

ӘОЖ 50.47.02

**ХАЛЫҚҚА ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУ ОРТАЛЫҒЫНДА ЖАППАЙ ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУ  
ЖҮЙЕСІ АРҚЫЛЫ «БАСЫМДЫЛЫҒЫ ЖОҒАРЫ» КЛИЕНТТЕРДІҢ  
ӨТІНІМДЕРІН ЗЕРТТЕУ**

**Есенов Ержан Асхатұлы**

[ask.yerzhan@gmail.com](mailto:ask.yerzhan@gmail.com)

Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университетінің 2-курс магистранты,

Нұр-Сұлтан қаласы, Қазақстан

Ғылыми жетекші – Н.М. Кисикова

**Аннотация:** Мақала халыққа қызмет көрсету орталығының жұмысын жаппай қызмет

көрсету жүйесі ретінде зерделеу кезінде “маңыздылық дәрежесімен” сипатталатын өтінімдерді зерттеу болып табылады. Жүйенің күрделілігі мен болжанбайтын мінез-құлқы, аналитикалық модельдеудің нәтижелері, жүйенің нақты мінез-құлқынан сандық жағынан ғана емес, сонымен қатар сапалық жағынан да айтарлықтай ерекшеленуі мүмкін, сондықтан нақты жүйелердің мінез-құлқын зерттеген кезде елеулі жеңілдіктер жасалуы керек. Егер, модель жауап беруі керек сұрақтар, нақты жүйенің динамикасын анықтайтын негізгі заңдар мен себептерді түсіндірумен байланысты болмаса, сонымен қатар оның іс-әрекетін практикалық талдаумен байланысты болса, онда имитациялық модельдеуді қолдану орынды болады.

“Маңыздылық дәрежесі” арқылы туындайтын өтінімдер арқылы халыққа қызмет көрсету орталығыны жұмысының көрсеткіштерін бағалау, ерекшеліктерін зерттеу үшін кезек жүйесінің имитациялық моделі ұсынылған, қосымшалардың кіріс ағыны экспоненциалды үлестірілген, ал клиенттерге қызмет көрсету уақыты қалыпты тарату заңына бағынады. Тәжірибе MATLAB Simulink жүйесінің SimEvents модельдеу ортасында және кестелік құралдарда өткізілді. Халыққа қызмет көрсету орталығының қызметін модельдеу және қызмет көрсеткіштерін анықтау үшін жұмыс жүргізіледі. Алынған нәтижелер операцияны диагностикалау және жаппай қызмет көрсетуді оңтайландыру үшін модельдеуге модельдеуге оқиғаның дискретті тәсілінің әмбебаптығы мен әсерін дәлелдейді. Нәтижелерді жазу және визуализациялау үшін, виртуалды құралдарының мүмкіндіктерін пайдалану, визуалды-бағытталған бағдарламалаудың заманауи құралдарын қолдану қажет.

**Түйін сөздер:** жаппай қызмет көрсету жүйесі, имитациялық модельдеу, жүйенің жұмыс көрсеткіштері, абсолютті басымдылық жүйесі

### **Кіріспе**

Басқаруды оңтайландыру міндеттерін шешу кезінде, оның ішінде халыққа қызмет көрсету орталықтарында жүйенің кездейсоқ уақытта кіруіне түсетін талаптардың кейбір ағынын орындауға арналған жаппай қызмет көрсету жүйелерімен (ЖҚКЖ) іс жүргізуге тура келеді. Бұл өтінімдерге қызмет көрсету жалпы жағдайда кездейсоқ уақытқа созылады. Өтінімдердің ағынының кездейсоқ сипаты және оларға қызмет көрсету уақыты ЖҚКЖ біркелкі жүктелмеуіне әкеледі. Қызмет көрсету міндеттерін формалдау кезінде ЖҚКЖ құруға ұмтылу, қосымшаларға қызмет көрсетуге және жүйенің мүмкіндіктерін толық пайдалануға байланысты индикаторлар арасында ақылға қонымды ымыраға келуге мүмкіндік береді. Осыған байланысты қызмет көрсететіндердің де, қызмет алатындардың да талаптары мен мүмкіндіктері ескерілетін ЖҚКЖ индикаторын таңдау қажет [1, 4].

Жалпы қызмет көрсетудің нақты жүйелері, әдетте, элементтердің көп санынан тұрады және күрделі ішкі байланыстары бар. Мұндай жағдайларда аналитикалық үлгілерді пайдалану дұрыс нәтижелер алуға мүмкіндік бермейді және көбінесе ЖҚКЖ құру және зерттеу үшін имитациялық үлгілерге ауысады [4, 7].

Осы кластағы қызмет көрсету жүйелері “басымдықты” жүйелер деп аталады. Әдетте абсолютті және салыстырмалы басымдығы бар жүйелерді ажыратады.

Кезек ұзындығына шектеусіз абсолютті басымдығы бар жүйелерде басымдығы бар өтінім, қызмет көрсетуде, басымдықсыз өтінімге қызмет көрсетумен айналысатын арнамен қызмет көрсетуге дереу қабылданады. Басымдығы бар талапқа қызмет көрсетілгеннен кейін және кезекте басқа басым өтінімдер болмаса, басымдығы жоқ өтінімге үзілген қызмет көрсету қайта басталады.

Имитациялық эксперимент жүргізу үшін арнайы бағдарламалық өнімдердің кең тізімі бар, олардың ішінде MATLAB Simulink, GPSS World, AnyLogic, Arena, iThink, PowerSim және т. б. [1, 2, 3, 4, 8]. Алайда, бұл бағдарламаларды орнату мүмкіндігі әрдайым жоқ.

Бұл жұмыстың міндеті маңыздылығы жоғары өтінімдердің маңыздылығы төмен өтінімдерге тигізетін әсерін зерттеу, кезек жүйесіндегі өтінімдердің өту уақыттарын зерттеу, сонымен қатар, қызмет көрсету бойынша халыққа қызмет көрсету орталығы қызметінің имитациялық моделін құру болып табылады. Берілген модельдеудің нәтижесін бағалау үшін MATLAB+Simulink ортасында ұқсас эксперимент жүргіземіз. Бұл ретте халыққа қызмет

көрсету орталығы  $s$  құрылғыларымен жаппай қызмет көрсету жүйесі ретінде қаралады, олардың әрқайсысы бір мезгілде бір ғана талапқа қызмет көрсете алады.

### **Модельдеу мәселесінің тұжырымы**

Жаппай қызмет көрсету жүйесінің бағдарламалық моделі жұмыс кезінде жүйенің элементтерін дұрыс көрсетуі керек, яғни олардың бір-бірімен және сыртқы ортамен өзара әрекеттесуінде, сонымен бірге оны жүзеге асыруда қиындық туғызбауы қажет.

Бағдарламалық жасақтаманы іске асыруда ЖҚКЖ дискретті оқиғаларды модельдеу принципіне негізделген. Ол жүйе өзгермелі күйлері уақыттың белгілі бір нүктелерінде лезде өзгерген кезде, уақыттың ішінде жүйенің дамуын көрсететін модельдерді құруда қолданылады. Жүйенің күйі, зерттеу міндетіне сәйкес белгілі бір уақытта оны сипаттауға қажетті айнымалылар жиынтығы ретінде анықталады. Мысалы, халыққа қызмет көрсету орталағының жұмысын зерттеу кезінде мемлекеттік ауыспалы шамалар деп жұмыс істейтін қабылдаушылардың саны, ХҚКО-ға келушілер саны, әр клиенттің келген уақыты және басқалары болуы мүмкін. Имитациялық үлгілеу кезінде жүгіріп өтуді(прогон) тоқтату өлшемі ретінде талаптардың белгілі бір санын өңдеу немесе үлгілеудің белгілі бір уақытына қол жеткізу болуы мүмкін. ЖҚКЖ моделдеу кезінде, сондай-ақ өтінімдердің кіріс ағынын бөлу заңы түрінің жүйенің шығыс параметрлерінің статистикалық сипаттамаларына әсерін ескеру қажет. Сондықтан кіріс қосымшасының таралуы заңының формасының әсерін ескерместен тұтастай жүйенің сипаттамаларын оңтайландыру мүмкін емес [5].

ЖҚКЖ-ның бірнеше жағдай болуы мүмкін:

- қызметі тоқтатылған өтінім қайтадан қызмет көрсете бастайды;
- өтінімге қызмет көрсету ол үзілген жерден басталады;
- қызметі үзілген өтінім жүйеден шығарылады (жоғалады).

Салыстырмалы басымдығы бар жүйелерде басымдығы жоқ өтінім соңына дейін қызмет көрсетіледі және оған қызмет көрсету аяқталғаннан кейін ғана басым өтінімді қызмет көрсетіле бастайды.

### **“Басымдықты” (приоритетті) ЖҚКЖ-ның математикалық моделі**

Кезек ұзындығына шектеусіз абсолютті басымдығы бар бір арналы ЖҚКЖ-ны қарастырамыз.

Жүйеге интенсивтілігі бар екі тәуелсіз қарапайым ағындар кіреді:  $A_1$  — басымдылығы бар және  $X_2$ -басымдылығы жоқ өтінімдер үшін. Екі түрдегі өтінімдерге қызмет көрсетудің орташа уақыты сәйкесінше  $1/\mu_1$  және  $1/\mu_2$ . Қызмет көрсету уақыты индикативті заңға сәйкес бөлінеді.

Қаралатын жүйенің негізгі параметрлері (стационарлық режимде) мынадай формулалар бойынша айқындалады:  
кезектегі басым өтінімдердің орташа саны:

$$\bar{k} = \frac{\rho_1^2}{1-\rho_1};$$

басымдыққа ие өтінімнің кезекте болуының орташа уақыты:

$$\bar{t}_{1к} = \frac{\bar{k}}{\lambda_1} = \frac{\rho_1^2}{1-\rho_1} = \frac{\rho_1}{\mu_1-(1-\rho_1)};$$

басымдыққа ие өтінімнің жүйеде болуының орташа уақыты:

$$\bar{t}_{1ж} = \frac{\rho_1}{\mu_1-(1-\rho_1)} = \bar{t}_{1ж} + \bar{t}_{1оа};$$

жүйедегі басым емес өтінімдердің орташа саны:

$$\bar{r}_2 = \frac{\rho_2}{1-\rho} \left( 1 + \frac{\mu_2}{\mu_1} * \frac{\rho_1}{1-\rho_1} \right), \rho = \rho_1 + \rho_2$$

басымдығы жоқ өтінімнің кезекте орташа күту уақыты:

$$\bar{t}_{2к} = \frac{1}{\mu_2} * \frac{\frac{\mu_2 * \rho_1}{\mu_1 * (1-\rho)} + \rho}{1-\rho};$$

басымдығы жоқ өтінімнің жүйеде болуының орташа уақыты:

$$\bar{t}_{2ж} = \bar{t}_{2к} + 1/\mu_2$$

**Мысал:** Еліміздегі санитарлық нормаларға (карантин) байланысты ХҚКО-на келетін тұтынушыларды 2 санатқа бөлуімізге болады. Яғни I санаттағы тұтынушылар, олар кезекті алдын-ала белгілеп қояды. Сонымен біз олардың өтінімдерін “басымдылығы жоғары” өтінімдерге жатқызамыз. “Басымдылығы жоғары” жүйеде болу шамасы  $\lambda_1 = 0,1 \text{ сағ}^{-1}$ , ал II санаттағы тұтынушылар үшін, яғни кезек жүйесінде орналасқан “басымдылығы төмен” өтінімнің жүйеде болу шамасы  $\lambda_2 = 0,2 \text{ сағ}^{-1}$ . Тиісті санаттағы тұтынушылардың өтінімінің оператормен атқарылуының орташа уақыты  $\mu_1 = 1 \text{ сағ}^{-1}$ ;  $\mu_2 = 1 \text{ сағ}^{-1}$ . Өтінімдерді қабылдаумен ХҚКО-дағы операторлар немесе кассирлер айналысады. I санаттағы тұтынушылардың өтінімдері туындаған жағдайда II санаттағы тұтынушыларға қызмет көрсету тоқтатылады. Бұл жерде біз I және II санаттағы тұтынушылар үшін қызмет көрсетілу күтудің және ажыратылған күйде болудың орташа уақытын табамыз.

**Шешімі:** Міндеттің шарты бойынша мынадай параметрлермен кезек ұзындығына шек қойылмай, абсолютті басымдылығы бар бір арналы ЖҚКЖ қаралады:

$$\lambda_1 = 0,1 \text{ сағ}^{-1}; \lambda_2 = 0,2 \text{ сағ}^{-1}; \mu_1 = 1 \text{ сағ}^{-1}; \mu_2 = 1 \text{ сағ}^{-1};$$

$$\rho = \frac{\lambda_1}{\mu_1} = \frac{0,1}{1} = 0,1; \rho = \frac{\lambda_2}{\mu_2} = \frac{0,2}{1} = 0,2;$$

$$\rho = \rho_1 + \rho_2 = 0,1 + 0,4 = 0,5.$$

Басымдығы бар өтінімдердің кезекте болуының орташа уақыты:

$$\bar{t}_{1к} = \frac{\rho_1}{\mu_1 - (1-\rho_1)} = \frac{0,1}{1 * (1-0,1)} = 0,11 \text{ сағ}$$

I санаттағы тұтынушылардың өтінімінің жүйеде болуының орташа уақыты:

$$\bar{t}_{1ж} = 0,11 + 1 = 1,11$$

Басымдығы жоқ өтінімдердің кезекте болуының орташа уақыты:

$$\bar{t}_{2к} = \frac{1}{\mu_2} * \frac{\frac{\mu_2}{\mu_1} * \frac{\rho_1}{1-\rho} + \rho}{1-\rho} = \frac{1}{0,4} * \frac{\frac{0,4}{1} * \frac{0,1}{1-0,6} + 0,6}{1-0,6} = 1,75$$

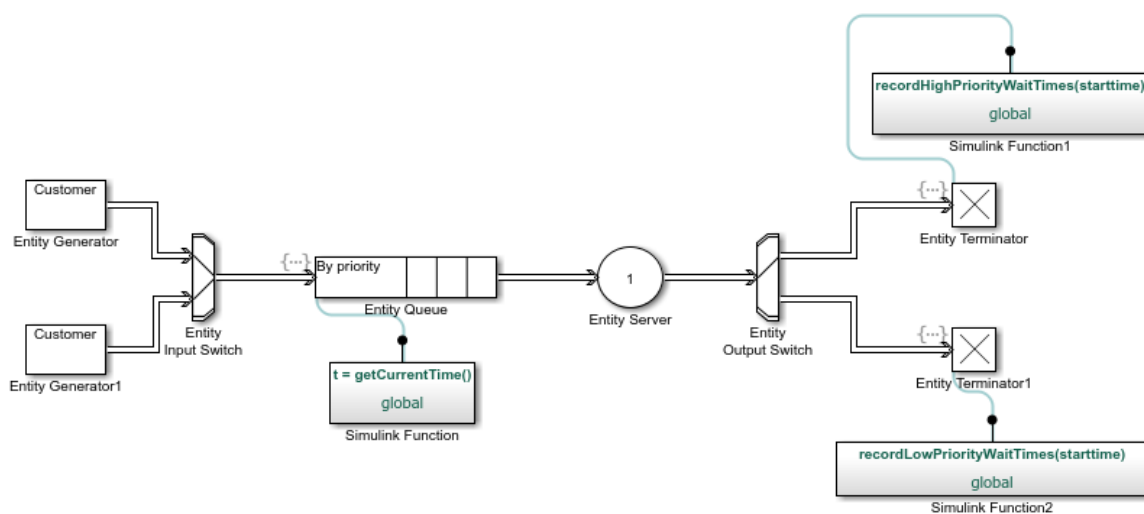
II санаттағы тұтынушылардың өтінімінің жүйеде болуының орташа уақыты:

$$\bar{t}_{2ж} = 1,75 + \frac{1}{0,4} = 4,25$$

**MATLAB+Simulink** ортасында имитациялық модель үлгісі

Бір жұмыс күні ішінде Халыққа қызмет көрсету орталығының жұмысының имитациялық экспериментін жүргізу үшін уақыт және функционалдық тәуелділіктермен әр түрлі әсерлерді қамтамасыз ететін әртүрлі блоктардың үлкен жиынтығы бар MATLAB+Simulink пакетінің SimEvents моделдеу ортасы, сондай-ақ ақпарат алу блоктары таңдалды.

Бұл имитациялық модельдеу Entity Input Switch және Entity Output Switch блоктарын пайдалану арқылы басымдықты клиенттерге қызмет көрсету уақытын қалай азайтуға болатындығын көрсетеді. Клиенттерге қызмет көрсету басымдықтары негізінде көрсетіледі. Бұл имитациялық модель, талаптардың екі түрі кезек жүйесіне келеді. Бір түрі жоғары басымдылықты, жеделдігі жоғары клиенттерді білдіреді. Клиенттің екінші түрі маңызды емес және жедел емес. Басым кезек бірінші кезектегі клиенттерді төмен басымдылықтағы клиенттерден жоғары қояды.



1 - сурет. Басымдылығы жоғары клиенттерге арналған имитациялық модель үлгісі.

Үлгіде келетін клиенттер Entity Generator және Entity Generator1 арқылы ұсынылды.

- Entity Generator блогында клиенттердің келуі арасындағы уақыт орташа 3-ті құрайтын экспоненциалды таралудан пайда болады;

- Entity Generator блогы атрибуттары, басымдығы және басталу уақыты бар объектілерді жасайды. Басымдық атрибуты 1-ге орнатылған, бұл тұтынушыларға қызмет көрсетудің жеделдігіне сәйкес келеді. Сондай-ақ, басталу уақыты атрибутының 1 мәні бар, ол модельде қолданылатын басталу уақытының мәнін инициализациялайды;

- дәл сол сияқты, Generator Generation1 олардың арасындағы келу уақыты орта есеппен 1-ге тең экспоненциалды үлестірімнен пайда болатын объектілерді жасайды. Объектілердің атрибуттары, басымдылығы және басталу уақыты бірдей. Басымдық атрибуты 2-ге орнатылған, бұл тұтынушыларға қызмет көрсетудің жеделдігіне сәйкес келеді. Бастау уақыты атрибуты 1-ге орнатылған;

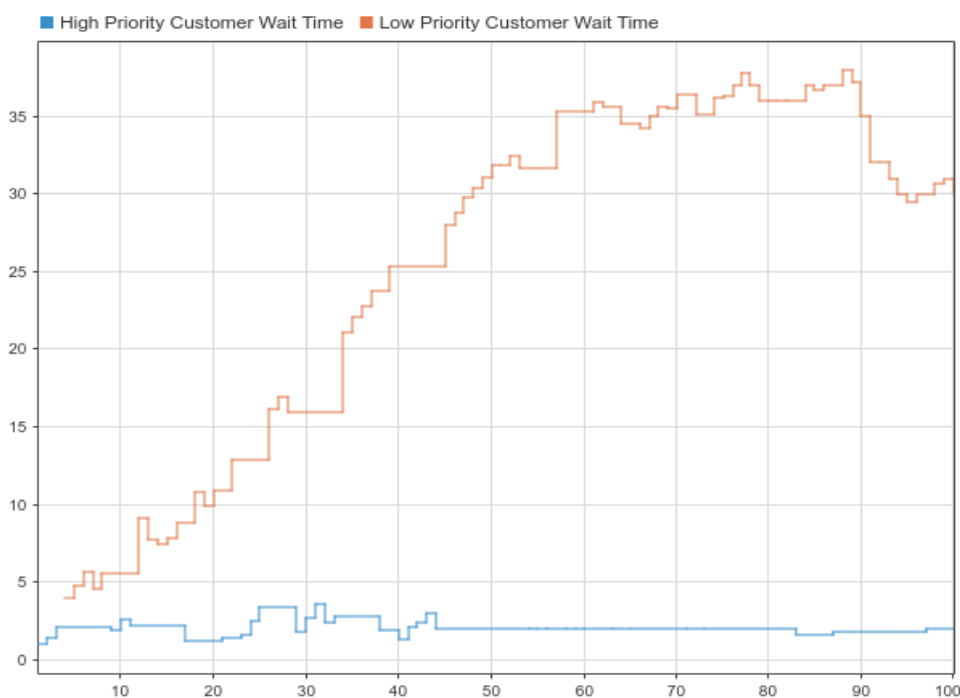
- Entity Output Switch блогы Entity Generator және Entity Generator1 блоктары құрған нысандарды қабылдайды және оларды кезекке қояды;

- Entity Queue блогы клиенттердің кезегін білдіреді және олардың қызметтерінің жеделдігіне байланысты олардың басымдықтарын анықтайды.

### Модельді имитациялау және нәтижелерді шолу

Модельді имитациялау уақыты 100-ге теңестірілген.

Блок жоғары басымдықты клиенттер үшін күту уақыты төмен басымдыққа қарағанда әлдеқайда аз екенін көрсетеді.



2 – сурет. Dashboard Score блогындағы жасалған модель нәтижесі.

### Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Антонова Г.М., Цвиркун А.Д. Оптимизационно-имитационное моделирование для решения проблем оптимизации современных сложных производственных систем// Проблемы управления. 2005. – № 5. – С.19-27.
2. Бирюков А.Н. Имитационное моделирование как элемент управления рисками для укрепления финансового положения фирмы// Иннов: электронный научный журнал, 2016. №4 (29). URL: <http://www.innov.ru/science/economy/imitatsionnoe-modelirovanie-kak-ele/>
3. Курманаева Ф.Р., Китаева О.И., Курзаева Л.В. К вопросу об имитационном моделировании в системе Arena// Современная техника и технологии. 2016. – № 12-2 (64). – С. 91-93.
4. Бояршинова И.Н., Исмагилов Т.Р., Потапова И.А. Моделирование и оптимизация работы системы массового обслуживания// Фундаментальные исследования. – 2015. - № 9-1. – С. 9-13.
5. Буянов Б.Б., Лубков Н.В., Поляк Г.Л. Система поддержки принятия управленческих решений с применением имитационного моделирования// Проблемы управления. 2006. – № 6. – С.43-49.
6. Влацкая И.В., Татжибаева О.А. Применение методов имитационного моделирования в реинжиниринге бизнес процессов// Вестник ОГУ. 2010. –№ 9 (115). – С.98-103.