

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Ахметов А.Қ., Ахметова Ә.А., Қабақова Т.А. «Электротехника» – Астана, 2010ж. – 750 б.
- [2] Медетбекова Ж.Б. Электротехникалық теорияның негіздері. А. Фолиант, 2014ж. - 392 б.
- [3] Керимбаев К.Т. «Электротехника» пәнінен зертханалық-тәжірибелік жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқаулық. Шымкент, Шымкент көлік колледжі, 2017 ж. – 37 б.
- [4] С. В. Алябьева, Е. П. Борматова, М. В. Данилова, Е. Е. Семенова. MathCAD для студентов. Учебный практикум. Петрозаводск. Издательство ПетрГУ, 2007 г.
- [5] Макаров Е. Инженерные расчеты в Mathcad 15 Учебный курс, СПб.: Питер, 2011. - 400 с.
- [6] Программа "Color and Code", <http://colorandcode.ru>

УДК 622.276:004.896

Р.Т. Қасым^а, Б Тұрдыбек^б, Н.А. Оспанова^с, Л.С. Кунтунова^д, З.М. Өмірбекова^е, А.С. Төлегенова^ф, Н.Б. Ерназаров^ғ

Логистика және көлік академиясы, Алматы, Қазақстан

^аkasym.ruslan@mail.ru, ^бb.turdybek@alt.edu.kz, ^сn.ospanova@alt.edu.kz,

^дl.kuntunova@alt.edu.kz, ^еz.omirbekova@alt.edu.kz, ^фarai82@bk.ru

^ғernazarov.nursultan@mail.ru

КӨПФАЗАЛЫ КӨПШІЛІК ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУ КЕЗЕКТЕГІ ЖҮЙЕЛЕРІН МОДЕЛЬДЕУ

Андатпа. Мақалада операциялық сипаттамаларды алу үшін Matlab бағдарламалық ортасында күту блоктарының нөлдік сыйымдылығы бар екі фазалы және үш фазалы көпшілік қызмет көрсету кезектеріндегі жүйелерін модельдеу әдісін таңдау және моделдеуді іске асыру қарастырылған.

Кілт сөздер. Пуассон үлестірімі, сызықтық дифференциалдық теңдеу, сипаттамалық теңдеу, Matlab.

Аннотация. В статье рассматривается выбор моделирования и реализация систем моделирования двухфазных и трехфазных систем массового обслуживания с нулевой пропускной способностью блоков ожидания в программной среде Matlab для получения эксплуатационных характеристик.

Ключевые слова. Распределение Пуассона, дифференциальные уравнения, характеристические уравнения, Matlab.

Abstract. The article discusses the choice of modeling and the implementation of modeling systems for two-phase and three-phase queuing systems with zero capacity of waiting units in the Matlab software environment to obtain operational characteristics.

Key words. Poisson's distribution, differential equations, characteristic equations, Matlab.

Кіріспе

Matlab бағдарламалық ортасында екі фазалы кезек жүйесін модельдеуді қарастырайық. Алдымен Matlab-та екі фазалы жүйені имитациялаймыз. Ең қарапайым кіріс ағынының параметрі 1,7 тең, ал әрбір фазаның қызмет көрсету жылдамдығы 0,67 тең деп алайық, т.т.. Модельдеу (2) түріндегі дифференциалдық теңдеулер жүйесін күйлердің ықтималдықтары стационарлық күй мәндерін алатын уақыт аралығында интегралдау

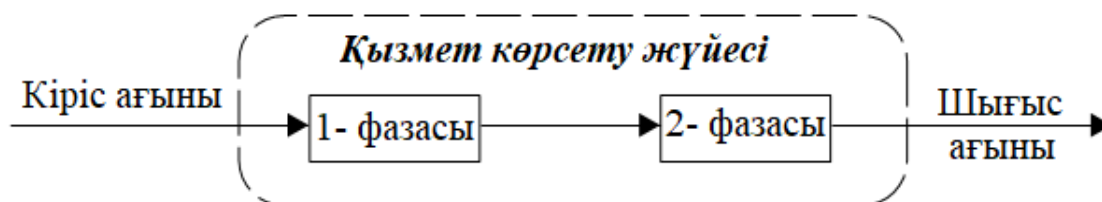
мәселесіне негізделген $\lambda=1.7$, $\mu=0.67$. Жүйенің жұмыс сипаттамалары ықтималдықтардың тұрақты күй мәндерінен есептеледі. Осылайша, бағдарламаның кіріс деректері кіріс ағынының және қызмет көрсетудің қарқындылығы, сонымен қатар дифференциалдық теңдеулер жүйесінің коэффициенттерінің матрицасы болады. Қоңыраулардың кезекте тұру жүйесі ондағы әрбір сұранысқа барлық фазаларда (қызмет көрсету құрылғыларында) дәйекті түрде қызмет көрсетілетін кезде көпфазалы модель түрінде ұсынылуы мүмкін.

Мәселе туралы мәлімдеме.

Кезекте тұру жүйесі ондағы әрбір сұранысқа барлық фазаларда (қызмет көрсету құрылғыларында) дәйекті түрде қызмет көрсетілетін кезде көпфазалы модель түрінде ұсынылуы мүмкін. Сонымен қатар, егер әрбір фазаның алдында кезектерге жол берілмесе, онда жүйе күту блоктарының нөлдік сыйымдылығы бар жүйе бола алады [20].

Екі фазалы қызмет көрсету жүйесінің жұмысы келесідей. Әрбір кезек техникалық қызмет көрсету үшін бос емес немесе тегін болуы мүмкін. Кезекке дейін кезекке тұруға рұқсат етілмегендіктен, егер осы (бірінші) фазадағы сұранысқа қызмет көрсету аяқталса, ал екінші фаза сұранысты қабылдауға дайын болмаса, қызмет көрсетудің бірінші кезені бұғатталған деп болжанады. себебі онда қызмет көрсету аяқталмаған. Сондай-ақ, егер бірінші кезек бос емес болса, келесі кіріс сұрауы қабылданбайды деп болжанады. Жүйенің келесі күйлері болуы мүмкін: «фаза бос», «фаза бос емес», «фаза блокталған», олар сәйкесінше 0, 1, b, деп белгілеп аламыз.

Екі фазалы қызмет көрсету жүйесі



1 сурет - Екі фазалы қызмет көрсету жүйесінің моделі

Екі фазалы қызмет көрсету жүйесінің диаграммасы 1-суретте көрсетілген. Егер бірінші фазаның күйін i таңбамен, ал екінші фазаның күйін j таңбамен белгілесек, онда екі фазалық қызмет көрсету жүйесінің күйлерінің жиыны келесідей болады:

$$\{(i,j)\} = \{(0,0), (1,0), (0,1), (1,1), (b,1)\} \quad (1)$$

Тұтынушылардың кіріс ағынында Пуассон үлестірімі бар және фазалар экспоненциалды ықтималдық заңына сәйкес қызмет көрсетеді делік. Уақыт бойынша бір күйден екінші күйге өту ықтималдығын ескере отырып, екі фазалы жүйе $P_{ij}(t)$ күйлерінің ықтималдылығы үшін келесі дифференциалдық теңдеулерді алуға болады:

$$\frac{dp_{00}(t)}{dt} = -\lambda p_{00}(t) + \mu p_{01}(t) \quad \frac{dp_{01}(t)}{dt} = -(\mu + \lambda) p_{01}(t) + \mu p_{10}(t) + \mu p_{b1}(t) \quad \frac{dp_{10}(t)}{dt} = \lambda p_{00}(t) - \mu p_{10}(t) + \mu p_{11}(t) \quad \frac{dp_{11}(t)}{dt} = \lambda p_{01}(t) - 2\mu p_{11}(t) \quad \frac{dp_{b1}(t)}{dt} = \mu p_{11}(t) - \mu p_{b1}(t) \quad (2)$$

Жүйе (2) – коэффициенттері тұрақты біртекті қарапайым дифференциалдық теңдеулер жүйесі. Оны матрицалық түрде көрсетуге болады:

$$\frac{dP(t)}{dt} = AP(t),$$

мұнда:

$P(t)$ — вектор өлшемі 5×1 келесі элементтермен $p_{00}(t), p_{01}(t), p_{10}(t), p_{11}(t), p_{b1}(t)$;

A — өлшем коэффициенттерінің матрицасы 5×5 , оның келесі формасы бар:

$$A = \begin{bmatrix} -\lambda & \mu & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -(\mu + \lambda) & \mu & 0 & \mu \\ \lambda & 0 & -\mu & \mu & 0 \\ 0 & \lambda & 0 & -2\mu & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \mu & -\mu \end{bmatrix}$$

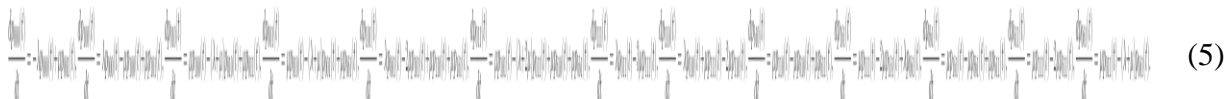
Жүйені интегралдау үшін (2) шынайы бастапқы шарттарды қоямыз, яғни уақыттың бастапқы сәтінде нөлге тең, жүйеде талаптардың болмауы ықтималдығы бірге тең, ал қалған ықтималдықтар бастапқыда уақыт моменті нөлге тең:

$$p_{00}(0) = 1, \quad p_{01}(0) = p_{10}(0) = p_{11}(0) = p_{b1}(0) = 0 \quad (3)$$

Үш фазалы қызмет көрсету жүйесі. Үш фазалы жүйеде фазалардың әрқайсысы бос (0 таңбасы) немесе бос (1 таңбасы) болуы мүмкін, 1 және 2 фазалар да блокталады (b таңбасы). Егер бірінші фазаның күйін i таңбамен, екінші фазаның күйін j таңбамен, үшінші фазаның күйін k таңбамен белгілесе, онда үш фазалы жүйенің мүмкін күйлері келесідей болады:

$$\{(i, j, k)\} = \left\{ \begin{array}{cccccc} (0, 0, 0) & (1, 0, 0) & (0, 1, 0) & (0, 0, 1) & (1, 0, 1) & (1, 1, 1) \\ (1, 1, 0) & (b, 1, 0) & (1, b, 1) & (b, b, 1) & (b, 1, 1) & (0, b, 1) \end{array} \right\} \quad (4)$$

Үш фазалы жүйенің мүмкін күйлеріне (4) сәйкес күйлердің ықтималдықтары үшін келесі 13-ші ретті дифференциалдық тендеулер жүйесін алуға болады $p_{ijk}(t)$:



$$\dots \quad (5)$$

Жүйе (5) – коэффициенттері тұрақты қарапайым біртекті дифференциалдық тендеулер жүйесі. Оны матрицалық түрде де көрсетуге болады:

$$\frac{dP(t)}{dt} = AP(t),$$

мұнда:

$P(t)$ — 13-ретті жүйе күйінің векторы;

A — тұрақты өлшемді коэффициенттердің матрицасы 13×13 .

жүйені шешу үшін (5) біз шынайы бастапқы шарттарды қолданамыз, т.т..

$$p_{000}(0) = 1, \quad \forall p_{ijk}(0) = 0, \quad i = 0, 1, b, \quad j = 0, 1, b, \quad k = 0, 1, b. \quad (6)$$

Сызықтық дифференциалдық теңдеулер жүйесі, егер оның сипаттамалық анықтаушы нөлге тең болса, тривиальды емес шешімі болатынын да ескереміз. Матрицалық түрде біз сипаттамалық теңдеуді аламыз

$$\det[sE-A]=0 \quad (7)$$

мұнда:

E — коэффициент матрицасымен бірдей өлшемдегі сәйкестік матрицасы A ;

s — жалпы жағдайда скаляр кешенді айнымалы болып табылады, оған қатысты сипаттамалық теңдеу шешіледі.

Егер (7) сипаттамалық теңдеудің түбірлерінің нақты бөлігі теріс болса, онда (6) бастапқы шарттары бар дифференциалдық теңдеулер жүйесінің (5) шешімі тұрақты болады, яғни стационарлық күйге бейім болады. құндылықтар. Сонымен, (6) бастапқы шарттары бар дифференциалдық теңдеулер жүйесі (5) күту бірліктерінің нөлдік сыйымдылығы бар үш фазалы кезек жүйесінің математикалық моделі болып табылады. Үш фазалы қызмет көрсету жүйесінің диаграммасы 2-суретте көрсетілген.



2 сурет - Үш фазалы қызмет көрсету жүйесінің моделі

Эксперименттік бөлім: MATLAB бағдарламалық ортасында екі фазалы кезек жүйесін модельдеуді қарастырайық. Алдымен MATLAB-та екі фазалы жүйені имитациялаймыз. Ең қарапайым кіріс ағынының параметрі 1,7 тең, ал әрбір фазаның қызмет көрсету жылдамдығы 0,67 тең деп алайық, т.т.. Модельдеу (2) түріндегі дифференциалдық теңдеулер жүйесін күйлердің ықтималдықтары стационарлық күй мәндерін алатын уақыт аралығында интегралдау мәселесіне негізделген $\lambda=1.7$, $\mu=0.67$. Жүйенің жұмыс сипаттамалары ықтималдықтардың тұрақты күй мәндерінен есептеледі. Осылайша, бағдарламаның кіріс деректері кіріс ағынының және қызмет көрсетудің қарқындылығы, сонымен қатар дифференциалдық теңдеулер жүйесінің коэффициенттерінің матрицасы болады.

Matlab жүйесінде модельдеу

Бағдарлама ешқандай аргументсіз және қайтарылатын мәнсіз M функция ретінде жасалған. Бұл M бір файлда қосымша - M функцияларды пайдалануға мүмкіндік береді. Жоғарыда аталған мәселені шешуге арналған бағдарлама коды:

```

function twophase;
clc,close all
% Кіріс деректер
L = 1.7;
M = 0.67;
global A
A = [-L, M, 0, 0, 0;

```

0, -(L+M), M, 0, M;
L, 0, -M, M, 0;
0, L, 0, -2*M, 0;
0, 0, 0, M, -M];

% ИНТЕГРАЦИЯЛЫҚ ИНТЕРВАЛ

T = [0, 20];

% БАСТАПҚЫ ШАРТ

P0 = [1;zeros(length(A)-1,1)];

% ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУДІ ШЕШУШІ ШАҚЫРТУ

[t,P] = ode45(@faza,T,P0);

% ЫҚТИМАЛДЫҚ КҮЙ ДИАГРАММАЛАРЫН ҚҰРУ

figure(1);

line(t,P(:,1),'linew',2, 'color','r'),

line(t,P(:,2), 'marker','o','color', [0,102,102]/255),

line(t,P(:,3), 'lines','--','linew',2, 'color', 'k'),

line(t,P(:,4), 'lines','-.','linew',2, 'color', 'b'),

line(t,P(:,5), 'linestyle',':','linew',2, 'color','m'),

str='\bf Екі фазалы қызмет көрсету жүйесінің күйлерінің ықтималдығы:';

title(sprintf('%s %s = %g; %s = %g',str,'\lambda',L,'\mu', M));

legend('P_0_0(t)','P_0_1(t)','P_1_0(t)','P_1_1(t)','P_b_1(t)');

xlabel('\bf - - - - - t - - - - -');

ylabel('\bf P(t)');

%%% ЖҮЙЕНІҢ ЖҰМЫС СИПАТТАМАСЫ

% Ncp – ЖҮЙЕДЕГІ ТАЛАПТАРДЫҢ ОРТАША САНЫ

k =[0, 1, 2];

Pk = [P(end,1);P(end,2)+P(end,3);P(end,4)+P(end,5)];

Ncp = k*Pk;

fprintf('\n\t ЕКІ ФАЗАЛЫҚ ЖҮЙЕНІҢ ОПЕРАЦИЯЛЫҚ СИПАТТАМАСЫ:\n');

fprintf('\t ЖҮЙЕДЕГІ ТАЛАПТАРДЫҢ ОРТАША САНЫ: Ncp = %f\n',Ncp);

% Pf1 - ҚЫЗМЕТТІ БАСТАУ ЫҚТИМАЛДЫҒЫ

Pf1 = P(end,1)+P(end,2);

fprintf('\t ҚЫЗМЕТТІ БАСТАУ ЫҚТИМАЛДЫҒЫ: Pf1 = %f\n',Pf1);

% Pomk – ҚЫЗМЕТТІҢ ҚАБЫЛДАНБАУ ЫҚТИМАЛДЫҒЫ

Pomk = 1-Pf1;

fprintf('\t Қабылданбау ықтималдылығы: Pomk = %f\n',Pomk);

% Q - АҒЫНДЫҚ ӨТКІЗУ МҮМКІНДІГІ

Q = 1-Pomk;

fprintf('\t ЖҮЙЕНІҢ АҒЫНДЫҚ ӨТКІЗУ МҮМКІНДІГІ: Q = %f\n',Q);

% Lef – Жүйеге түсетін шағымдардың тиімді жиілігі

Lef = L*Pf1;

fprintf('\t Жүйеге түсетін шағымдардың тиімді жиілігі: Lef = %f\n',Lef);

% Ab – АБСОЛЮТТІ ӨТКІЗУ ЖИІЛІГІ

Ab = Lef*Q;

fprintf('\t Жүйенің абсолютті өткізу мүмкіндігі: Ab = %f\n',Ab)

% Ts - ЖҮЙЕ ТАЛАПТАРЫ БОЙЫНША ТОЛЫҚ КЕЛУ УАҚЫТЫ

Ts = Ncp/Lef;

```
fprintf('\t ЖҮЙЕ ТАЛАПТАРЫ БОЙЫНША ТОЛЫҚ КЕЛУ УАҚЫТЫ: Ts = %f\n',Ts);
% Tср1 - БІР ҚОҢЫРАУ ҮШІН ОРТАША ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУ УАҚЫТЫ
Tср1 = 2*(1/M);
fprintf('\t ЖҮЙЕ ҚОҢЫРАУЛАРЫ БОЙЫНША ОРТАША КЕЛУ УАҚЫТЫ: Tср =
%f\n',Tср1);
% Td – ОРТАША КЕШІГУ УАҚЫТЫ
Td = Ts - Tср1;
fprintf('\t Қызмет көрсетудегі орташа кешігу уақыты: Td = %f\n',Td);

% Соңғы(стационарды) ықтималдылық
fprintf('\n\t Соңғы(стационарды) ықтималдылық:\n');
k = 0;
for J = 1 : length(P0)
    if J == 1 | J == 2
        fprintf('\t P0%d = %f\n ',J-1, P(end, J));

        elseif J > 2 & J < length(P0)
            fprintf('\t P1%d = %f\n ', k, P(end, J));
            k = k + 1;

        else
            fprintf('\t Pb1 = %f\n', P(end,end));
            end
        end

% M- дифференциалдық теңдеулердің оң жақтарын сипаттайтын функция
function f = faza(t,P)
global A
f = A*P;
```

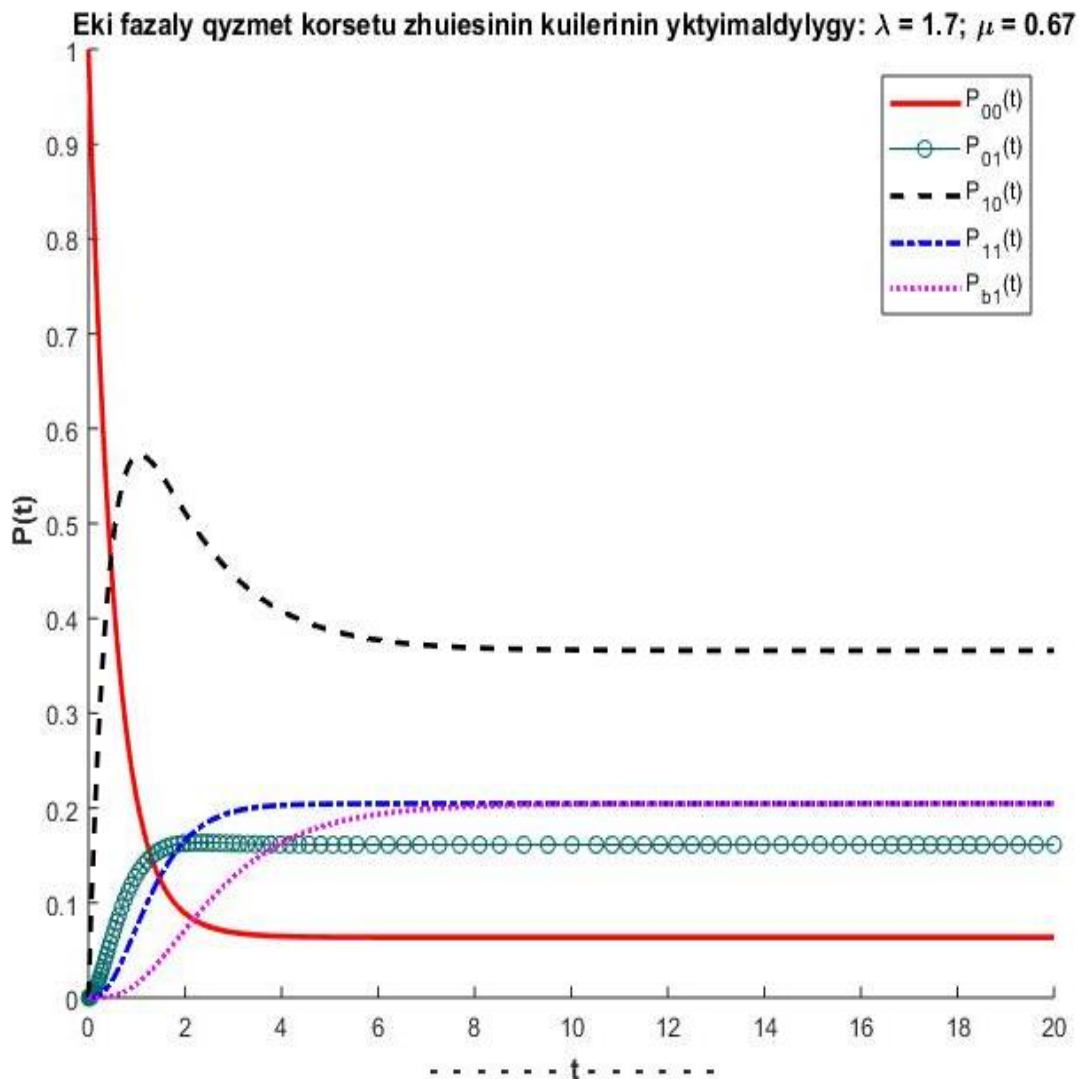
Көпфазалы көпшілік қызмет көрсету кезектегі жүйелерін модельдеу нәтежесі

ЕКІ ФАЗАЛЫҚ ЖҮЙЕНІҢ ЖҰМЫС СИПАТТАМАСЫ

```
Nср = 1.345670
Pf1 = 0.224859
Pomk = 0.775141
Q = 0.224859
Lef = 0.382260
Ab = 0.085955
Ts = 3.520298
Tср = 2.985075
Td = 0.535224
```

Соңғы(стационарлық) ықтымалдылықтар:

```
P00 = 0.063570
P01 = 0.161289
P10 = 0.365900
P11 = 0.204626
Pb1 = 0.204615
```



3 сурет - Екі фазалы жүйедегі күйлердің ықтималдығының өтпелі процестері

Қортынды: MATLAB бағдарламалық ортасында екі фазалы кезек жүйесін модельдеуін қарастырдық. Алдымен MATLAB-та екі фазалы жүйені имитацияладық. Жүйенің жұмыс сипаттамалары ықтималдықтардың тұрақты күй мәндерімен есептелді. Осылайша, бағдарламаның кіріс деректері кіріс ағынының және қызмет көрсетудің қарқындылығы, сонымен қатар дифференциалдық теңдеулер жүйесінің коэффициенттерінің матрицасының нәтежиелерін алдық. Екі фазалы жүйедегі күйлердің ықтималдығының өтпелі процестерінің графигін уақыт бойынша тәуелдігін тұрғыздық. Моделдеу Matlab жүйесінде нақты нәтежиелермен қортындыланды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Xie Chaochen, Tan Xiaoheng, Qu Qian, Zhang Xiaoliang, Balgynbek Turdybek. Research of Resource Allocation Technology Based on MIMO Ultra Density Heterogeneous Network for 5G, January 2018 Procedia Computer Science 131:1039-1047, DOI: 10.1016/j.procs.2018.04.255 License CC BY-NC-ND 4.0

[2] R.T. Kassym, N.K. Nabiev, K.A. Nurdauletova. Construction and development of a mobile device to collect data of the environmental monitoring system. Научный журнал «Международная агроинженерия». 2018 №03(27) стр. 48-59

- [3] R.Kassym, Francisco Jurado, A.Baibolov, Sh.Sydykov, N.Alibek, A.Tokmoldayev. Map of zoning of the territory of Kazakhstan by the average temperature of the heating period according to selecting heating pump system of heat supply year. Journal Science and Technology for the Built Environment, STBE-0289-2021, 2021
- [4] Karasev A. I. Probability theory and mathematical statistics, Moscow: Statistics, 1972
- [5] Isachenko A. G. Theory and methodology of geographical science, Moscow: Academy, 2004, 400 p.
- [6] Malinin V. N. Statistical methods of analysis of hydrometeorological information. Saint Petersburg: RGGMU, 2008, 408 p.
- [7] Scientific and applied reference book on the climate of the USSR. Series 3. Long-term data. Issue 18, Kazakh SSR. Part 1-6. Book 1/state Committee of the USSR on Hydrometeorology. - L: Hydrometeoizdat, 1989. -510 p.
- [8] Green economy: realities and prospects in Kazakhstan. World Bank Group, August, 2018 –36 p.
- [9] Concept for the transition of the Republic of Kazakhstan to a "green economy". Approved by the decree of the President of the Republic of Kazakhstan dated 30.05.2013 No. 577, Astana, 2013-52 p.
- [10] Construction norms and rules of the Republic of Kazakhstan 2.04-03-2002 "Construction heat engineering" [Electronic resource] / access mode <http://www.twirpx.com/file/250306/>
- [11] Construction norms and rules of the Republic of Kazakhstan 204-01-2017 "Construction climatology", Astana, 2017. - 43 p..
- [12] Bluthgen I. the Geography of climates: monograph. - 1972. - 426 p.
- [13] Dashko N. A. Course of lectures on SYNOPTIC meteorology. Part 1, 2005
- [14] Gordeeva S. M. Practicum on the discipline "Statistical methods of processing and analysis of hydrometeorological information", Saint Petersburg: RSTMU, 2010. -74 p.
- [15] Vukolov V.I. Fundamentals of statistical analysis. Workshop on statistical methods and operations research using STATISTIKA and EXCEL packages. Moscow: FORUM-INFRA-M, 2004. - 462 p.
- [16] Себер Дж. Линейный регрессионный анализ. М.: Мир, 1980. 456 стр.
- [17] Сигорский В.П. Математический аппарат инженера. Киев: Техніка, 1975. 768 стр.
- [18] Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: Учеб. для вузов. М.: Высшая школа, 2005. 343 с. 4-е изд., стереотип
- [19] Таха Х. Введение в исследование операций. М.: Мир, 1985. 496 стр.
- [20] Жданова Е, Томашевский В. Имитационное моделирование в среде GPSS. М.: Бестселлер, 2003. 416 с

УДК 656. 2.4

Б.Е. Абызбаев^а, А.И. Чалабаева^б

М.Тынышбаев атындағы Қаз ҚКА Шымкент көлік колледжі, Шымкент, Қазақстан

^аabe-agtk@mail.ru, ^бaurika.85@mail.ru

ТЕМІР ЖОЛ КӨЛІГІНДЕ ҚАУІПСІЗДІКТІҢ ИНТЕГРАЦИЯЛАНҒАН ЖҮЙЕСІН ЕНГІЗУ

Аңдатпа. Бұл мақалада теміржол көлігінде қауіпсіздікпен қамтамасыз етуді жаңа технологиялар арқылы дамытудың келешегі және болашақта теміржол көлігінде жаңа технологияларды қолдану туралы айтылады.