieti. – Almaty: Tolağai, 2007.
3. Ämirbekova A. Qazirgi qazaq tilindegi jaña bağyttar. – Almaty, 2011.
4. Seiilhan A. Jan sülulyğyna qatysty ataulardyn lingvomädeni belgileri // Tiltanym 2010, №4.
5. Stepanov. S Konstanty. Slovar russkoi kultury. Opyt issledovaniya. M., Nauka, 1993.
6. Serebrennikov B.A., Kubrykova E.S., Postovalova V.İ., i dr. Rol chelovecheskogo faktora v yazyke: yzyk i kartina mira, - Moskva, 1998. s. 15-16.
7. Rahmetova A. Qazaq tili sintaksisin qatysymdyq-tanymdyq тұрғыдан оқытудың ғылыми-әдістемелік негіздері, - Almaty, 2010.

DOI 10.53364/24138614_2021_23_4_71

ӘОЖ 007:621.391

Алибекқызы К.

«Ақпараттық технологиялар және зияткерлік жүйелер мектебінің» докторанты
Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Өскемен қ., ҚР.

E-mail: Karlygash.eleusizova@mail.ru

VLC ТЕХНОЛОГИЯСЫ БОЙЫНША ДЕРЕКТЕРДІ БЕРУ ҮШІН СИГНАЛ ЖАСАУДЫҢ КІДІРІСІН ЕСЕПТЕУ

РАСЧЕТ ЗАДЕРЖКИ ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛА ПРИ ПЕРЕДАЧЕ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ VLC

CALCULATION OF SIGNAL TRANSMISSION DELAY DURING DATA TRANSMISSION USING VLC TECHNOLOGY

Аңдатпа. Мақалада MATLAB және Simulink негізіндегі ішкі VLC үшін математикалық модельдеу жүзеге асырылады. Бағдарлама таратқыштардың орналасуын және әрбір қабырғадағы шағылысуларды қарастырады. Көрінетін жарық ортасы үшін жарық диодты жарық диоды жарықтандыру құрылғысы ретінде ғана емес, сонымен қатар байланыс құрылғысы ретінде де қолданылады. Модельдеу бағдарламасын пайдалана отырып, төменгі бетіндегі жарықтың таралуы мен орташа квадраттық кешігудің таралуы талданады.

Түйін сөздер: желілер, деректерді беру, деректерді қабылдау, жарықдиодты шамдар, Li-Fi, VLC, жарықтандыру құралы, бағдарламалық жасақтама, сигналды кешіктіру.

Аннотация. В статье осуществляется математическое моделирование для VLS внутри помещений на основе MATLAB и Simulink. Программа рассматривает позиции передатчиков и отражения на каждой стене. Для среды видимого света светодиодный осветительный диод используется не только как осветительное устройство, но и как

устройство связи. Используя программу моделирования, анализируются распределения освещенности исреднеквадратичного разброса задержки на нижней поверхности.

Ключевые слова: сети, передача данных, прием данных, светодиоды, Li-Fi, VLC, осветительный прибор, программное обеспечение, задержка сигнала.

Abstract. The article provides mathematical modeling for indoor VLS based on MATLAB and Simulink. The program considers the positions of the transmitters and reflections on each wall. For the visible light environment, the LED lighting diode is used not only as a lighting device but also as a communication device. Using a simulation program, the distributions of illumination and RMS delay spread at the bottom surface are analyzed.

Keywords: networks, data transmission, data reception, LEDs, Li-Fi, VLC, lighting device, software, signal delay.

Кіріспе. Жоғары жылдамдықты деректерді беру мен ұтқырлықтың тез өсіп келе жатқан сұранысымен сымсыз байланыс біздің өмірімізде өте маңызды технология болып табылады. Соңғы уақытта жарық диодтарын пайдаланатын үй ішіндегі сымсыз байланыс технологиясы зерттеудің жаңа саласы болып табылады [1-3]. Жарық диодтарын қолдана отырып, жарықтандыру мен сымсыз байланысқа қатысты көптеген артықшылықтар бар:

Жарықдиодты жарықтандыру жабдықтарын орнату оңай және адам ағзасына қауіпсіз.

Маңызды артықшылықтар - төмен шығындар, электр қуатын аз тұтыну және ұзақ қызмет ету мерзімі.

Жоғары жылдамдықты деректерді беру мүмкіндігі жарық диодты инфрақұрылымды байланыс құралы ретінде пайдаланудың маңызды сипаттамасы болып табылады.

Осы артықшылықтардың ішінен жарық диодтары бар ішкі оптикалық сымсыз байланыс кеңінен қолданылады деп күтілуде.

Жарық диодтарын қолданатын сымсыз байланыстың негізгі физикалық сипаттамалары мен мәселелерін көптеген зертханалар зерттейді, мысалы импульстің сипаттамасы [3,4], оптикалық қуаттың таралуы [5,6], бит қателіктерінің коэффициенті (BER), сигнал - шу қатынасы (SNR) және көлеңкелеу [8], шағылысу [9], Байланыс мүмкіндігі [10-12], деректерді беру жылдамдығын арттыру әдісі [13,14], жарық диодты кластерді бағытталған нүкте көзі ретінде модельдеу.

Негізгі бөлім. Бұл мақалада біз MATLAB және Simulink негізінде жасалған модельдеуді қарастырамыз, ол жарықтың таралуын, RMS кідірістерінің таралуын (қашықтан қол жетімділік) және таратқыштардың позициялары мен қабырғалардағы шағылыстарды ескере отырып, қабылданған сигнал формасын есептейді. VLC технологиясы бойынша жарықдиодты жарықтандыру құрылғысы ретінде ғана емес, сонымен қатар байланыс құрылғысы ретінде де қолданылады. Бұл оптикалық сымсыз байланыстың бір түрі, ол «көрінетін» ақ жарықты орта ретінде пайдаланады (1 сурет). Жарықтандыру және байланыс үшін бұл қос жарықдиодты функция көптеген жаңа және қызықты қосымшаларды жасайды.



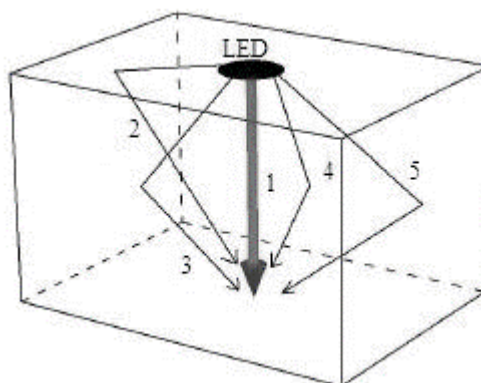
Сурет 1 - Аудиторияда жарық диодтарын қолдана отырып, көрінетін жарық байланыс жүйесінің көрінісі

Бұл функция жарық диодтарын жылдам ауыстыруға және бос кеңістіктегі байланыс үшін ақ жарық толқындарын модуляциялауға негізделген. Ұсынылған жүйенің келесі артықшылықтары бар: бүкіл бөлмеде аздап қараңғыланған оптикалық деректерді беру қуатты және таратылған жарықтандыру жабдықтарымен қамтамасыз етіледі. Жарықдиодты шамды орнату оңай. Бұл жүйені жүзеге асыру үшін жарық жабдықтары мен оптикалық таратқыш ретінде оптикалық қасиеттерді зерттеу керек. Осылайша, ұсынылған жүйе үшін кейбір сандық талдаулар жүргізілді. Ақ жарық байланысы мен басқа оптикалық сымсыз байланыс арасындағы айырмашылықты қарастырамыз. Сандық талдау арқылы біз ұсынылған жүйенің ішкі сымсыз деректер ұзақ қолданыста болатынын анықтадық.

Модельдеу бағдарламасын жасау үшін физикалық параметрлерді қабылдаймыз. Кеңсе бөлмесінің өлшемі - 5м x 5м x 3М, ал жарық диодтары төбеге орнатылады; үстелдің биіктігі - 0,85 м, ал қабылдағыш - жұмыс жазықтығында. Модельдеудің басқа параметрлері 1-кестеде келтірілген.

Кесте 1. Модельдеу параметрлері.

| Параметр атауы | Мәні |
|----------------------------------|--------------|
| Жарты қуаттылық бұрышы | 30 [deg] |
| Жарықтың орташа қарқындылығы | 0.73 [cd] |
| Әр топтың жарық диодтарының саны | 3600 (60x60) |
| Көру өрісі | 50 [deg] |
| Шағылысу коэффициенті | 0.8 |



Сурет 2 - Үй ішіндегі ақ жарық ортасы

Жұмыс жазықтығындағы жарықтың таралуы қарастырылады. Қабырғадағы сәулелену көзі мен шағылысқан нүктелерде Ламберт диаграммасы бар деп болжанған. [1,6,7]. Ламберт радиациясы дегеніміз, көз шығаратын жарықтың қарқындылығы бетінің қалыпты деңгейіне қатысты сәулелену бұрышына косинустық тәуелді болады. Оптикалық байланыс желісінің [1,5-10] функциясынан кейін бұрыштағы жарықтың қарқындылығы келесідей анықталады:

$$I(0)(\cos^m) \quad (1)$$

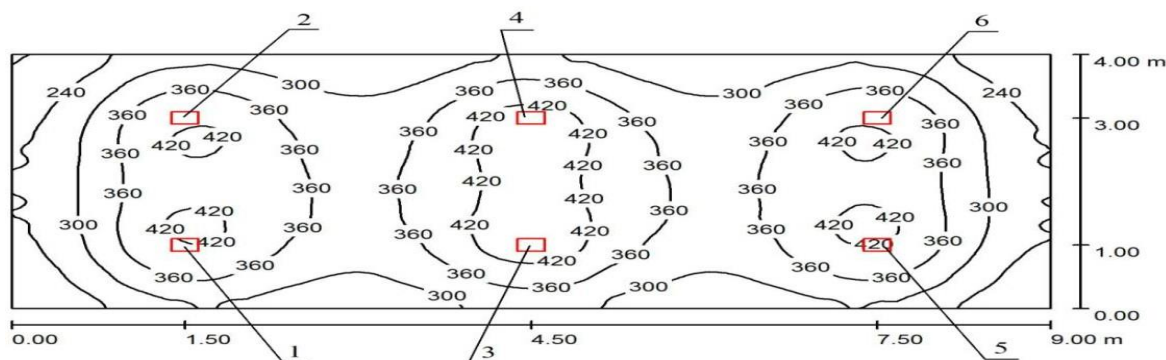
Мұндағы $I(0)$ - топтық жарық диодтарының орталық жарық күші, сәулелену бұрышы, m - Ламберттің сәулелену тәртібі және $1/2$ жарық диоды жартылай жанған кезде жартылай жанған:

$$\frac{m \ln 2}{\ln(\cos \frac{1}{2})} \quad (2)$$

Өңдеу жазықтығындағы (x, y, z) нүктедегі E_{hor} көлденең жарықтандыруы келесідей берілген:

$$E_{hor}(x, y, z) \frac{I(0)(\cos^m)}{D_d^2(\cos)} \quad (3)$$

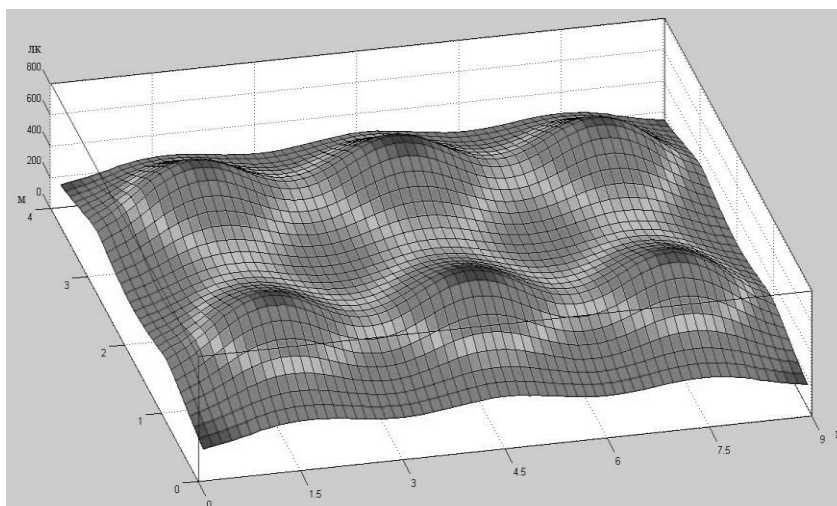
Мұндағы D_d -таратқыш пен қабылдағыш арасындағы қашықтық - құлау бұрышы. Жарық диодтарының таралуын зерттеу үшін төбедегі жарық диодтарының орналасуы үшін екі конфигурацияны ұсынамыз. Бір таратқыш жағдайында позиция төбенің ортасын білдіреді, ал төрт таратқыш үшін таратқыштар 2-суретке ұқсас позицияда орналасқан.



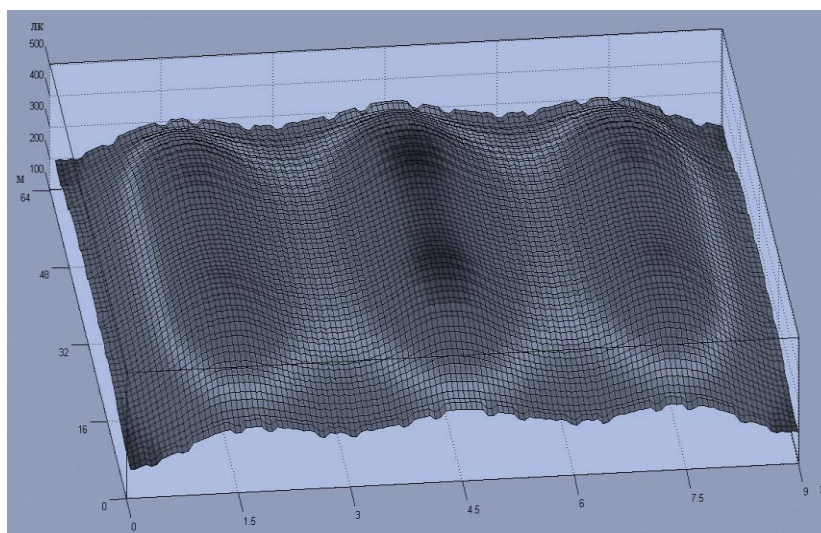
Сурет 3. Таратқыштардың төбедегі орны

Біз модельдеу бағдарламасын жасау үшін MATLAB2007R бағдарламасын қолдандық. Біріншіден, бағдарлама Ламберт сәулелену диаграммасы бар бір немесе бірнеше таратқыштар үшін тікелей жарықтандыруды және шағылысқан жарықтандыруды есептейді (нәтижелерді көптеген алдыңғы зерттеулер береді [6, 7]). Сонымен қатар, Бағдарлама осы әсер үшін сигналдың кідірісін есептейді. Біздің жүйенің жарықтандыру таралуы төмендегі суретте көрсетілген:

Орталықтағы жарық ағынының максималды мәні - 768,10 люкс. Төмендегі 4-суретте 30 градус фокустық диаграммасы бар 6 таратқыштың таралуы көрсетілген. Мұнда тар шолу өрісі бар жарық диодтарының сипаттамалары көрсетілген. Бұл кең жарық диодтарын жақсартуға мүмкіндік береді. Мәні 64-тен 800 lx-ге дейін. Орташа мәні - 368 lx.



Сурет 4. 30 градус жарық диоды бар 6 таратқышпен жарықтың таралуы. Макс. = 850 lx; Min = 64 lx; Avarage = 368 lx



Сурет 5. Жарық диоды бар 6 таратқышпен 70 градус жарық диоды бар жарықтың таралуы. Max = 500 lx; Min = 64 lx; орташа = 218 lx

5-суретте біздің зерттеуімізді алдыңғы зерттеулермен салыстыру келтірілген [6,7]; мұнда 70 градус жартылай диапазонда біздің жүйенің жарықтығын бөлудегі сандық есептеу көрсетілген. Барлық параметрлер бірдей. Халықаралық стандарттау ұйымының (ISO) стандартына сәйкес, бұл жүйенің жарығы 300-ден 1500-ге дейін (lx), бұл кеңседе жұмыс істеу үшін жеткілікті. Біздің жағдайда шағылысқан нүктеде Ламберт өрнектері бар деп болжаймыз. Есептеуден кейін (бағытты, Ламберт үлгісімен шағылысуды қоса алғанда) және төрт таратқыш болған жағдайда Ламберт үлгісісіз жарықтандырумен салыстырғаннан кейін (сол жағдайларда) 10,8% - дан асады.

Орта квадраттық аудан.

Сигналды кідірту термині-шағылысудан таралудың кідірісі. Тікелей жолды да, бірінші ретті шағылысу жолын да ескере отырып, нүктеде алынған оптикалық қуатты шағылысу қабырғаларын шағылысу нүктелеріне бөлу арқылы есептеуге болады:

$$P_r = \sum \{P_t \cdot H_d(0) + \sum P_t \cdot dH_{ref}(0)\} \tag{4}$$

P_t -H D (0) Жарық диодынан берілетін оптикалық қуат-бұл [5-9] - де берілген

бағыттардағы арнаның пайдасы:

$$H_d(0) = \begin{cases} \frac{(m+1)A}{2\pi D_d^2} \cos^m(\varphi) & T_s(\psi)g(\psi) \cos(\psi), \quad 0 < \psi < \psi_c \\ 0 & \psi > \psi_c \end{cases} \quad (5)$$

$T_s(\psi)$ - оптикалық сүзгінің пайдасы, $g(\psi)$ - $g(\psi)$ - оптикалық концентратордың күшейту коэффициенті. ψ -құлау бұрышы. ψ_c қабылдағыштағы көру өрісінің енін білдіреді. Оптикалық концентраторды $g(\psi)$ ретінде көрсетуге болады.

$$g(\psi) = \begin{cases} \frac{n^2}{\sin^2(\psi_c)} & 0 \leq \psi \leq \psi_c \\ 0 & \psi > \psi_c \end{cases} \quad (6)$$

n сыну көрсеткішін білдіреді.

$dH_{ref}(0)$ - шағылысу нүктелеріндегі канал арнасының күшейту коэффициенті [5-9] және:

$$dH_{ref}(0) = \begin{cases} \frac{(m+1)A}{2\pi D_1^2 D_2^2} p dA_{wall} \cos^m(\varphi) \cos(\alpha) \dots & \\ x \cos(\beta) T_s(\psi)g(\psi) \cos(\psi), \quad 0 < \psi < \psi_c & \\ 0 & \psi > \psi_c \end{cases} \quad (7)$$

Мұндағы $D1$ -жарық диоды мен шағылысатын нүкте арасындағы қашықтық, $D2$ - шағылысатын нүкте мен қабылдағыш арасындағы қашықтық, шағылысу коэффициенті, dA_{wall} - шағылысатын кішкене аймақ, шағылысатын нүктеге түсу бұрышы, қабылдағышқа Жарық бұрышы. Таратқыштардан нақты қабылдағышқа дейінгі m түзу жолдары және бір қабылдағышқа шағылысу жолының N қабылданған оптикалық сигналдардың жалпы қуаты келесідей есептеледі:

$$P_r = \sum_i^M P_{d,i} + \sum_j^N P_{r,j} \quad (8)$$

Мұндағы $P_{d,i}$ - I нүктесіндегі тікелей жарықтың қабылданған оптикалық қуаты және $P_{r,j}$, J нүктесіндегі шағылысқан жарықтың алынған оптикалық күшін білдіреді. M тікелей жарық үшін компоненттер санын білдіреді, ал N шағылысқан жарық үшін компоненттер санын білдіреді. RMS кідірісті бөлу бірнеше шағылысуларға байланысты қалыпты кідіріс уақытына баға береді. Сондықтан, RMS кідірісінің таралуы деректерді беру жылдамдығының жоғарғы шегі үшін өнімділіктің маңызды өлшемі болады. Орташа артық кідіріс [16] ретінде анықталады:

$$\tau = \frac{(\sum_i^M P_{d,i} t_{d,i} + \sum_j^N P_{r,j} t_{r,j})}{P_r} / P_t \quad (9)$$

$t_{d,i}$ - i -ші тікелей жарықтың таралу уақыты

$P_{d,i}$, $t_{r,j}$ - j -шағылысқан жарықтың таралу уақыты $P_{r,j}$.

Сигналдың кідірісін бөлу келесідей анықталады:

$$\tau_{RMS} = \sqrt{\tau^2 - (\tau^2)} \quad (10)$$

Мұндағы

$$\tau^2 = \frac{(\sum_i^M P_{d,i} t_{d,i}^2 + \sum_j^N P_{r,j} t_{r,j}^2)}{P_r} / P_t \quad (11)$$

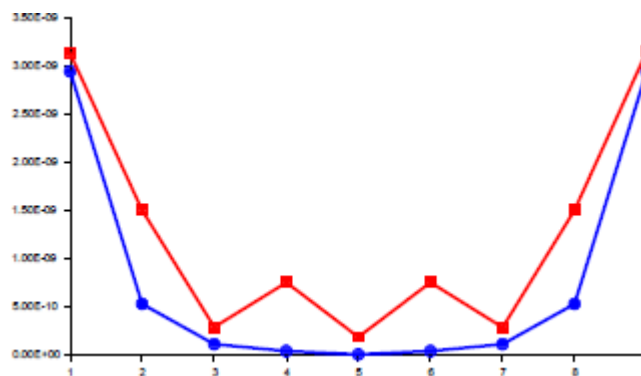
Сигналдың кідірісінің таралуы P_T ішіндегі оптикалық қуат компоненттерінің

салыстырмалы деңгейіне байланысты екендігі атап өтілді. 6 бір таратқыш үшін RMS үлестірімін көрсетеді. Ең жоғарғы мәні 3,2 нс (наносекунд), ең төменгі мәні - 0,86 нс. 7 суретте таратуды көрсетеді бір таратқыш үшін сигналдың кідірісі. Максималды мәні - 3,57 нс, ең аз - 0,17 нс. Эквалайзердің қажеттілігінсіз арна арқылы берілетін максималды беріліс жылдамдығы келесідей болады деп қабылданады [11,16].

$$R_b \leq \frac{1}{(10 \cdot \tau_{RMS})} \quad (12)$$

Сондықтан (9) теңдеуден деректерді берудің максималды жылдамдығы түбінің бүкіл бетін ескере отырып, 28 Мбит / с-пен шектеледі деп саналады.

8 - суретте үлгінің кейбір нүктелерінде сигналдың кідірісін таратудың тиімділігі көрсетілген. 4 таратқыш жағдайында кейбір нақты нүктелерде жүйелік сигналдың кідірісін бөлу, әдетте, 1 жағдайда таратқыштағы мәннен үлкен болады. Негізгі себеп - төрт таратқыш үшін көп сәулелі жарықтандыру болып табылады.



Сурет 6. Тарату сигналын кідірту тиімділігі

Қорытынды. Мақалада MATLAB және Simulink негізіндегі VLS үшін математикалық модельдеу қарастырылған. Бағдарлама әр қабырғадағы бірінші ретті көріністерді қарастырды. Модельдеу бағдарламасын қолдана отырып, жарықтың таралуы және төменгі бетіндегі RMS кідірісінің таралуы талданды. Сондай-ақ, NRZ-OOK үшін сигнал формалары көрсетілген. Ол нақты физикалық параметрлермен және әртүрлі жетілдірілген модуляция форматтарымен жаңартылады деп күтілуде.

Әдебиеттер тізімі

1. Дж. М. Кан и Дж. Р. Барри, "Беспроводная инфракрасная связь", Proc. IEEE 85 (2), 265-298 (1997).
2. Д. О'Брайен и М. Кац, "Оптическая беспроводная связь в беспроводных системах четвертого поколения", J. Opt. Сеть 4, 312-322 (2005).
3. М.Кавеград и С.Живкова, "Широкополосная оптическая беспроводная связь в помещении: конструкции оптических подсистем и их влияние на характеристики каналов", Беспроводная связь IEEE. 10, 30- 35 (2003).
4. Дж. Б. Каррутерс, С. М. Кэрролл, "Статистические модели импульсной характеристики для внутренних оптических беспроводных каналов", Инт. J. Коммуна. Система.18, 267-284 (2005).
5. А. Сивабалан и Дж. Джон, "Улучшенное распределение мощности в рассеянных внутренних оптических беспроводных системах с использованием нескольких конфигураций передатчиков", Опт. Квантовый электрон.38, 711-725 (2006).

6. Т.Комине, М. Накагава “Фундаментальный анализ системы связи видимого света с использованием светодиодного освещения”, IEEE Trans. Consum. Electron. 50, 100-107 (2004).
7. Т. Комине и М. Накагава, “Оценка производительности беспроводной системы связи видимого света с использованием белого светодиодного освещения”, в Трудах Девятого симпозиума IEEE по компьютерам и связи, стр.258-263 (2004).
8. Т. Комине, С. Харуяма и М. Накагава, “Исследование затенения беспроводной связи в помещении с видимым светом с использованием множества белых светодиодных светильников”, Беспроводные персоны. Коммуна.34, 211-225 (2005).
9. К. Фан, Т. Комине, Ю. Танака, М. Накагава, “Влияние отражения на внутреннюю систему связи видимого света с использованием белых светодиодов”, в Трудах 5-го инт. Симпозиум по беспроводной персональной мультимедийной связи (WPMC2002), стр.611-615 (2002).
10. Т. Комине и М. Накагава, “Интегрированная система связи белого светодиодного видимого света и связи по линии электропередачи”, IEEE Trans. Consum. Electron.49, 71-79 (2003).
11. Я. Танака, Т. Комине, С. Харуяма и М. Накагава, “Система передачи данных в помещении с использованием видимого света с использованием белых светодиодных ламп”, IEICE Trans. Коммуна. E86-B, 2440-2454 (2003).
12. С. Г. Ли, С. С. Парк, Дж.-Х. Ким и Д.-Х. Ким, “Экспериментальная проверка оптической беспроводной линии связи с использованием светодиодов с подсветкой высокой яркости”, Опт. англ. 46, 125005 (2007).
13. Д.С. О'Брайен, “Высокоскоростные интегрированные приемопередатчики для оптической беспроводной связи”, IEEE Commun. Mag.41, 58-62 (2003).
14. Х. Л. Мин, Д.С. О'Брайен, Г. Фолкнер, Л. Зен, К. Ли, Д. Юнг, Ю. О, “Высокоскоростная Связь В Видимом Свете С Использованием Многорезонансного Выравнивания”, Фотон IEEE. Технол. Письмо 20, 1243-1245 (2008).
15. И. Морено, С.-С. Сан, Р. Иванов, “Состояние дальнего поля для светодиодных решеток”, Приложение. Опт.48, 1190-1197 (2009).
16. Т.С. Раппапорт, Беспроводная связь (Прентис-Холл, 2002).
17. А.Ж. С. Морејра, Р.Т.Валадас, А.М. де Оливейра Дуарте, “Оптические помехи, создаваемые искусственным светом”, Беспроводная сеть., том 3, стр. 131-140, 1997.

References

1. J. M. Kahn and J. R. Barry, “Wireless Infrared Communications,” Proc. IEEE 85 (2), 265-298 (1997).
2. D. O'Brien and M. Katz, "Optical wireless communications within fourth- generation wireless systems," J. Opt. Network 4, 312-322 (2005).
3. M. Kavehrad and S. Jivkova, “Indoor broadband optical wireless communications: optical subsystems designs and their impact on channel characteristics,” IEEE Wireless Commun. 10, 30-35 (2003).
4. J. B. Carruthers, S. M. Carroll, “Statistical impulse response models for indoor optical wireless channels,” Int. J. Commun. Syst. 18, 267-284 (2005).
5. A. Sivabalan and J. John, "Improved power distribution in diffuse Indoor Optical Wireless systems employing multiple transmitter configurations," Opt. Quantum Electron. 38, 711-725 (2006).
6. T. Komine, M. Nakagawa “Fundamental Analysis for Visible Light communication system using LED light,” IEEE Trans. Consum. Electron. 50, 100-107 (2004).
7. T. Komine and M. Nakagawa, “Performance evaluation of Visible- Light Wireless Communication System using White LED Lighting,” in Proceedings of the Ninth IEEE Symposium

on Computers and Communications, pp.258-263 (2004).

8. T. Komine, S. Haruyama and M. Nakagawa, "A Study of Shadowing on Indoor Visible-Light Wireless Communication Utilizing Plural White LED Lightings," *Wireless Pers. Commun.* 34, 211-225 (2005).

9. K. Fan, T. Komine, Y. Tanaka, M. Nakagawa, "The Effect of Reflection on Indoor Visible-Light Communication System utilizing White LEDs," in *Proceedings of the 5th Int. Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC2002)*, pp. 611-615 (2002).

10. T. Komine and M. Nakagawa, "Integrated system of white LED visible light communication and power-line communication," *IEEE Trans. Consum. Electron.* 49, 71-79 (2003).

11. Y. Tanaka, T. Komine, S. Haruyama and M. Nakagawa, "Indoor Visible Light Data Transmission System Utilizing White LED Lights," *IEICE Trans. Commun.* E86-B, 2440-2454 (2003).

12. C. G. Lee, C. S. Park, J.-H. Kim, and D.-H. Kim, "Experimental verification of optical wireless communication link using high-brightness illumination light-emitting diodes," *Opt. Eng.* 46, 125005 (2007).

13. D. C. O'Brien, "High-speed integrated transceivers for optical wireless," *IEEE Commun. Mag.* 41, 58-62 (2003).

14. H. L. Minh, D. C. O'Brien, G. Faulkner, L. Zeng, K. Lee, D. Jung, Y. Oh, "High-Speed Visible Light Communications Using Multiple-Resonant Equalization," *IEEE Photon. Technol. Lett.* 20, 1243-1245 (2008).

15. I. Moreno, C.-C. Sun, R. Ivanov, "Far-field condition for light-emitting diode arrays," *Appl. Opt.* 48, 1190-1197 (2009).

16. T. S. Rappaport, *Wireless Communications* (Prentice-Hall, 2002).

17. A.J.C. Moreira, R.T. Valadas, A.M. de Oliveira Duarte, "Optical interference produced by artificial light," *Wireless Net.*, vol. 3, pp. 131-140, 1997.

DOI 10.53364/24138614_2021_23_4_79

UDC 81-139

Yerkebayeva A. N., Senior Lecturer of the "Aviation English" Department

E-mail: eazhara@mail.ru

AUTHENTICITY AS A METHODOLOGICAL CATEGORY IN TEACHING A FOREIGN LANGUAGE

ТҮПНҮСҚАЛЫЛЫҚ ШЕТ ТІЛІН ОҚЫТУДАҒЫ ӘДІСТЕМЕЛІК КАТЕГОРИЯ РЕТІНДЕ

АУТЕНТИЧНОСТЬ КАК МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ КАТЕГОРИЯ ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ

Annotation. The article examines the linguistic, socio-cultural, psychological aspects of the concept of "authenticity" in teaching a foreign language, as well as its terminology and classification from the point of view of various linguists-scientists. The effectiveness of the use of authentic material in the educational process, in particular when stimulating the language environment in English lessons, is analyzed. The arguments of methodologists-philologists on the