

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Киберқауіпсіздік, ақпаратты өңдеу және сақтау кафедрасы

Орынбасар Мақсым Айдарбекұлы

*Шағын кәсіпорын жұмысының имитациялық моделін жасау*

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

5В070300 – «Ақпараттық жүйелер» мамандығы

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Киберқауіпсіздік, ақпаратты өңдеу және сақтау кафедрасы



**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**

КАӨЖС кафедрасы меңгерушісі

тех. ғыл. канд., ассоц. Профессор

Р.Ж. Сатыбалдиева

« 22 » 05 2022 ж.

### ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Шағын кәсіпорын жұмысының имитациялық моделін жасау»

5B070300 – «Ақпараттық жүйелер» мамандығы

Орындаған:

Орынбасар Мақсым

Рецензент

тех. ғыл. кандидаты, "Ақпараттық жүйелер

және киберқауіпсіздік" кафедрасының

оқытушысы, Алматы техника

университеті

Балғабаева Л. Ш.

« 22 » 05 2022 ж.

Ғылыми жетекші

тех. ғыл. докторы,

профессор

Шукаев Д.Н.

« 19 » 05 2022 ж.

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Киберқауіпсіздік, ақпаратты өңдеу және сақтау кафедрасы

5B070300 – Ақпараттық жүйелер



**БЕКІТЕМІН**

КАӨЖС кафедрасы меңгерушісі  
тех. ғыл. канд., асоц. профессор  
Р.Ж. Сатыбалдиева

«19» 05 2022 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Орынбасар Мақсым Айдарбекұлы

Тақырыбы: «Шағын кәсіпорын жұмысының имитациялық моделін жасау»

Университет Ректорының 2021 жылғы «24» желтоқсан №\_489-П/Ө бұйрығымен бекітілген.

Орындалған жұмыстың өткізу мерзімі «19» 05 2022 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы мәліметтері: диплом алдындағы практикалық жұмыс қорытындысы, тақырып бойынша деректерге шолу, теориялық мәліметтер.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

1. қойылған мәселенің қазіргі жағдайын пайымдау
2. ақпараттық қамтаманы құру
3. программалық қамтаманы құру

Графикалық материалдардың тізімі: Power Point, Draw.io сызбалары

Жұмыстың 20 слайдтан тұратын презентациясы көрсетіледі.



Ұсынылған негізгі әдебиет 3 әдебиет тізімінен тұрады

Дипломдық жұмысты даярлау  
**КЕСТЕСІ**


Бөлім атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
Тақырып аясын талдау және шолу	18.01.2022	
Жүйені жобалау және жасау технологияларын таңдау	15.02.2022	
Бағдарламалық камтаманы құру	20.03.2022	

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен  
норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған

**қолтаңбалары**

Бөлімдердің атауы	Кеңесшілер (аты-жөні, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған мерзімі	Қолы
Норма бақылаушы	Аристомбаева М.Т. (тех.ғыл.магистрі, лектор)	16.05.2022	
Негізгі бөлім	Шукаев Д. Н. (тех.ғыл.докторы, профессор)	16.05.2022	

Ғылыми жетекшісі  Шукаев Д. Н.,

Тапсырманы орындауға қабылдаған білім алушы  Орынбасар М. А.,

Күні « 25 » 12 2021 ж.

## АҢДАТПА

Дипломдық жұмыстың басты мақсаты – шағын кәсіп орынның имитациялық немесе аналитикалық моделін құру. Шағын кәсіпорынның жұмыс жасау процессіндегі толықтай модельдеуді талдау және алгоритмдер мен параметрлерді түсіндіру. Модельдеу әдістерін пайдалана отырып шағын кәсіпорын өнімдерінің сұранысын болжау және сату функционалдық құрылымын модельдеу.

Жұмысты орындау барысында имитациялық модельге арналған формулаларды және де әдістерді қолдану. Әдістерді қолдана отырып мәселелерді шешу. Формуланан қолдана отырып бағдарлама құру.

## АННОТАЦИЯ

Главная цель дипломной работы – создание имитационной или аналитической модели малого предприятия. Анализ полного моделирования и интерпретация алгоритмов и параметров в процессе функционирования малого предприятия. Прогнозирование спроса и моделирование функциональной структуры продаж продукции малого предприятия с использованием методов моделирования.

Применение формул и методов для имитационной модели при выполнении работы. Решение задач с использованием методов. Создание программы с использованием формулы.

## ANNOTATION

The main purpose of the thesis is to create an imitation or analytical model of a small enterprise. Analysis of complete modeling and interpretation of algorithms and parameters in the process of functioning of a small enterprise. Forecasting demand and modeling the functional structure of sales of small enterprise products using modeling methods.

Application of formulas and methods for the simulation model when performing work. Solving problems using methods. Creating a program using a formula.

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Өндірістік процестердің имитациялық моделін құру мәселесі	10
1.1 Модельдеу объектісі	10
1.2 Модельдеу әдісі	10
1.3 Мақсат пен міндеттерді қою	11
2 ШК өнімдерін өндіру және өткізу процесін модельдеу	12
2.1 Шағын кәсіпорынның жұмыс процесін модельдеу	12
2.2 ШК өнімдерін өндіру мен сатудың функционалдық құрылымы	12
2.3 ШК өнімдеріне сұранысты болжау және модельдеу	13
2.4 ШК-ң тыныс-тіршілігінің динамикалық моделін талдау	13
2.5 Шағын кәсіпорынның жұмыс істеу процессінің алгоритмі	15
3 Автожанармай құю станцияларында жанармай өндіру және өткізу алгоритмдерін құру	18
3.1 Автожанармай құю станцияларында жанармай өндіру және өткізу жүйесінің функционалдық құрылымы	18
3.2 Сұранысты модельдеу	18
3.3 Сұранысты болжау	22
3.4 Үздіксіз кездейсоқ шамаларды модельдеу	23
3.4.1 Кері функция әдісі	24
3.4.2 Шектік теоремалар әдісі	25
3.4.3 Композиция әдісі	27
3.5 Үлестірім кездейсоқ параметрі арқылы модельдеу	29
3.5.1 Қалыпты үлестірім	29
3.5.2 Бірқалыпты үлестірім	31
3.5.3 Экспоненциалдық үлестірім	31
3.5.4 Сызықтық үлестірім	32
Қорытынды	34
Әдебиет тізімі	35
А қосымшасы	36



## КІРІСПЕ

Имитациялық модельдеу адамның анда-санда араласуы мүмкін болатын процестерге қолданылады. Операцияны басқаратын адам қалыптасқан жағдайға байланысты белгілі бір шешімдер қабылдай алады, мысалы, жұмысшы ТЗ қарап, келесі қадамын таңдайды. Содан кейін математикалық модель осы шешімге жауап ретінде жағдайдың қандай өзгеруі күтілетінін және біраз уақыттан кейін қандай салдарға әкелетінін көрсетеді. Келесі ағымдағы шешім нақты жаңа жағдайды ескере отырып қабылданады және т. б. Мұндай процедураны бірнеше рет қайталау нәтижесінде көшбасшы "тәжірибе жинайды", өзінің және басқалардың қателіктерінен үйренеді және біртіндеп дұрыс шешім қабылдауға үйренеді - Егер оңтайлы болмаса, онда ол оңтайлы болады.

Имитациялық модельдеу (компьютерлік модельдеу) - бұл процестерді іс жүзінде қалай жүретінін сипаттайтын модельдерді құруға мүмкіндік беретін әдіс. Бұл жағдайда нәтижелер процестердің кездейсоқ сипатымен анықталады. Осы деректер бойынша жеткілікті тұрақты статистиканы алуға болады

# 1 Өндірістік процестердің имитациялық моделін құру мәселесі

## 1.1 Модельдеу объектісі

Модельдеу объектісі ретінде – автожанармай құю станцияларының желісі бойынша модельдеу жүретін болады. Автожанармай құю станциясы- бұл мұнай өнімдерін сақтауды және бөлшек сауда арқылы өткізуді жүзеге асыратын, жабынмен жарактандырылған технологиялық кешен.

Автожанармай құю станциялары мындай үлгілерге бөлінеді: тұрақты – отынын тарату арқылы мұнай көлік құралдарына өнімдерін құюға арналған; контейнерлік – біртұтас зауыт құрылысы ретінде жасалған, отын тарату технологиялық жүйесі бағдарламаларының мұнай өнімдерін сақтау контейнерінде орналасуымен сипатталатын, мұнай өнімдерін сақтауға арналған жер ыдыстары үстінде орналасқан; жылжымайтын – біртұтас зауыт бұлты ретінде жасалған, автомобиль шассиясына, тіркемеге, жартылайркімеге қойылған, ықшам технологиялық жүйесі кіреді

## 1.2 Модельдеу әдісі

Модельдеу – жаңа процестер мен жүйелерді әзірлеу және талдау үшін қолданылатын ең қуатты құралдардың бірі болып табылады. Модельдеу математикаға, ықтималдықтар теориясы мен статистикаға негізделген бағыт. Модельдеу маманы міндетті модельдер құра білу, мазмұнды қамтамасыз ету нәтижелер (экспериментті жоспарлау) және оларды талдай алады.

Қазіргі қолданыстағы оқыту жүйелерін ескере отырып имитациялық (компьютерлік) модельдеу қажеттілігі туындады. Имитациялық модельді құру үшін келесі әдістермен құралдарды қолданамыз. Ақпараттық оқыту жүйесі келесі тақырыптарды береді имитациялық модельдеуге:

1 Кездейсоқ сандарды алгоритмдер арқылы модельдеу: Орташа квадраттар, Орташа өнім, толық алгоритм, қысқартылған алгоритм, алгоритм Fibonacci, Davis Algorithm, Additive Algorithm;

2 Кездейсоқ оқиғаларды имитациялау: Қарапайым оқиғаларды модельдеу оқиғалар, Оқиғалардың толық тобын модельдеу, Модельдеу тәуелсіз оқиғалар, Күрделі тәуелді оқиғаларды модельдеу;

3 Үздіксіз кездейсоқ шамаларды модельдеу: Кері әдіс функциялар, Нейманның жою әдісі, шектік теорема әдісі, әдіс құрамы, Қалыпты таралу, Біркелкі таралу, Экспоненциалды таралу, сызықтық таралу, гамма тарату;

4 Дискретті кездейсоқ айнымалыларды модельдеу: Негізгі әдіс модельдеу, геометриялық үлестірім, Пуассон үлестірімі, Биномдық үлестірім;

5 Кездейсоқ процестерді модельдеу: Марков процесі;

6 Кездейсоқ ағындарды модельдеу: Ең қарапайым ағын, Эрлан ағымы, Пальма ағыны, Ерекше ағын;

7 Кезекте тұру жүйелерін модельдеу.

### **1.3 Мақсат пен міндеттерді қою**

Дипломдық жұмыстың мақсаты шағын кәсіпорынды басқарудың имитациялық немесе аналитикалық жүйесін құру және мәселелерді шешу болып табылады. Үлестірім заңдары бойынша бағдарлама құру. Шағын кәсіпорынды модельдеу барысында, модельдеу әдістерін және заңдылықтарды қолдана отырып, сұранысты анықтау және болжау.

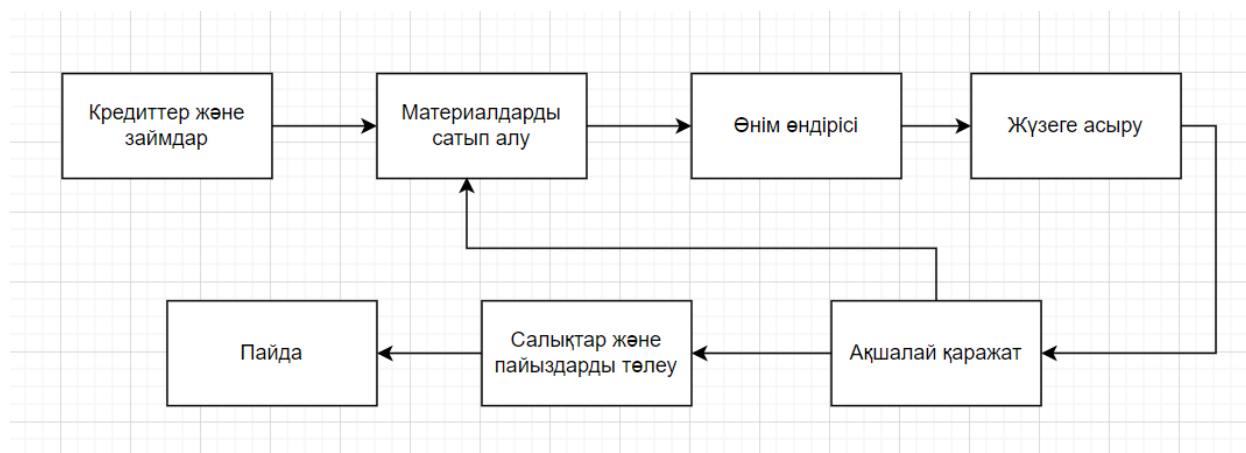
## 2 ШК өнімдерін өндіру және өткізу процесін модельдеу

### 2.1 Шағын кәсіпорынның жұмыс процессін модельдеу

Мемлекеттің әртүрлі өндіріс объектітерінің, соның ішінде шағын кәсіпорындарының (ШК), тиімді жұмыс істеуі үшін олардың нарықтық экономика шеңберінде дамуының оптимальді стратегиясын таңдауға үлкен маңыз беріледі. Осы объектілердің дамуының және жұмысқа қабілеттілігінің маңызды факторы кредиттік немесе қарыз қаржыларын тиімді қолдану болып саналады. Аталған мәселелерді шешу үшін классикалық экономико-математикалық моделдерді қолдану күтілген нәтижеге жеткізбейді. Себебі осы өндіріс сферасының негізгі параметрлері мен көрсеткіштерінің жоғары дәрежедегі бейстационарлығы және стохастикалығы. Осы бөлімде, өндірістің имитациялық моделдерін жасаудың замануи жолдары негізінде, шағын кәсіпорынның жұмыс процессінің бейстационарлығы мен сұраныстардың кездейсоқтығының оның жұмысының тиімділігіне әсерін талдауға арналған жалпыланған имитациялық модель ұсынылады.

### 2.2 ШК өнімдерін өндіру мен сатудың функционалдық құрылымы

Шағын кәсіпорынның жүйе ретіндегі функционалдық құрылымы 1 – суретте көрсетілген және онда өндірістік қана емес ақпараттық – басқару функциялары да көрнекі келтірілген.



Сурет 1 – ШК Жүйенің функционалдық құрылымы

Өндіру мен өнімді сату көлемдерінің өсуі, сапасының жақсаруы кәсіпорын жұмысының түпкі нәтижесіне әсер етеді, сондықтан

функционалдык құрылымның барлық көрсеткіштерін талдау өте маңызды болып саналады.

### 2.3 ШК өнімдеріне сұранысты болжау және модельдеу

Болашақта белгілі бір уақытқа шығарылатын өнімге сұранысты болжау сату ұйымдарының маңызды міндеттерінің бірі болып табылады. Болжам түрі және болжамды уақыт аралығының ұзақтығы өндірілетін өнімге және оған сұраныстың мінез-құлқына байланысты. Ең көп тарағаны-статистикалық талдау әдістеріне негізделген болжам түрі. Мұнда, өз кезегінде, негізгі әдістердің бірі-ең кіші квадраттар әдісі. Болжау ретінде көбінесе сызықтық және циклдік функциялар қолданылады.

$$D_e = a + bt ; (1.1)$$

$$D_c = a + u \cos \frac{2\pi}{N} t + \vartheta \sin \frac{2\pi}{N} t . (1.2)$$

Бірінші өрнек сұраныс белгілі бір дәрежеде өсетін өнімдерге тән, ал екінші өрнек сұраныстың маусымдық ауытқуы бар өнімдерге тән.

### 2.4 ШК-ң тыныс-тіршілігінің динамикалық моделін талдау

Шағын кәсіпорынның тыныс-тіршілігінің маңызды факторы болып, әрине, ақшалай қаржыны қолдану тиімділігі саналады. Ақша мен кредиттердің өзгеруінің теңдеулерін сипаттайық.

$$\frac{d(CN)}{dt} = S_f(t) - M(t) + H(t); (1.1)$$

$$\frac{dL}{dt} = r_L L(t) + H(t) . (1.2)$$

Бұл жерде  $S_f(t)$  – өнімді сату мөлшерінің ақшалай баламасы.

$$S_f(t) = S(t)TC, (1.3)$$

$r_L$  – банктік ставка,

$H(t)$  – қарызға алынған қаржылар.

Өндірістік шығындардың үзілмеуін қамтамасыз ету үшін қаржы қоры болуы қажет

$$M(t)TCS + NP(t) \leq CN(t) / \Theta (1.4)$$

бұл жерде  $\Theta$  өтімділік (ликвидтілік) коэффициенті

Шағын кәсіпорынның рентабельдігі шикізат пен оның өнімінің бағаларының динамикасына тәуелді. Бағалардың болжанатын инфляция

шамасын  $i$  деп белгілейік. Бағалардың инфляциясын ескеретін дисконттаудың жалпы коэффициентін келесідей белгілейік,

$\Delta = \delta + \alpha i$  бұл жерде дисконттау коэффициенті, ал  $\alpha \in [0,1]$ .

Өнім бағаларының инфляциясын ескеру жағдайында шағын кәсіпорынның табыстары қарқындылығы  $\gamma$  -ға тең экспоненциалдық заң бойынша болжанады.

$$S_f(t) = S_f e^{\gamma t} \quad (1.5)$$

Шағын кәсіпорынның жалпы табысын SS максималдайтын есепті келтірейік,

$$SS = \int_0^T S_f(t)^\alpha e^{-\Delta t} dt \rightarrow \max ; \quad (1.6)$$

$$\frac{dL}{dt} = rL + H ;$$

$$\frac{d(CN)}{dt} = S_f e^{\gamma t} - M_f + H ; \quad (1.7)$$

$$CN \geq M_f + NP, L(t) = 0, L \geq 0, CN \geq 0,$$

бұл жерде  $M_f$  материалдардың ақшалай баламасы.

(1.6, 1.7) – есептің оптимальді траекториясы негізінде де қаралған тұтыну шығындарын оптимизациялау тәрізді шағын кәсіпорын қызметі нәтижесінің келесі экономикалық түсіндірмесін келтірейік. Дисконттау коэффициентіне қарай шағын кәсіпорындар өз жұмыс нәтижесінде үш жағдайдың біреуіне келуі мүмкін:

1) келесі қатынас орын алған жағдайда

$$\Delta > r + (1 - \alpha) / \Theta \quad (1.8)$$

шағын кәсіпорын әрдайым кредит алып тұруы қажет болады. Дисконттау коэффициентінің осы деңгейінде шағын кәсіпорын рентабельді емес экономика субъектілеріне жатады;

2) келесі қатынас орын алған жағдайда

$$r - (1 - \alpha)\gamma < \Delta < r + (1 - \alpha) / \Theta \quad (1.9)$$

шағын кәсіпорын кредиттерді алып немесе қысқа мерзім аралығында өз қаражатына жұмыс атқара алады. Дегенмен, қаржылындыру болмаған жағдайда, біраз мерзім өткеннен кейін шағын кәсіпорын рентабельдігінен айырылады;

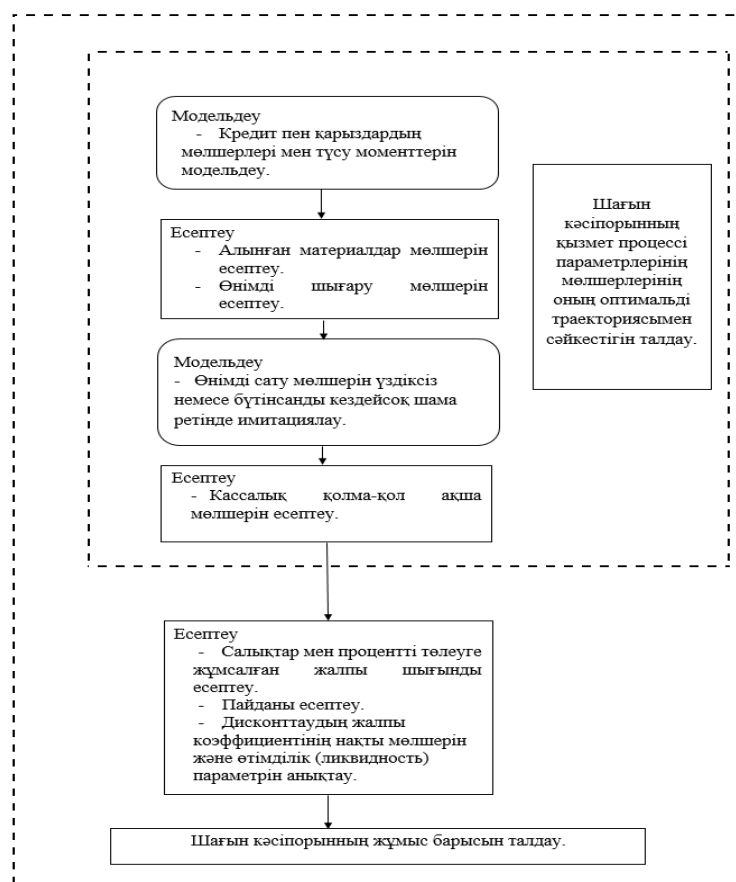
3) келесі қатынас орын алған жағдайда,

$$\Delta < r - (1 - \alpha)\gamma \quad (1.10)$$

шағын кәсіпорын кредит алып та, сондай ақ тек өзінің қаражатымен де жұмысын жалғастыра алады. Қайсыбір бастапқы шарт жағдайында ол кредиттік міндеттемесін шектелген уақыт мерзімінде өтейді. Кредиттер тек шағын кәсіпорынның жұмысы тез оптимальді режимге шығуына қажет. Құрылған модель, негізінде, перспективті талдау жүргізу үшін бағытталған, яғни қарастырылып отырған экономикалық объектілердің дамуының мүмкін варианттарын анықтау үшін қажет. Ұсынылып отырған модель, оны тиісті түрде модификациялау жағдайында, тек қана болжау жүргізу емес, сонымен қатар, шағын кәсіпорынның ағымдағы қызметін басқаруға да мүмкіндік бере алады.

## 2.5 Шағын кәсіпорынның жұмыс істеу процессінің алгоритмі

Шағын кәсіпорынның жұмыс процессін имитациялық модельдеу схемасы 2 – суретте келтірілген.



Сурет 2 – Шағын кәсіпорынның жұмыс процессінің схемасы

Шағын кәсіпорынның жұмыс процессін модельдеу алгоритмі келесі қадамдардан тұрады:

Қадам 1. Кредит пен қарыздардың мөлшерлері мен түсу моменттерін модельдеу.

Қадам 2. Алынған материалдар мөлшерін есептеу.

$$M(t) = S(t-1) + \frac{1}{a_1} \{ZNZ(t) - FZ(t)\}. \quad (1.1)$$

Қадам 3. Өнімді шығару мөлшерін есептеу.

$$W(t) = S(t) + \frac{1}{a_2} \{JZP(t) - FZP(t)\}. \quad (1.2)$$

Қадам 4. Өнімді сату мөлшерін үздіксіз немесе бүтінсанды кездейсоқ шама ретінде имитациялау.

Қадам 5. Кассалық қолма-қол ақша мөлшерін есептеу.

$$CN(t) = CN(t-1) + \frac{1}{a_2} \{S(t)TC - M(t)TCS\}. \quad (1.3)$$

Қадам 6. Салықтар мен процентті төлеуге жұмсалған жалпы шығынды есептеу

$$NP(t) = b_1 CN(t) + r_L L. \quad (1.4)$$

Қадам 7. Пайданы есептеу

$$PR(t) = CN(t) - NP(t). \quad (1.5)$$

Қадам 8. Шағын кәсіпорынның 1 – 5 қадамдардағы формулалармен алынған қызмет процессі параметрлерінің мөлшерлерінің оның оптимальді траекториясымен сәйкестігін талдау

$$CN^*(t) = \Theta[M_f^*(t) + NP^*(t)], \quad \forall t \in [0, T], \quad (1.6)$$

$$SS = \int_0^T S_f(t)^\alpha e^{-\Delta t} dt \rightarrow \max ;$$

$$\frac{dL}{dt} = rL + H ;$$

$$\frac{d(CN)}{dt} = S_f e^{rt} - M_f + H ;$$

$$CN \geq M_f + NP, \quad L(t) = 0, \quad L \geq 0, \quad CN \geq 0.$$



Қадам 9. Дисконттаудың жалпы коэффициентінің нақты мөлшерін және өтімділік (ликвидтік) параметрін (1.6) – өрнектен анықтау.

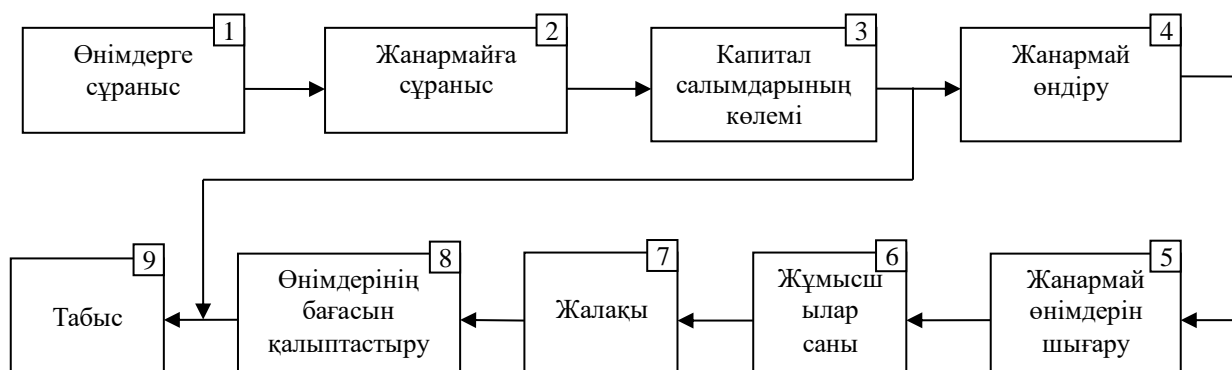
Қадам 10. Алынған нәтижелерді талдау және стратегияны жетілдіру мен басқару шешімдерін қабылдау.

Шағын кәсіпорынның кәсіпкерлік қызметінің тиімділігін бағалауға ұсынылып отырған алгоритм оның нәтижелігіне объективті, құрылымдалған экономикалық бағалау жасай алады. Өзірленген алгоритм менеджерлерге кәсіпкерлік қызметті ұйымдастыру процессіне экономикалық тұрғыдан мұқият қарауға, басқарушылық шешімдерді жедел қабылдау, сондай-ақ, экономикалық орта факторларын ескере отырып, оның жұмыс істеу тиімділігіне талдау жүргізу негізінде шағын кәсіпорын қызметінің бағыттарын реттеуге мүмкіндік береді.

### 3. Автожанармай құю станцияларында жанармай өндіру және өткізу алгоритмдерін құру

#### 3.1 Автожанармай құю станцияларында жанармай өндіру және өткізу жүйесінің функционалдықы құрылымы

Жүйенің функционалдықы құрылымы 3 – суретте көрсетілген және өндірістік пен ақпараттық - басқару функцияларын нақты көрсетеді.



Сурет 3 – Жүйенің функционалдықы құрылымы

Жанармай өнімдеріне сұранысты модельдеу екі жолмен жүзеге асырылуы мүмкін: аналитикалық және статистикалық. Бірінші жол сұраныстың әртүрлі факторлардан эконометрикалық тәуелділігін табуды қамтиды, мұнда сұраныс пен алдыңғы кезеңдегі бөлшек сауда бағаларының индекстері маңызды рөл атқарады. 2-5 блоктар қалған төрт блоктың (6-9) функцияларын жанама түрде анықтайтын саланың негізгі өндірістік қорларының деңгейімен байланысты. Сондай-ақ, жоғарыда көрсетілген құрылымның барлық буындарының арасында едәуір корреляцияның болуын атап өткен жөн.

#### 3.2 Сұранысты модельдеу

Жағдайларға және бастапқы мәліметтерге байланысты өнімге сұранысты модельдеу екі жолмен жүзеге асырылуы мүмкін .

Бірінші жағдайда сұраныстың өзгеру заңдылықтары белгілі деп саналады, мысалы, жыл мезгіліне байланысты немесе басқа факторларға байланысты. Онда сұранысты модельдеу берілген үлестірім заңына сәйкес жүзеге асырылады. Екінші жағдайда сұранысқа өнім бағасының өзгеруі айтарлықтай әсер етеді. Баға деңгейі мен оның динамикасына қаржы-несие саласының жағдайы үлкен әсер етеді, ал елдің ақша бірлігінің сатып алу қабілетінің өзгеруі бағаларға тікелей әсер етеді.

Бірінші жағдайды қарастырудан бастайық. Сұраныс кездейсоқ  $\{t_j, D_j\}$  ағынын құрсын. Заказдардың түсу  $\{t_j\}$  моменттерін модельдеу, оның жиынтығының (тізбегінің)  $T = \{t_j\}$  интервалдар аралықтарының  $\varphi(\tau)$

тығыздық функциясы берілген стационарлы Пальм ағынын құрайтын жалпы жағдайды қарастырайық.  $t_j$  моменттерін анықтау үшін келесі стандартты формуланы қолданамыз

$$t_j = t_{j-1} + \tau_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.1)$$

бұл жерде  $\tau_j$  – заказдардың түсу моменттері арасындағы интервал.

Пальм ағынын модельдеу үшін тек  $\varphi(\tau)$  тығыздық функциясын білу жеткіліксіз, себебі бірінші интервалдың тығыздық функциясы әдетте  $\varphi(\tau)$  – дан өзгеше болады

$$\varphi_1(\tau) \neq \varphi(\tau). \quad (2.2)$$

Сондықтан  $\varphi_1(\tau)$  – ді анықтау үшін Пальм формуласын қолдануымыз қажет

$$\varphi_1(\tau_1) = \lambda \left( 1 - \int_0^{\tau_1} \varphi(\tau) d\tau \right), \quad (2.3)$$

бұл жерде  $\lambda$  – ағынның қарқындылығы.

$T = \{t_j\}$  ағынының элементтері арасындағы  $\tau_j$  интервалының мөлшері, үздіксіз кездейсоқ шамаларды модельдеуге арналған кері функция әдісі арқылы анықталады, ол әдістің негізі келесі теорема ретінде тұжырымдалған : «Нақты мөлшері келесі (1.4) формуласымен

$$g(\tau) = \int \varphi(\tau) d\tau = u \text{ или } \tau = g^{-1}(u), \quad (2.4)$$

анықталатын  $\tau$  кездейсоқ шамасы  $\varphi(\tau)$  тығыздық функциясымен сипатталатын заңдылыққа бағынады».

Бұл жерде  $u$  –  $[0, 1]$  аралығында бірқалыпты үлестірілген кездейсоқ шама.

Ал дискреттік кездейсоқ шамаларды моделдеу үшін «Заңдылығы келесі кестемен

$$\begin{pmatrix} \tau_1 & \tau_2 & \dots & \tau_m \\ p_1 & p_2 & \dots & p_m \end{pmatrix} \quad (2.5)$$

берілген  $\tau_k$  шамасы  $p_k$  ықтималдылығымен мына шарттар

$$u \in \Delta_k, \text{ және } \Delta_k = p_k$$

орындалған жағдайда пайда болады» теоремаға негізделген әдіс қолданылады.

Егер тығыздық функциясы  $\varphi(\tau)$  ағынының элементтері арасындағы аралықтардың жиынтығы (тізбегі) үздіксіз кездейсоқ шама болса және белгілі стандартты теориялық үлестіру заңдарының біріне бағынса, онда  $T$  ағынының элементтері арасындағы  $\tau_j$  интервалының мәндерін модельдеу үшін 1-кестеде келтірілген формулаларды қолда аламыз .

1-кесте – Үздіксіз кездейсоқ шамалардың негізгі теориялық үлестірімдерін модельдеу формулалары.

Үлестірім	Тығыздық функция	Модельдеу формуласы
Қалыпты	$\varphi(\tau) = \frac{1}{\sigma_\tau \sqrt{2\pi}} \exp \left( -\frac{(\tau - m_\tau)^2}{2\sigma_\tau^2} \right),$ $-\infty < \tau < \infty$	$\tau = m_\tau + \sigma_\tau \left( \sum_{i=1}^{12} u_i - 6 \right)$
Бірқалыпты	$\varphi(\tau) = \frac{1}{b-a}, \tau \in [a, b]$	$\tau = a + u(b-a)$
Экспоненциалды	$\varphi(\tau) = \lambda e^{-\lambda\tau}, \tau \geq 0$	$\tau = -\frac{1}{\lambda} \ln u$
Сызықты	$\varphi(\tau) = \lambda \left( 1 - \frac{\lambda}{2} \tau \right), \tau \in \left( 0, \frac{2}{\lambda} \right]$	$\tau = -\frac{2}{\lambda} (1 - \sqrt{u})$
Гамма	$\varphi(\tau) = \frac{\alpha^k}{(k-1)!} \tau^{(k-1)} e^{-\alpha\tau},$ $\alpha > 0, k > 0, \tau \geq 0$	$\tau = -\frac{1}{\alpha} \ln(u_1 * u_2 * \dots * u_k)$

Үздіксіз кездейсоқ шамалар мен оларды модельдеу формулаларының стандартты теориялық үлестірімдерінің ең толық тізімі келтірілген.

Жоғарыда айтылғандарды ескере отырып, тұтынушылардың сұранысын модельдеу алгоритмі құрылды, оған келесі қадамдар кіреді:

Қадам 1. Бастапқы деректерді енгізу.

Қадам 2. Пальм формуласы (2.6) арқылы  $\varphi_1(\tau_1)$  тығыздық функциясын анықтау.

Қадам 3. (2.7) теңдеуі негізінде келесі өрнектерді анықтау

$$\tau_1 = v_1^{-1}(u_1) \text{ и } \tau_j = v_j^{-1}(u_j), j > 1 \quad (2.6)$$

және заказдардың түсу моменттерінің аралықтарын есептеу.

Қадам 4.  $\{t_j\}$  ағын элементтерін  $t_j = t_{j-1} + \tau_j$  формуласымен есептеу.

Қадам 5. Кері функция әдісін қолданып келесі қатынасты анықтау

$$D(t_j) = \Phi^1(u_j) \quad (2.7)$$

Қадам 6. Келесі  $t_j \leq IM$  ( $IM$  – модельдеу интервалы) шартты тексеру. Ол орын алса 2-ші қадамға ауысу.

Қадам 7. Нәтижелерді шығару.

Қадам 8. Аяғы.

Сұранысты модельдеудің екінші бағытын қарастырайық.

Өнім бағасының өзгеруі сұранысқа елеулі әсер көрсетеді. Баға деңгейі мен динамикасына қаржы-несие саласының жағдайы үлкен әсер етеді, ал елдің ақша бірлігінің сатып алу қабілетінің өзгеруі бағаларға тікелей әсер етеді.

Өнімнің бағасы сұранысқа әсер еткен кезде сұранысты модельдеудің жағдайын қарастырайық. Сонда келесі қатынас орын алады

$$D[t_j - t_i] = A + BP_i + U. \quad (2.8)$$

Бұл жағдайда  $A$  және  $B$  коэффициенттері стандартты эконометрикалық әдістермен табылады.  $U$ -тұтынушылардың артықшылықтары мен кірістерінің ауытқуын және сұранысқа әсер ететін басқа факторларды сипаттайтын кездейсоқ шама.  $i$ -ші уақыт кезеңіндегі өнімнің бағасы  $P_i$  деп белгіленген.

Сұраныстардың стационарлы емес пуассондық процессін модельдеу алгоритмін қорлардың көлемі бірқалыпты үлестірім заңдылығымен берілген мысал үшін құрайық.

Қадам 1. Модельдеуге қажет бастапқы деректерді беру:  $T_0 - T_n$  – уақыт интервалы;  $n$  – ішенеинтервалдар саны;  $T[j]$  –  $j$ -ші ішенеинтервалдың жоғарғы шегі;  $\lambda$  – әрбір ішенеинтервал процессінің қарқындылығы ( $n$  рет);  $a$  және  $b$  бірқалыпты үлестірім заңдылығының параметрлері.

Қадам 2. Бастапқы деректерді енгізу және олардың деректер базасында сақталуын ұйымдастыру.

Қадам 3.  $t = 0, \lambda_{max} = \max \{\lambda[t]\}, k=1$ .

Қадам 4.  $[0, 1]$  интервалында бірқалыпты үлестірілген  $u_1, u_2$  және  $u_3$  кездейсоқ сандарды модельдеу

Қадам 5. Стационарлы емес пуассондық процесстің пайда болатын моменттерінің мәндерін Льюс және Шедлердің сирету әдісімен есептеу.

$$t_j = t_{j-1} - \frac{1}{\lambda_{max}} * \ln u_1 \quad (2.9)$$

Қадам 6. Ішенеинтервалдардың ( $j$ ) саны бойынша цикл ұйымдастыру.

Қадам 7.  $t \leq (T(j) - T(j-1))$  шартын тексеру және ол орындалса  $\lambda(t) = \lambda(j)$  деп санау, 10 – шы қадамға ауысу.

Қадам 8.  $j = j + 1$ .

Қадам 9.  $j \leq n$  шартын тексеру, ол орындалса 7 –ші қадамға көшу. Керісінше жағдайда 13-ші қадамға ауысу.

Қадам 10.  $\{u_2 \leq \lambda(t) / \lambda_{max} \text{ и } t \leq T_n\}$  шартын тексеру, ол орын алса  $t[k] = t, k = k + 1$  деп санап 12 –ші қадамға ауысу. Орындалмаса 4 –ші қадамға көшу.

Қадам 11. Кері функция әдісімен алынған  $S = a + u_3 * (b - a)$  формула бойынша кездейсоқ шаманы есептеу.

Қадам 12. Эксперимент нәтижесін деректер базасында сақтау, оқиғаның пайда болған  $t_j$  моментін және кездейсоқ шаманың  $S$  мөлшерін шығару, 4 –ші қадамға оралу.

Қадам 13. Циклдың аяғы.

Қадам 14. Нәтижелерді өңдеу және шығару.

### 3.3. Сұранысты болжау

Шығарылатын өнімге болашақтағы белгілі бір уақыт аралығындағы сұранысты болжау өндіру – сату ұйымдарының маңызды міндеттерінің бірі болып табылады. Болжам түрі және болжанатын уақыт аралығының ұзақтығы өндірілетін өнімге және оған сұраныстың бет-алысына байланысты. Ең көп тарағаны-статистикалық талдау әдістеріне негізделген болжам түрі. Солардың ішінде, негізгі әдістердің бірі болып – ең кіші квадраттар әдісі саналады. Болжаушы ретінде көбінесе сызықтық (2.10) және циклдік (2.11) функциялар қолданылады:

$$D_e = a + bt; \quad (2.10)$$

$$D_c = a + u \cos \frac{2\pi}{N}t + g \sin \frac{2\pi}{N}t. \quad (2.11)$$

Бірінші өрнек (2.10) сұраныс белгілі бір дәрежеде өсетін өнімдерге тән, ал екінші өрнек (2.11) сұраныстың маусымдық ауытқуымен сипатталатын өнімдерге тән.

Болжау функциясының құрылысын сызықтық функцияның мысалында көрсетейік (2.10). Ол үшін ең кіші квадраттар әдісіне сүйене отырып,  $t$  уақытындағы нақты  $D$  сұранысы мен болжау функциясы арасындағы айырмашылықтардың квадраттарының қосындысын азайту қажет

$$e = \sum_{t=1}^n (D - a - bt)^2 \quad (2.11)$$

Әрі қарай, дербес туындыларды нөлге теңестіре отырып, келесі теңдеулерді аламыз:

$$\frac{\partial e}{\partial a} = \sum (D - a - bt) = 0; \quad (2.12)$$

$$\frac{\partial e}{\partial b} = \sum (D - a - bt)t = 0. \quad (2.13)$$

Сонда (2.11)-(2.13) теңдеулер жүйесінің детерминанты мына түрде болады

$$\begin{vmatrix} D_e & 1 & t \\ \sum D & n & \sum t \\ \sum Et & \sum t & \sum t^2 \end{vmatrix}. \quad (2.14)$$

Осы жүйенің шешімі келесі:

$$a = \frac{\sum D \sum t^2 - \sum t \sum Dt}{n \sum t^2 - (\sum t)^2}; \quad b = \frac{n \sum Dt - \sum D \sum t}{n \sum t^2 - (\sum t)^2}. \quad (2.15)$$

Моменттер  $t$  1-ден  $n$ -ге дейінгі бүтін мәндердің бірінен соң бірін қабылдайды деген болжамды енгізіп, келесі өрнектерге келеміз

$$\sum t = \frac{n(n+1)}{2}; \quad \sum t^2 = \frac{n(n+1)(2n+1)}{6} \quad (2.16)$$

сондықтан

$$a = \frac{2(2n+1) \sum D - 6 \sum Dt}{n(n+1)}; \quad b = \frac{6[2 \sum Dt - (n+1) \sum D]}{n(n^2 - 1)}. \quad (2.17)$$

Осылайша, статистикалық талдау әдісіне негізделген, болашақта белгілі бір уақыт аралығында өндірілетін өнімге сұранысты болжау процедурасы сипатталған..

Сұраныс мөлшері  $D$  – ны болжайтын алгоритмді құрайық.

Қадам 1. Бастапқы деректерді енгізу.

Қадам 2. Циклды ұйымдастыру:  $i=1$ .

Қадам 3. Есептеу

$$a = \frac{2(2n+1) \sum D - 6 \sum Dt}{n(n+1)}; \quad b = \frac{6[2 \sum Dt - (n+1) \sum D]}{n(n^2 - 1)}. \quad (2.18)$$

Қадам 4.  $D_e$  сұранысын есептеу

$$D_e = a + bt$$

Қадам 5. циклды өсіру:  $i = i + 1$ .

Қадам 6.  $i \leq n$  шартын тексеру. Орындалса 3 – ші қадамға оралу.

Қадам 7.  $D_e$  мөлшерін шығару

Қадам 8. Аяғы.

### 3.4 Үздіксіз кездейсоқ шамаларды модельдеу

Берілген үлестірім заңына сай кездейсоқ шамаларды модельдеу үшін, кездейсоқ заңдарын модельдеудің жоғарыда қарастырылған негізгі принципі бойынша,  $\xi$  базалық кездейсоқ шамасын түрлендіру қажет. Мұндай түрлендірудің төрт бағытын атап көрсетуге болады: аналитикалық, таңдамалы, ықтималдылық және құрмаланған.

Кездейсоқ  $\xi$  шамасының  $z_i$  нақтыламасын аналитикалық түрлендіргенде, берілген үлестіру заңы бар  $\eta$  шамасының нақтыламасы деп қарастыруға болатын  $x$  санын анықтайтын операция орындалады. Бұл бағытта ең көп тараған әдістің бірі - кері функция әдісі. Алайда, үлестіру заңы қарапайым функциялармен бейнеленбейтін маңызды үлестірімдердің бір қатары үшін, бұл әдісті іс жүзінде қолдану мүмкін емес.

Келесі таңдамалы бағыттың негізі мынада - базалық кездейсоқ тізбектің кейбір сандарын, берілген үлестірім заңына бағынатын жаңа тізбек құратындай етіп, таңдап алуға болады.

Таңдамалы әдістердің арасында Джон фон Нейманның “шығарып тастау” әдісі кең таралған. Өкінішке орай, бұл әдісте универсалды емес. Онымен тек қана, нақтыламалары жабық  $[a, b]$  кесіндісінде жататын кездейсоқ шамаларды модельдеуге болады және бұл әдіс “бос жүрістің” үлкен санымен сипатталады.

Үшінші бағыт, берілген үлестірім заңына, қолданбалы пайдалануға жеткілікті дәлдікпен, жақындауды қамтамасыз ететін, ықтималдықтар теориясының шектік теоремалар шарттарын модельдеумен байланысты. Бұл бағыттың қолдану аймағы шектік теоремалар санымен шектелетіні айқын.

Үлестірім заңы өте күрделі кездейсоқ шамаларды модельдеген кезде тек төртінші бағыттың әдістерін пайдалану арқылы оң нәтижеге жетуге болады. Бұл әдістердің негізінде, үлестірім заңы белгілі кездейсоқ шаманы модельдеу үшін, бір мезгілде бірнеше, жоғарыда қаралған әдістерді қолдану керек. Яғни, бұл бағыттың бір әдісі, оның атауына сәйкес, басқа бағыттардың бірнеше әдістерінен құрастырылады.

### 3.4.1. Кері функция әдісі

Кездейсоқ  $\eta$  шамасы  $(a, b)$  интервалында анықталған, тығыздық функциясы  $f(x) > 0$ ,  $a < x < b$  берілген шама болсын және  $a = -\infty$ ,  $b = \infty$  болатын жағдай шектелмесін. Сонда бұл шаманың үлестірім функциясы

$$F(x) = \int_a^x f(x) dx \text{ болады.} \quad (2.19)$$

Кері функция әдісінің теориялық негізін мына теорема түрінде тұжырымдайық.

Теорема 1.1. Кездейсоқ сан  $z$  бірқалыпты үлестірімді базалық  $\xi$  кездейсоқ шамасының нақтыламасы болсын. Сонда

$$F(x) = z \text{ немесе } x = F^{-1}(z) \quad (2.20)$$

өрнегінен табылған  $x$  саны, алдын ала берілген,  $f(x)$  тығыздығымен сипатталатын  $\eta$  кездейсоқ шамасының нақтыламасы болады.

Дәлелдеу:

Кездейсоқ  $\xi$  шамасының  $[0, z]$  кесіндісіне түсу ықтималдылығын анықтайық:

$$P\{\xi \leq z\} = P\{F(\eta) \leq F(x)\} = P\{\eta \leq x\} = F(x) = z. \quad (2.21)$$

Осы өрнектің бірінші теңдігі теореманың (2.21) шартынан алынып жазылған. Екінші теңдіктің туралығы, үлестірім функциясының мөлшері нольден бірге дейін бірсарынды өсуінен шығады. Төртінші теңдік “айдан да



айқын”, себебі ол үлестірім функциясының екі түрлі жазылуынан шығады. Соңғы теңдік бірқалыпты үлестірімді базалық кездейсоқ шаманың  $[0;1]$  интервалының кез келген ішкі интервалына түсу ықтималдылығы осы аралықтың ұзындығына әр уақытта тең болатын негізгі қасиетін, яғни

$P\{\xi < z\} = z$  екенін көрсетеді.

Кері функция әдісін іс жүзінде қолдану үшін  $x$  нақтыламасын мына интегралдық теңдеуді шешіп табу қажет:

$$\int_a^{x_j} f(x)dx = z_j. \quad (2.22)$$

1.1 - мысал. Тығыздық функциясы  $f(x) = x^{-2}$  болатын  $\eta$  кездейсоқ шамасы  $[1, \infty)$  интервалында анықталған.

Шешуі. Осы кездейсоқ шаманың  $x$  нақтыламасын табу үшін (2.22) қатынасын қолданайық:

$$\int_1^{x_j} x^{-2} dx = 1 - 1/x_j = z_j \text{ сонда } x_j = F^{-1}(z_j) = 1/(1 - z_j).$$

Кері функция әдісінің алгоритмі келесі қадамдардан тұрады.

1-қадам.  $j = 1$  болсын.

2-қадам. Кездейсоқ  $\xi$  шамасының  $z$  нақтыламасын модельдеу.

3-қадам. Кездейсоқ  $\eta$  шамасының  $x_j$  нақтыламасын есептеу:  $x_j = F^{-1}(z_j)$ .

4-қадам.  $j = j + 1$  болсын.

5-қадам.  $j > n$  шартын тексеру. Мұндағы  $n$  саны  $x$  нақтыламаларының - алдын ала тағайындалған қажетті мөлшері. Бұл шарт орындалған жағдайда 2-ші қадамға оралу керек.

6-қадам.  $(x_j)$  мәндерін баспалау.

### 3.4.2. Шектік теоремалар әдісі

Кездейсоқ шамаларды модельдеудің бұл әдісі ықтималдықтар теориясының белгілі шектік теоремаларының кейбір шарттарын жуықтап елестетуге негізделген. Мысалы, ықтималдықтар теориясының орталық шектік теоремасы қалыпты үлестірім заңына бағынатын кездейсоқ шаманы модельдеуге мүмкіндік береді. Бұл теореманы алғаш рет Лаплас тұжырымдаған. Оны толықтырып, жетілдіруге көптеген атақты математиктер

ат салысты, солардың ішінде П.Чебышев, А.А.Марков және А.М.Ляпуновтар да бар.

Орталық шектік теоремасының келесі тұжырымын келтірейік.

1.3-теорема.  $\zeta_1, \zeta_2, \dots, \zeta_n$  - бір ғана үлестірім заңына бағынған, өзара тәуелсіз және мөлшерленген кездейсоқ шамалар болсын. Сонда  $n \rightarrow \infty$  жағдайында, (1.13) формула арқылы табылған мөлшерленген  $\eta^n$  шамасының

$$\eta^i = \frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{i=1}^n \zeta_i \quad (2.23)$$

үлестірім заңы, ықтималдық тығыздығы

$$f(x) = \left( \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \right) e^{-\frac{x^2}{2}} \quad (2.24)$$

болатын мөлшерленген қалыпты үлестірім заңына жақындайды. Егер (2.24) формуласында  $\zeta$  кездейсоқ шамасының орнына математикалық үміті  $m_z = 1/2$  және дисперсиясы  $\sigma_z^2 = 1/12$ -ге тең,  $\xi$  базалық кездейсоқ шамасын қолданса, формуланы мына түрге келтіруге болады:

$$\eta^i = \sqrt{\frac{3}{n}} \sum_{i=1}^n (2\xi_i - 1). \quad (2.25)$$

Демек, (2.25) формуласымен, үлкен  $n$ -нің мөлшерін алған жағдайда, параметрлері  $m_x = 0$  және  $\sigma_x^2 = 1$  болатын, қалыпты үлестірімді кездейсоқ шаманың нақтыламаларын табуға болады. Жүргізілген зерттеулер  $n=12$ -ге тең болғанның өзінде (2.26) қосындысының қатесі  $9 \cdot 10^{-3}$ -тен аспайтынын дәлелдеді. Сондықтан, іс жүзінде  $m_x$  және  $\sigma_x^2$  параметрлері берілген қалыпты үлестірім заңын модельдеу үшін мына формула жиі қолданылады:

$$x = m_x + \sigma_x \left( \sum_{i=1}^{12} z_i - 6 \right). \quad (2.26)$$

Мұндағы  $z$  және  $x$  базалық  $\xi$  және модельденетін  $\eta$  кездейсоқ шамалардың нақтыламалары.

Осы әдістің алгоритмі мына қадамдардан тұрады:

- 1-қадам.  $j = 1$  болсын;  
 2-қадам.  $S = 0$  және  $i = 1$  деп алайық;  
 3-қадам.  $\xi$  кездейсоқ шамасының  $z$  нақтыламасын алу;  
 4-қадам.  $S = S + z$  және  $i = i + 1$  болсын;  
 5-қадам.  $i < 12$  шартын тексеріп, орындалса 3-ші қадамға көшу;  
 6-қадам. Кездейсоқ  $\eta$  шамасының кезекті  $x_j$  нақтыламасын есептеу:

$$x_j = m_x + \sigma_x(S - 6); \quad (2.27)$$

7-қадам.  $j = j + 1$  болсын;

8-қадам. Еспетеудің аяқталу, яғни,  $j > n$  шартын тексеру.

Мұнда  $n$ -алдын ала берілген қалыпты үлестірім заңының нақтыламаларының керекті саны. Бұл шарт орындалмаған жағдайда 2-ші қадамға көшу.

9-қадам.  $\{x_j\}$  нақтыламаларын баспалау.

### 3.4.3. Композиция әдісі

Егер кездейсоқ  $\eta$  шамасының үлестірім функциясының түрі күрделі болса, оны көп жағдайларда бірнеше қарапайым үлестірімдердің композициясы ретінде қарастыруға болады:

$$F(x) = \sum_{k=1}^m C_k F_k(x) \quad (2.28)$$

Мұндағы  $C_k > 0$ . (2.28) формуласынан  $k \rightarrow \infty$  ұмтылғанда мына теңдікті аламыз:

$$\sum_{k=1}^m C_k = 1 \quad (2.29)$$

Демек,  $(A_k)$  оқиғаларының толық тобын құруға болады:

$$\begin{pmatrix} A_1 & A_2 & \dots & A_n \\ C_1 & C_2 & \dots & C_m \end{pmatrix} \quad (2.30)$$

Мұндағы  $C_k = P(A_k)$ .

Бұл әдіске негіз бола алатын мына теореманы тұжырымдайық.

1.4-теорема.  $z_1$  және  $z_2$  базалық  $\xi$  кездейсоқ шаманың тәуелсіз нақтыламалары болсын. Егер  $z_1$ -ң көмегімен, оқиғалардың толық тобын модельдеу арқылы табылған,  $A_k$  оқиғасының номерін анықтасақ, сонан соң

$F_k(x) = z_2$  теңдеуінен  $x$  санын тапсақ, бұл сан берілген  $F(x)$  үлестірім функциясымен сипатталатын  $\eta$  кездейсоқ шамасының нақтыламасы болады.

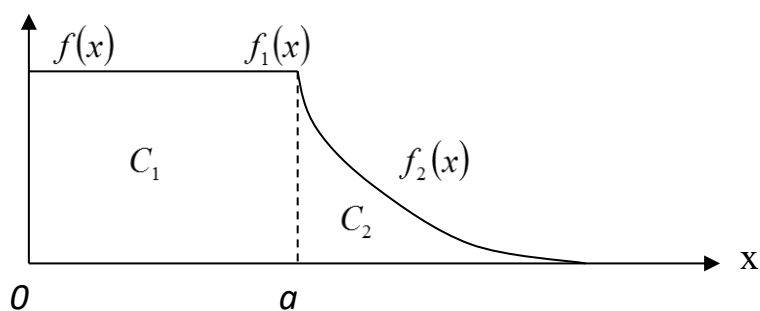
Дәлелдеуі: Белгілі толық ықтималдық теоремасын қолданып  $\eta$  кездейсоқ шамасының үлестірім функциясын есептейік:

$$F(x) = P(\eta < x) = \sum_{k=1}^m P\{\eta < x / A_k\} \times P(A_k) = \sum_{k=1}^m F_k(x) \times C_k = F(x). \quad (2.31)$$

Осы өрнектен теореманың дәлелдемесі анық көрініп тұр. Композиция әдісін іс жүзінде қолданғанда үлестірім функциясының орнына модельденетін  $\eta$  кездейсоқ шамасының тығыздық функциясымен жұмыс істеген қолайлы. Бұл жағдайда

$$f(x) = \sum_{k=1}^m C_k f_k(x) \quad (2.32)$$

қосындысының  $C_k$  коэффициенттерін  $f(x)$  функциясының астындағы (4 – суретте), мөлшері бірге тең ауданның бөліктері ретінде қарауға болады.



Сурет 4 – Кездейсоқ шамасының үлестірім функциясы

1.4. теоремасының шартын орындайтын алгоритм келесі қадамдардан тұрады:

- 1-қадам.  $j = 1$  болсын;
- 2-қадам.  $\xi$  кездейсоқ шамасының  $z_{2j-1}$  және  $z_{2j}$  нақтыламасын алу керек;
- 3-қадам.  $z_{2j-1}$ -ң көмегімен  $A_k$  оқиғасын шығару;
- 4-қадам.  $f_k(x)$  тығыздық функциясына сәйкес  $x_j$  нақтыламасын модельдеу;
- 5-қадам.  $j = j + 1$  болсын;
- 6-қадам.  $j > n$  шартының орындалуын тексеру, мұндағы  $n$ -берілген  $\eta$  кездейсоқ шамасының нақтыламаларының керекті саны;
- 7-қадам. алынған нақтыламаны баспалау.

### 3.5 Үлестірім кездейсоқ параметрі арқылы модельдеу

Шағын кәсіпорындарды әр түрлі үлестірім заңдары бойынша модельдеуге болады Сол кездейсоқ параметрлер арқылы жалпы шағын кәсіпорынның аналитикалық немесе имитациялық жүйесін құруға мүмкіндік береді Төрт түрлі үлестірім заңдарын көрсететін боламын.

#### 3.5.1 Қалыпты үлестірім

Қалыпты немесе Гаусс үлестірімі маңызды және жиі қолданылатын үздіксіз үлестірімдердің бірі. Қалыпты үлестірімнің тығыздық функциясы:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-m_x)^2}{2\sigma_x^2}}, \quad -\infty < x < \infty. \quad (3.1)$$

Математикалық үміті:  $M(\eta) = m_x$ .

Дисперсиясы:  $D(\eta) = \sigma_x^2$ .

Қалыпты үлестірімді кездейсоқ  $\eta$  шаманы модельдеу үшін бірнеше алгоритмдер қолдануға болады. Солардың бірі, шектік теоремаларын қолдану әдісіне байланысты.

Басқа бір әдісті американдықтар Т.Бокс пен М.Мюллер ұсынды. Бұл әдіс орайлық координаттар әдісі деп аталады. Енді осы әдіспен танысайық.  $\eta$  және  $\zeta$  - мөлшерленген қалыпты үлестірім заңы бар екі тәуелсіз кездейсоқ шама болсын. Олардың нақтыламаларын сәйкесінше  $x$  және  $y$  деп белгілейік.  $\eta$  мен  $\zeta$  кездейсоқ шамаларын  $A$  нүктесінің декарт жазықтығындағы координаттары ретінде бейнелейік. Сонда  $A$  нүктесінің орайлық координаттарын мына өрнектерден табамыз:

$$R = \sqrt{\eta^2 + \zeta^2} \quad \text{және} \quad \theta = \arctg \frac{\zeta}{\eta}. \quad (3.2)$$

Бұл екі жаңа кездейсоқ шамаларының тығыздық функцияларын келтірейік:

$$f(r) = re^{-r^2/2} \quad \text{және} \quad f(\varphi) = \frac{1}{2\pi}. \quad (3.3)$$

Мұндағы  $r$  мен  $\varphi$  -  $R$  және  $\theta$  кездейсоқ шамаларының нақтыламалары. Енді, кездейсоқ шамаларын модельдеу әдістерінің бірімен, мысалы, кері функция

әдісімен  $r$  және  $\varphi$  нақтыламаларын модельдеп, солар арқылы  $A$  нүктесінің декарт координаттарының нақтыламалары  $x$  пен  $y$ -ті табуға болады:

$$\begin{aligned} x &= r \cos \varphi = \sqrt{-2 \ln z_1} \cos 2\pi z_2; \\ y &= r \sin \varphi = \sqrt{-2 \ln z_1} \sin 2\pi z_2. \end{aligned} \quad (3.4)$$

Қалыпты заңдылығы бар кездейсоқ шаманың нақтыламасын модельдеу үшін (1.18) формулаларының кез келгенін қолдана аламыз, мысалы, олардың біріншісін:

$$x_j = m_x + \sigma_x \sqrt{-2 \ln z_{2j-1}} \cos 2\pi z_{2j}. \quad (3.5)$$

(1.18) формуламен есептеу көп уақытты талап ететіндіктен американ ғалымы Г.Марсалья орайлық координаттар әдісінің келесі алгоритмін ұсынды. Марсалья алгоритмі.

1-қадам.  $j = 1, \quad i = 1$  деп алайық.

2-қадам. Базалық  $\xi$  кездейсоқ шамасының  $z_{2j-1}$  және  $z_{2j}$  нақтыламаларын модельдеу.

3-қадам.  $V_1 = 2z_{2j-1}, V_2 = 2z_{2j} - 1, S = V_1^2 + V_2^2$  және  $j = j + 1$  деп алайық.

4-қадам.  $S \leq 1$  шартын тексерейік. Бұл шарт орындалмаған жағдайда 2-ші қадамға көшу.

5-қадам.  $x_i$  және  $y_i$  нақтыламаларын

$$\begin{aligned} x_i &= m_x + \sigma_x V_1 \sqrt{-\frac{2 \ln S}{S}}, \\ y_i &= m_x + \sigma_x V_2 \sqrt{-\frac{2 \ln S}{S}} \end{aligned} \quad (3.6)$$

формулаларымен есептеу керек.

6-қадам.  $i = i + 1$  болсын.

7-қадам.  $i < n$  шартын тексеру керек, мұнда  $n$ -нақтыламалардың керекті саны. Бұл шарт орындалмаған жағдайда 2-ші қадамға көшу.

8-қадам.  $x_i$  және  $y_i$  сандарын баспалау.

Бір кездейсоқ шамасын модельдеу үшін, бұл алгоритмнің 5-ші қадамында (1.19) формулалардың біреуін ғана пайдалану жеткілікті.

### 3.5.2 Бірқалыпты үлестірім

Қолдану жиілігі қалыпты заңына парапар бірқалыпты үлестірім заңы мына тығыздық функциясымен сипатталады:

$$f(x) = 1/(b-a), \quad x \in [a, b]. \quad (3.7)$$

Математикалық үміті:  $M(\eta) = (a+b)/2$ .

Дисперсия:  $D(\eta) = (a+b)^2/12$ .

Бірқалыпты үлестірімді  $\eta$  кездейсоқ шамасын модельдеу үшін кері функция әдісімен табылған мына формуланы қолдануға болады:

$$x = a + z(b-a)$$

Алгоритмі:

1-қадам.  $j = 1$ .

2-қадам. Базалия  $\xi$  кездейсоқ шаманың  $z$  нақтыламасын табу керек.

3-қадам.  $x_j = a + z_j(b-a)$  деп есептейміз.

4-қадам.  $j = j + 1$  болсын.

5-қадам.  $j > n$  шартын тексере отырып, мұндағы  $n$  - кездейсоқ шама нақтыламасының керекті мөлшері. Бұл шарт орындалмаған жағдайда 2-ші қадамға көшу.

6-қадам. Алынған нақтыламаларды баспалау.

### 3.5.3 Экспоненциалдық үлестірім

Экспоненциалдық үлестірім “пайда болу уақытымен” сипатталатын біраз нақтылы процесстерді бейнелейді. Мысалы, электрон аппараттарының істен шықпай жұмыс істеу ұзақтығы, телефон шылдырының арасындағы уақыт аралығы, немесе ірі жер сілкіністер арасы және т.б.

Экспоненциалдық үлестірімнің тығыздық функциясы:

$$f(x) = \lambda e^{-\lambda x}, \quad x \geq 0. \quad (3.9)$$

Математикалық үміті:  $M(\eta) = m_x = 1/\lambda$ .

Дисперсиясы:  $D\{\eta\} = \sigma_x^2 = 1/\lambda^2$ .

Бұл үлестірімді модельдеу үшін кері функция әдісін қолданамыз:

$$f(x) = \lambda \int_0^{x_j} e^{-\lambda x} dx = 1 - e^{-\lambda x} \Big|_0^{x_j} = z_j \quad (3.10)$$

Демек кері функция

$$x_j = -\frac{1}{\lambda} \ln(1 - z_j) \quad (3.11)$$

тең болады.  $\xi$  мен  $\xi_1 = 1 - \xi$  кездейсоқ шамаларының екеуі де  $[0,1]$  арасында бірқалыпты үлестірілгенін ескере отырып, (1.5) формуланың орнына есептеуге тиімдірек

$$x_j = -\frac{1}{\lambda} \ln z_j \quad (3.12)$$

формуласын келтірейік.

Экспоненциалдық үлестірімді  $\eta$  кездейсоқ шамасын модельдейтін алгоритм келесі қадамдардан тұрады.

1-қадам.  $j = 1$  болсын.

2-қадам. Базалық  $\xi$  кездейсоқ шаманың  $z$  нақтыламаларын табайық.

3-қадам. (3.12) формула бойынша  $\eta$  кездейсоқ шамасының  $x_j$  нақтыламасын есептеу керек және  $j = j + 1$  болсын.

4-қадам. Алгоритмнің аяқталу шартын  $j > n$  тексеріп, ол орындалмаған жағдайда 2-ші қадамға көшу керек.

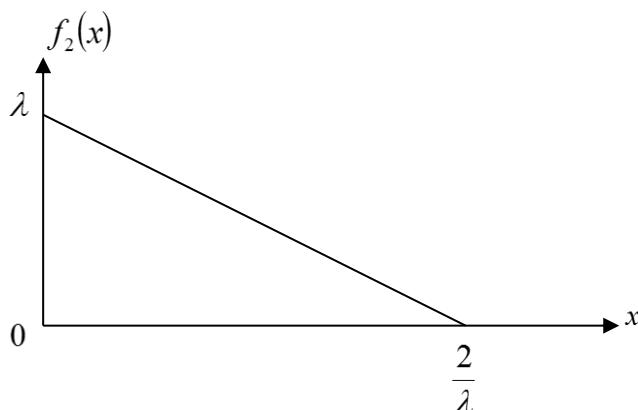
5-қадам.  $\{x_j\}$  баспалау.

### 3.5.4 Сызықтық үлестірім

Сызықтық заңның үлестірім тығыздығы мына формуламен беріледі:



$f(x) = \lambda(1 - \frac{\lambda}{2}x), x \in (0; \frac{2}{\lambda}]$  Бұл кездейсоқ шаманың үлестірім тығыздығының графигі 5-суретте көрсетілген.



Сурет 5.

Математикалық үміті  $M(\eta) = m_x = \frac{2}{3\lambda}$

Дисперсиясы  $D(\eta) = \sigma_x^2 = \frac{2}{9\lambda^2}$

Сызықтық үлестірім нақтыламаларын есептейтін формуланы кері функция әдісімен алуға болады:

$$F(x) = \lambda \int_0^{x_j} \left(1 - \frac{\lambda}{2}x\right) dx = \lambda \left(x_j - \frac{\lambda}{4}x_j^2\right) = z_j, \quad (3.13)$$

Сонда кері функция

$$x_j = \frac{2}{\lambda}(1 - \sqrt{z_j}) \quad (3.14)$$

тең. Осы формулаға негізделген алгоритм бес қадамнан тұрады.

1-қадам.  $j = 1$  болсын.

2-қадам. Базалық  $\xi$  кездейсоқ шаманың  $z_j$  нақтыламасын модельдеу.

3-қадам.  $x_j$ -ді (3.14) формуласымен есептейміз және  $j = j + 1$  деп аламыз.

4-қадам. Модельдеудің аяқталу, яғни  $j > n$  шартын тексеру. Бұл шарт орындалмаған жағдайда 2-ші қадамға қайта оралу қажет.

5-қадам.  $\{x_j\}$  баспалау.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыстың қортындысы құрылған жүйенің көмегімен модельдеуді оған көп уақыт жұмсамай, қолмен есептеулер жасамай-ақ оңай орындауға болатын әдістер мен параметрлерді қолдана отырып модельдеу.

Шағын кәсіпорынның жұмыс жасау процессіндегі толықтай модельдеуді талдап және алгоритмдер мен параметрлерді түсіндірдік. Модельдеу әдістерін пайдалана отырып шағын кәсіпорын өнімдерінің сұранысын болжап және сату функционалдык құрылымын модельдедік.

Модельдеу объектісі ретінде – автожанармай құю станцияларының желісі бойынша модельдеу жүргізілді Автожанармай объектісі бойынша модельдеу жүргізіліп Сол бойынша өнімнің сату функциясының параметрлерін анықтадық

Модельдеу әдістерін және параметрлерді қолдана отырып шағын кәсіпорын өнімдерін сұраныстарын болжап және динамикалық моделін талдадық. Үлестірім кездейсоқ параметрі арқылы модельдеуді жүзеге асырдық. Олар: қалыпты үлестірім, бірқалыпты үлестірім, экспоненциалдық үлестірім, сызықтық үлестірім.

## ӘДЕБИЕТ ТІЗІМІ

1. <https://e-lib.satbayev.university/>
2. Компьютерное моделирование: методы и применения: Д.Н. Шукаев, Н. О. Ергалиева, Ж. Б. Ламашева
3. Гвоздева В.А., Лаврентьева И. Ю. автоматтандырылған ақпараттық жүйелерді құру негіздері: оқулық. -М.: ИД "ФОРУМ": ИНФРА-М, 2007. - 300 б.: ил.- (Кәсіптік білім).

## А қосымшасы

### Программа тексті

```
package com.example.maksymapp.ui.activities

import androidx.appcompat.app.AppCompatActivity
import android.os.Bundle
import androidx.navigation.NavController
import androidx.navigation.fragment.NavHostFragment
import androidx.navigation.ui.setupWithNavController
import com.example.maksymapp.R
import com.example.maksymapp.databinding.ActivityMainBinding
import com.example.maksymapp.utils.Constants
import kotlin.math.pow
import kotlin.math.sqrt
import kotlin.random.Random

class MainActivity : AppCompatActivity() {

    val e:Double = 2.718
    val pi:Double = 3.14

    var var_1:Double = 0.0
    var var_2:Double = 0.0
    var var_3:Double = 0.0
    var y:Double = 0.0
    var x:Double = 0.0

    var first = 0.0
    var second = 0.0
    var third = 0.0

    lateinit var navController: NavController
    lateinit var binding: ActivityMainBinding

    override fun onCreate(savedInstanceState: Bundle?) {
        super.onCreate(savedInstanceState)
        binding = ActivityMainBinding.inflate(layoutInflater)
        setContentView(binding.root)
        initView()
    }
}
```

## А қосымшасының жалғасы

```
private fun initView() {
    Constants.mainActivity = this
    val navHostFragment =
        supportFragmentManager.findFragmentById(R.id.fragmentContainerView)
as NavHostFragment
    navController = navHostFragment.navController
    binding.bottomNavigationView.setupWithNavController(navController)
}

fun calculate_normal (mu:Double, sigma:Double):Double{
val res1 = -1/2 * ((-mu)/sigma).pow(2)
    return 1/(sigma * sqrt(2 * pi)) * e.pow(res1)
}

fun calculate_logarithm_y () {
    y = var_1 + var_2 * var_3
}

fun calculate_logarithm_x () {
    x = e.pow(y)
}

fun calculate_uniform() {
    first = var_1 + (0..9).random () *(var_2 - var_1)
    second = (var_2 + var_1) / 2
    third = (var_2 - var_1).pow(2) / 12
}
}

package com.example.maksymapp.ui.fragments

import android.os.Bundle
import android.util.Log
import androidx.fragment.app.Fragment
import android.view.LayoutInflater
import android.view.View
import android.view.ViewGroup
import android.widget.Toast
import com.example.maksymapp.R
import com.example.maksymapp.databinding.FragmentLogarithm1Binding
import com.example.maksymapp.ui.activities.MainActivity
import com.example.maksymapp.utils.Constants
```

## А қосымшасының жалғасы

```
class Logarithm1Fragment : Fragment() {
    lateinit var binding:FragmentLogarithm1Binding
    lateinit var activity:MainActivity

    override fun onCreateView(
        inflater: LayoutInflater, container: ViewGroup?,
        savedInstanceState: Bundle?
    ): View? {
        binding = FragmentLogarithm1Binding.inflate(inflater)
        return binding.root
    }

    override fun onViewCreated(view: View, savedInstanceState: Bundle?) {
        super.onViewCreated(view, savedInstanceState)
        setListeners()
    }
    private fun setListeners() {
        activity = Constants.mainActivity
        binding.btnNext.setOnClickListener {
            if (binding.editText1.text.isNotEmpty() ) {
                activity.var_3 = binding.editText1.text.toString().toDouble()
                activity.calculate_logarithm_y()

                activityNavController.navigate(R.id.action_logarithm1Fragment_to_logarithm2Fragment)
            } else {
                Toast.makeText(activity, "P—P°PіPsP»PSPëC,Pμ C,,PsCтPjC<",
                    Toast.LENGTH_SHORT).show()
            }
        }
    }
}
```

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Сәтбаев университеті

**Рецензент пікірі**

Дипломдық жұмыс

Орынбасар Мақсым Айдарбекұлы

5B070300 – Ақпараттық жүйелер

Тақырыбы: Шағын кәсіпорын жұмысының имитациялық моделін жасау

Бұл дипломдық жұмыс өзінің логикалық құрылымымен ерекшеленген. Түсіндірме жобаның құрамы кіріспеден, 3 бөлімнен, қорытындыдан, әдебиеттер тізімінен.

Дипломдық жобада имитациялық модельдеудің әдістері мен параметрлері қарастырылған. Дипломдық жобаның мақсаты шағын кәсіпорынның имитациялық моделін көрсету болып табылады.

Менің пікірімше, диплом жобалаушы алдына қойылған тапсырманы толығымен орындады және кейінгі технологияларын меңгергендігін көрсетті.

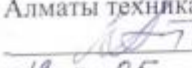
Жалпы дипломдық жоба профессионалдық деңгейде орындалған. Түсіндірме жазба сауатты бейнеленген, жоба бойынша барлық қажетті ақпараттар бар.

Орынбасар Мақсым дипломдық жобаны орындау барысында ізденіс жасап, әдебиеттермен жұмыс істеген. Дипломдық жоба 5B070300 мамандығының бітіру жұмыстарына қойылатын талаптарға сәйкес.

Қорытындылай келе, Орынбасар Мақсымның дипломдық жобасына жақсы деген баға беруге және оның орындаушысына 5B070300 – «Ақпараттық жүйелер» мамандығы бойынша «бакалавр – техник» біліктілігін беруге болады деп есептеймін.

Рецензент

тех. ғыл. кандидаты, "Ақпараттық жүйелер және киберқауіпсіздік" кафедрасының оқытушысы,  
Алматы техника университеті

 Балгабаева Л. Ш.  
«19» 05 2022 ж.



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Сәтбаев университеті

**Ғылыми жетекшінің пікірі**

Дипломдық жұмыс

Орынбасар Мақсым Айдарбекұлы

5B070300 – Ақпараттық жүйелер

Тақырыбы: Шағын кәсіпорын жұмысының имитациялық моделін жасау

Бұл дипломдық жұмыс өзінің логикалық құрылымымен ерекшеленген. Түсіндірме жобаның құрамы кіріспеден, 3 бөлімнен, қорытындыдан, әдебиеттер тізімінен

Дипломдық жобада имитациялық модельдеудің әдістері мен параметрлері қарастырылған. Дипломдық жобаның мақсаты шағын кәсіпорынның имитациялық моделін көрсету болып табылады.

Менің пікірімше, диплом жобалаушы алдына қойылған тапсырманы толығымен орындады және кейінгі технологияларын меңгергендігін көрсетті.

Жалпы дипломдық жоба профессионалдық деңгейде орындалған. Түсіндірме жазба сауатты бейнеленген, жоба бойынша барлық қажетті ақпараттар бар.

Кемшілік ретінде кейбір шағын стилистикалық қателерді атап кетуге болады.

Жоғарыда айтылғандарға байланысты, дипломдық жұмыс 5B070300 – «Ақпараттық жүйелер» мамандығының бітіру жұмыстарына қойылатын талаптарына сәйкес және дипломдық жұмыс қорғауға жіберіле алады, ал оның авторы Орынбасар Мақсым Айдарбекұлы бакалавр академиялық дәрежесін алуға лайықты деп есептеймін.

Ғылыми жетекші

тех.ғыл.докторы,  
профессор  
«17» \_\_05\_\_ 2022ж.



Шукаев Д. Н.



**Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті  
директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы**

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагияттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

**Автор: Орыбасар Максым Айдарбекұлы**

**Тақырыбы: Шағын кәсіпорып жұмысының имитациялық моделін жасау**

**Жетекшісі: Шукаев Д. Н.**

**1-ұқсастық коэффициенті (30): 0,00**

**2-ұқсастық коэффициенті (5): 0,00**

**Өріптерді ауыстыру: 3**

**Аралықтар: 0**

**Шағын кеністіктер: 0**

**Ақ белгілер: 0**

**Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :**


Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілсін.

Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

**Негіздеме:**

Күні:

КАӨЖС кафедрасы меңгерушісі  
т.ғ.к. доктор, ассоц. профессор  
 Р.Ж.Сатыбалдиева

