

Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министрлігі

А. Байтұрсынов атындағы Қостанай өңірлік университеті

Ақпараттық жүйелер кафедрасы

А.А. Кузенбаева

Компьютермен моделдеу негіздері

Оқу – әдістемелік құрал

Қостанай, 2021

УДК 004.4
ББК 32.973.26-018.2

Авторы:

Кузенбаева Айжан Айдархановна, ақпараттық жүйелер кафедрасының аға оқытушысы, А.Айтмұхамбетов атындағы инженерлік және техникалық институты, А.Байтұрсынов атындағы ҚӨУ

Пікір берушілер:

Жунусов Куат Муратович, экономика ғылымдарының кандидаты, Қостанай инженерлік экономикалық университетінің ақпараттық технологиялар және автоматика кафедрасының доценті

Абатов Нурлыбай Тулепбергенович, ф.-м.ғ.к., ақпараттық жүйелер кафедрасының профессоры, А.Айтмұхамбетов атындағы инженерлік және техникалық институты, А.Байтұрсынов атындағы ҚӨУ

Байманкулов Абдикарим Тунғышбаевич, ф.-м.ғ.д., ақпараттық жүйелер кафедрасының профессоры, А.Айтмұхамбетов атындағы инженерлік және техникалық институты, А.Байтұрсынов атындағы ҚӨУ

Кузенбаева А.А.

К 82 Компьютермен моделдеу негіздері. Оқу – әдістемелік құрал / Кузенбаева А.А. Қостанай: А.Байтұрсынов атындағы ҚӨУ, 2021. - 71 бет.

Оқу – әдістемелік құралында «Компьютермен моделдеу негіздері» пәнінің оқу бағдарламасына сәйкес, ақпараттық жүйелерді жобалау, зерттеу және қолдану кезінде компьютерлік моделдеу әдістерін қолдануға арналған тақырыптар бойынша қысқаша теориялық анықтамалар, тәжірибелік жаттығулар және студенттердің білім деңгейін тексеруге арналған тапсырмалары берілген.

Бұл оқу – әдістемелік құралы техникалық бағытта оқитын студенттерге, сонымен қатар жоғары оқу орны оқытушыларына арналған.

ББК 32.973. 26 –018.2
К 82

А. Байтұрсынов атындағы Қостанай өңірлік университетінің Оқу – әдістемелік кеңесімен бекітілген, хаттама №

ISBN 978-601-356-035-9

Мазмұны

Кіріспе.....	4
ДӘРИС ТЕЗИСТЕРІ.....	5
1 тақырып. Моделдеу. Моделдеу классификациясы. Компьютерлік моделдеудің негізгі ұғымдары.....	5
2 тақырып. Монте – Карло әдісі.....	13
3 тақырып. Кездейсоқ оқиғаларды моделдеу.....	17
4 тақырып. Үздіксіз кездейсоқ шамаларды моделдеу.....	21
5 тақырып. Кездейсоқ процестер мен оқиға ағымын моделдеу.....	26
6 тақырып. Көпшілікке қызмет көрсету жүйелерін моделдеу.....	32
ЗЕРТХАНАЛЫҚ ПРАКТИКУМ.....	35
№1 зертханалық жұмыс. Кездейсоқ сандарды моделдеудің алгоритмдерін өңдеу.....	35
№2 зертханалық жұмыс. Математикалық моделдеу алгоритмдері.....	37
№3 зертханалық жұмыс. Кездейсоқ санның, өлшемнің генераторлары. Монте-карло әдісі.....	40
№4 зертханалық жұмыс. Имитациялық экспериментті жоспарлаудың алгоритмдері.....	44
№5 зертханалық жұмыс. Көпшілікке қызмет көрсету жүйелерінің моделдеу алгоритмдерін өңдеу. Бас тартулармен бір каналды жүйе.....	49
№6 зертханалық жұмыс. Көпшілікке қызмет көрсету жүйелерінің моделдеу алгоритмдерін өңдеу. Бас тартулармен көп каналды жүйе.....	52
Тест тапсырмалары.....	56
Қолданылған әдебиеттер тізімі.....	71

КІРІСПЕ

«Компьютермен моделдеу негіздері» пәнінен оқу- әдістемелік құралы 6B06102/5B070300 - Ақпараттық жүйелер мамандығының студенттеріне арналған.

«Компьютермен моделдеу негіздері» пәнінің мақсаты - ЭЕМ-де әр – түрлі есептердің моделдеу технологиясы мен әдістерін зерттеу.

Бұл пәнді оқу нәтижесінде студенттер моделді өңдеудің негізгі принциптерін, олардың классификацияларын, ұқсас моделдерді құру әдістерін білуі керек, сонымен қатар моделдеу технологиясы мен әдістерін, жабдықталған жүйелерді талдау, жобалау туралы жалпы түсінік беріп және компьютерлік моделдеуді практика жүзінде қолдануды үйренеді.

Оқу – әдістемелік құралында «Компьютермен моделдеу негіздері» пәнінің оқу бағдарламасына сәйкес, ақпараттық жүйелерді жобалау, зерттеу және қолдану кезінде компьютерлік моделдеу әдістерін қолдануға арналған тақырыптар бойынша қысқаша теориялық анықтамалар, тәжірибелік жаттығулар және студенттердің білім деңгейін тексеруге арналған тапсырмалары берілген.

«Компьютермен моделдеу негіздері» ақпараттық жүйелер мен математика облысында маманның негізгі кәсіби дамуына көмектеседі.

ДӘРИС ТЕЗИСТЕРІ

1 тақырып. Моделдеу. Моделдеу классификациясы. Компьютерлік моделдеудің негізгі ұғымдары

Жоспар:

1. Модель және моделдеу түсінігі
2. Моделдеу классификациясы
3. Компьютерлік моделдеу

1. Модель және моделдеу түсінігі

Модель ұғымын қарастырудан бастайық.

Табиғат заңдарының әмбебаптығы, моделдеудің жалпылығы, және біздің білімдерімізді модель түрінде бейнелеудің мүмкіндіктері сәйкессіз. Мысалы ертедегі философтар табиғи процессті моделдеу мүмкін емес, табиғи және жасанды процестер түрлі заңдылықтарға бағынады деп санады. Олар табиғатты тек қана логиканың, талқылау әдістерінің, пікір алмасулардың, яғни замандық терминологияның, тілдік моделдеудің көмегімен бейнелеуге болады деп жобалады. Ұзақ уақыттар бойына «модель» түсінігі арнайы типтегі материалдық объектілерге ғана, мысалы манекен (адам денесінің моделі), плотинаның кішірейтілген гидродинамикалық моделі, кемелер мен самолеттердің, жануарлардың моделдері ретінде қалыптасты. Уақыт өте келе объектілерді жасанды сызбалардың, суреттердің, карталардың моделдік ерекшеліктері арқылы сипаттала бастады. Келесі қадамда модель ретінде нақты объект ғана емес абстрактылы, идеялық құрылымдардың да жұмыс істеу мүмкіндіктері белгілі болды. Мұның мысалы математикалық моделдер бола алады. Математика негіздерін зерттеумен айналысатын математиктер мен философтардың еңбектерінің нәтижесінде моделдер теориясы жасалды. Онда модель бір абстрактылы математикалық құрылымның басқасына бейнелену, түрлендіру нәтижесі болып анықталады.

XX ғасырда модель түсінігі нақты және идеялық моделдерді қатар қамтитындай болып жалпыланды. Сондықтан, абстрактылы модель түсінігі математикалық моделдер шеңберінен шығып, әлем туралы білімдер мен танымдардың барлығына қатысты болды. Модель түсінігінің айналасындағы кең талқылыудың қазіргі кезде жалғасып отырғандығын естен шығармау қажет. Бастапқыда ақпараттық, кибернетикалық бағыттардағы ғылыми пәндер аясында, содан соң ғылымның басқа да салаларында түрлі тәсілдермен іске асырылатын модель ретінде танылды. Негізінде модель білімнің мәнін нақтылау тәсілі ретінде қарастырылады.

Модель (Model, simulator) – 1) қасиеттері белгілі бір мағынадағы жүйенің немесе процесстің қасиеттеріне ұқсас объектілер немесе процестер

жүйесі; 2) сериялы бұйымдарды жаппай өндіруге арналған үлгі, эталон; кез-келген бір объекті жұмысы, мыс., процессордың жұмыс істеуін моделдейтін программа немесе құрылғы. Ол материалдық объект түрінде, математикалық байланыстар жүйесі ретінде немесе құрылымды имитациялайтын программа күйінде құрастырылады да, қарастырылатын объектінің жұмыс істеуін зерттеу үшін қолданылады. Модельге қойылатын негізгі талап – оның қасиеттерінің негізгі объектіге сәйкес келуі, яғни барабарлығы.

Моделдеу (моделирование; simulation) – кез-келген құбылыстардың, процестердің немесе объект жүйелерінің қасиеттері мен сипаттамаларын зерттеу үшін олардың үлгісін құру (жасау) және талдау; бар немесе жаңадан құрастырылған объектілердің сипатын анықтау немесе айқындау үшін олардың аналогтарында (моделдеріне) объектілердің әр түрлі табиғатын зерттеу әдісі. Модель төрт деңгейде түпнұсқаның гносеологиялық орынбасары бола алады: 1-элементтер деңгейінде, 2-құрылым деңгейінде, 3-калып-күй немесе қызметтік деңгейінде, 4-нәтижелер деңгейінде.

«*Модель*» түсінігі кибернетикада бақыланатын объектілер класын сипаттайтын теорияның моделін белгілеуде жиі қолданылады. Демек, кибернетикада берілген нақты объектінің моделі осы объект туралы теорияның моделі болып табылады.

«*Модель*» термині көп мағыналы. Модель деп қандай да бір заттың кішірейтілген көшірмесін (самолет моделі, тұрғын үйлер макеті), математикалық формулалары, бұрыштан горизонтқа лақтырылған дененің ұшу моделін, іштен жану двигателі жұмысының моделін, бұйымдарды жинау моделін, құрамы бойынша сөйлем талдау моделін, қандай да бір нәрсенің эталонын (метр эталоны, килограмм эталоны) айтамыз.

Жалпы түрдегі «*модель*» түсінігі төмендегідей негізде анықталады. *Модель* – моделдеу мақсаты тұрғысынан оқып үйренетін объектінің/құбылыстың кейбір жақтарын ұқсастырып бейнелейтін жаңа объект.

Модель – объектінің нақты жұмыс істеуіне сәйкестетнетін анықталған параметрлер бойынша жұмыс істейтін физикалық/ақпараттық алмастырушысы.

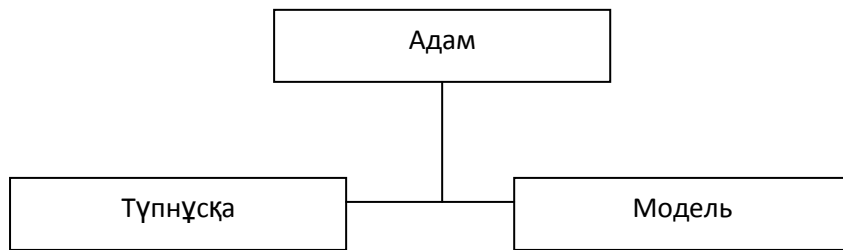
Модульдеудегі ең бастысы моделдеуші объекті мен оның моделі арасындағы өзара ұқсас қатысы болып табылады.

Барлық моделдердің көпбейнелілігі негізінен үш топқа бөлінеді:

- *Материалдық (табиғи)* моделдеуші объектінің сыртқы түрін, құрылымын (кристал торлардың моделдері, глобус), жағдайын (самолеттің радиобасқаралымды моделі) бейнелейтін кішірейтілген/ұлғайтылған көшірмелері;
- *Бейнелеуші моделдер* (геометриялық нүктелер, математикалық маятник, идеал газ, шексіздік);

- *Ақпараттық моделдер* – моделденуші объектінің ақпаратты кодтау тілдерінің бірінде жазылған сипаттамасы (сөздік сипаттау, схемалар, сызбалар, картиналар, ғылыми формулалар, бағдарламалар).

Моделдер ролінде қандай объект болса да, моделдеу объектіні зерттеу арқылы нақты объектінің өгеру процесін бақылап оның қасиеттері туралы ақпаратты жіберу болып табылады. Осы процес моделдеу деп аталады. Орны алмасушы объекті түпнұсқа деп ал, орнын басушы – модель деп атайды (1 сурет).



1 сурет – Модель түсінігін білдіретін сызба

Моделдеуші (модель субъектісі) тек адам бола алады. Моделдеу объектісі *табиғи* (өсімдік, күн системасы) және адамның ықпалымен құрылып *жасанды* болуы мүмкін.

Сонымен, моделдеу – бұл:

- Нақты бар объектілердің (заттар, құбылыстар, процестер) моделдерін құру;
- Нақты объектіні қолайлы көшірмемен алмастыру;
- Таным объектілерін моделдері арқылы зерттеу.

Моделдеу кез-келген мақсатқа бағытталған қызметтің ажырамас бөлігі.
Моделдеу - танымның негізгі әдістерінің бірі.

Нақты қызметтердегі объект моделдері төмендегі жағдайларға пайдаланылады:

- Материалдық заттарды бейнелеу;
- Белгілі фактілерді түсіндіру;
- Болжамдар құру;
- Зерттелінетін объект туралы жаңа білімдер алу;
- Болжау;
- Басқару және т.с.с.

2. Моделдеу классификациясы

Барлық моделдердің көпбейнелілігі негізінен үш топқа бөлінеді:

- *материалдық (табиғи)* моделдеуші объектінің сыртқы түрін, құрылымын (кристал торлардың моделдері, глобус), жағдайын (самолеттің радио басқарылымды моделі) бейнелейтін кішірейтілген/ ұлғайтылған көшірмелері;

- *бейнеленуші моделдер* (геометриялық нүктелер, математикалық маятник, идеал газ, шексіздік);

- *ақпараттық моделдер* – моделденуші объектінің ақпаратты кодтау тілдерінің бірінде жазылған сипаттамасы (сөздік сипаттау, схемалар, сызбалар, картиналар, суреттер, ғылыми формулалар, бағдар-ламалар). Информатика курсына негізінен ақпараттық моделдер қарастырылады.

Ақпараттық модель (Информационная модель; information model)

1) басқару жүйесінде – автоматтандырылған өңдеуге жататын ақпарат айналымының процесін параметрлік ұсыну;

2) мәліметтер базасында - тұтастық шектеулер жиынтығы; мәліметтер құрылымын тудыратын ережелердің, олармен жүргізілетін операциялардың, сондай-ақ рұқсат етілетін байланыстар мен мәліметтердің мәнін, олардың өзгерістерінің тізбегін анықтайды; мәліметтер мен олардың арасындағы қатынастарды математикалық және программалық тәсілдермен ұсыну; ақпараттық құрылымдар мен олармен жүргізілетін операцияларды формалдық баяндау .

Ақпараттық моделдердің басқа да ақпарат түрлері сияқты өзіндік тасымалдаушысы болуы керек. Олар қағаз, сынып тақтасы, қабырға – яғни, бірнәрсе жазуға, бейнелеуге болатындай кез-келген бет болуы мүмкін. Бұл тасымалдаушыларда моделдер түрлі “физикалық” тәсілдермен: қалам, бор, бояу, диапроекторлық жарық бейнесі көмегімен жазылады. Біздер жалпы жағдайда ақпараттық модель түсінігінің аясында берілетін мазмұнда түсінеміз. Мысалы, квадраттық теңдеу формуласы қалай және қайда жазылғандығына қарамастан квадраттық теңдеу формуласы болып қала береді.

Қолданылу аймағына қарай модель не үшін және қандай мақсатқа қолданылады деген сұраққа жауап беру масатында: оқу, тәжірибелік, ғылыми-техникалық, ойын, имитациялық тәрізді топтарға жіктеледі.

Оқу моделі - көрнекі оқу құралы, әр түрлі машықтандырушы, үйретуші, программалар түрінде болуы да мүмкін.

Тәжірибелік модель- жобалау объектісінің кішірейтілген немесе өте майда объектілер үшін олардың үлкейтілген көшірмесі болып табылады. Бұл моделдер- объектіні зерттеу, қасиеттерін болжау, зерттеу мақсатында қолданылады. Мысалы, үлкен теңіз кемесінің моделін алдын ала бассейнге жіберіп, оның тез қозғалған кездегі ауытқуын, шайқау кезіндегі ұстамдылығын анықтайды т.б.

Ғылыми-техникалық моделдер - процестер мен құбылыстарды зерттеу мақсатында құрылады. Оған мысал ретінде электрондардың жылдамдығын үдеткіш- синхротрон, найзағайдың разрядын бақылаушы құрал және теледидар тексеру арналған стендтерді айтуға болады.

Ойын моделдеріне - әскери, экономикалық, спорттық ойындар жатады. Бұл моделдер әр түрлі жағдайда объектіні бақылауға жаттықтырады. Сондай-ақ қарсыласы немесе одақтасы тарапынан болатын іс-әрекетке қарай алдын алу шараларын анықтауға көмектеседі. Ойын моделдері адамдарға әр түрлі жағдайларда психологиялық көмек көрсетеді.

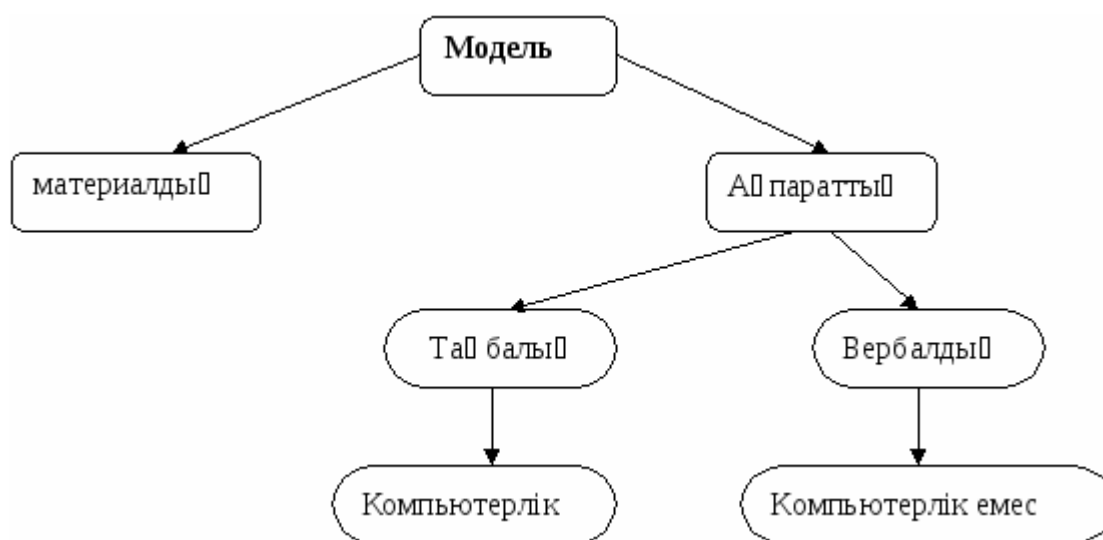
Имитациялық модель- шын мәніндегі нақты объектіні өте жоғары дәлдікпен бейнелеп алады. Тәжірибе нақты объектіні зерттеу, бағалау мақсатында бірнеше рет қайталанатын немесе бір мезгілде әр түрлі жағдайда бірнеше ұқсас объектілермен қатар жүргізеді. Дұрыс шешім таңдаудың мұндай тәсілі байқау және қатенің әдісі деп аталады. Мысалы, жаңа дәрілердің әсері мен қабылдау мөлшерін бекіту үшін оны алдымен тышқандарға беріп, тәжірибе жасайды.

Моделді уақыт факторына байланысты *динамикалық* және *статистикалық* деп екі топқа жіктеуге болады.

Статистикалық модель деп-объект жөнінде алынған ақпараттың белгілі бір уақыт бөлігіндегі үзіндісін айтуға болады. Мысалы, тіс емханасында дәл сол уақыт мезетіндегі оқушылардың тістерінің жағдайы туралы мәлімет береді: бастауыш сыныптағылардың сүт тісі, орта және жоғары буын оқушыларының емделген, емделуге тиісті тістердің саны т.б.

Динамикалық модель- уақыт барысындағы объектінің қасиеттерінің өзгерісін көрсету мүмкіндігін береді. Мысалы, жеке оқушының емханадағы түбіртек кітапшасын динамикалық модель деп айтуға болады. Өйткені, осы кітапша бойынша жыл сайын олардың денсаулығындағы болып жатқан өзгерістерді анықтау мүмкіндігі бар.

Модель көрсетілу әдісіне қарай материалдық және ақпараттық болып үлкен екі топқа жіктеледі (2 сурет):



2 сурет – Модель классификациясы

Материалдық моделді басқа сөзбен заттық немесе физикалық деп айтуға да болады. Олар түпнұсқаның геометриялық және физикалық

қасиеттерін көрсетеді. Материалдық моделдердің қарапайым мысалдарына балалар ойыншықтарын алуға болады. Ойыншықтар көмегімен кішкене кезінен бала қоршаған орта жөнінде түсінік ала бастайды. Мысалы, кішкене жұмсақ жолбарыс ойыншығымен ойнаған бала, зоопаркте оны бірден таниды. Сондай-ақ материалдық модельге биология кабинетіндегі құстар сұлбасы, тарих және география пәніндегі пайдаланылатын карталар, күн жүйесіндегі планеталардың схемалары, жер серігінің макетері т.б. мысал бола алады. Мектептегі оқу құралымен бірге физикалық және химиялық тәжірибелер де материалдық модель болады. Бұл тәжірибелер процестерді моделдейді. Сутегі мен оттегінің арасындағы реакцияны көрсету тәжірибесі арқылы поцесті бақылай аламыз. Материалдық модель объектіні, процесті, құбылысты материалдық жағынан зерттеуге мүмкіндік береді.

Ақпараттық моделді қолмен ұстап, көзбен көре алмаймыз. Себебі, олар тек ақпараттарға ғана құрылады. Мұндай моделдер қоршаған ортаны ақпараттық жағынан зерттеуге мүмкіндік береді.

Ақпараттық модель дегеніміз- объектінің, процестің, құбылыстың қасиеттері мен күйін сипаттайтын ақпарат жиынтығы және сыртқы әлеммен өзара байланыс болып табылады.

Объектіні немесе процесті сипаттайтын ақпарат әр түрлі көлемде, көрсету тәсілі түрліше және әр түрлі құралдармен берілу мүмкін. Әр адамның мүмкіндігі мен қиялы әр қилы болғандықтан алуан түрлілікке қойылар шек жоқ.

Ақпараттық модельге вербальдық (ағылшын тілінен аударғанда ауызша) модель жатады. Бұл модель ойлау мен оның оның қорытындысы нәтижесінде алынады. Вербальдық модель ойда қалуы немесе сөзбен жеткізілуі мүмкін.

Вербальдық модель дегеніміз-ойша немесе әңгіме түрінде жасалған ақпараттық модель.

Таңбалық модель деп арнайы таңбалармен, яғни кез келген жасанды тіл құралдарымен көрсетілген ақпараттық моделді айтады.

Таңбалық моделдерге сурет, мәтін, график, схемалар мысал бола алады. Вербальдық және таңбалық моделдер бір-бірімен өте тығыз байланысты. Адамның ойындағы вербальдық модель әр түрлі таңба арқылы көрсетілуі мүмкін. Керісінше, таңбалық модель арқылы шын мәніндегі моделді жинақтап, ойша оның дұрыс модельін құруға болады.

Мысалы, өзіміз білетін аңызда Ньютонның басына құлап түскен алма оған Жердің тартылыс күші жөнінде ой салды. Осыой заңды таңбалар арқылы қорытып жазуға мүмкіндік берді.

Физикалық құбылыстың болу заңдылығын түсіндіретін мәтінді оқыған соң, адамда ойша оның бейнесі жинақталады. Осылайша бейне нақты құбылысты тануға әсерін тигізеді.

Көрсету түріне қарай ақпараттық моделді мынадай топтарға жіктеуге болады:

Геометриялық модель- графикалық пішіндер мен көлемді конструкциялар.

Ауызша модель –иллюстрацияны пайдаланып, ауызша және жазбаша сипаттаулар.

Математикалық моделдер – процесстің немесе объектінің әр түрлі параметрлерін бейнелейтін математикалы формулалармен қатынастар.

Құрылымдық моделдер-схема, графиктер мен кестелер т.б.

Логикалық модель- ой қорытындысы мен шарттарды талдау негізінде алынған іс-әрекеттерді таңдаудың әр түрлі нұсқалары көрсетілген моделдер.

Математикалық модель-объект немесе процесстің әр түрлі параметрлерінің байланысын көрсететін математикалық формулалар.

Құрылымдық модель –ақпаратың объектілік моделдік құрылым түрінде көрініс алуы.

Логикалық моделдер -әр түрлі шарттарды талдау негізінде шешім қабылданатын моделдер.

3. Компьютерлік моделдеу

Компьютерлік және компьютерлік емес моделдер.

Әр түрлі моделдерді тарату үшін әр түрлі аспаптар қолданылады. Моделдерді сипаттау үшін көптеген форалды тілдер бар.

Материалдық модель құру үшін суретші қылқаламы, фотоаппарат, ара, балға, сызғыш, т.б. құралдар жеткілікті.

Егер модель абстракты түрде бейнеленсе, оларды сипаттауға мүмкіндік беретін арнайы тіл, сызба, график, алгоритм, математикалық формулалар т.б. таңбалық жүйелер қолданылады. Ал оларды тарату екі түрлі құрал арқылы іске асырылады. Бірі- кәдімгі аспаптар, ал екіншісі-кәдімгі компьютер болып табылады.

Тарату тәсіліне қарай моделдер *компьютерлік және компьютерлік емес моделдер* болып бөлінеді.

Компьютерлік моделдер деп программалық орта көмегімен іске асатын моделдерді айтамыз. Компьютердің ақпаратпен жұмыс істейтіні белгілі. Қазіргі кезде компьютерлер дыбыстық, бейне, анимация, мәтін, схема, кесте т.б. ақпаратпен жұмыс істей алады. Осы ақпараттарды өңдеу, тарату, қабылдау үшін компьютердің техникалық және программалық жасауы болуы тиіс. Техникалық және программалық жасауы компьютерлік моделдеудің құралдары болып табылады.

Мысалы, дыбыстық ақпараттармен жұмыс істеу үшін міндетті түрде дыбыстық карта және арнайы программалық жасауы болуы қажет. Композитор арнайы музыкалық редактормен жұмыс істей отырып, ноталық мәтінді теріп, оны басуға шығарып, өңдеу жасай алады т.б. Сондай-ақ сазгер әр түрлі аспапқа арнап жазған нотаның дыбыстық моделін жекелей немесе ансамбльде тыңдай алады. Компьютерлік моделдің цифрлық дыбысы шын мәніндегі аспаптардың тембрінен еш айырмашылғы жоқ деуге болады.

Компьютер әншінің дауысын әуенін дыбыстық моделімен сәйкестендіре алады, сондай-ақ әр түрлі биіктік пен тембрдегі (тенор, бас т.б.) дауыстарды моделдеу мүмкіндігі бар. Берілген ырғақ, екпінге, музыкалық стильге т.б. сәйкес композиция құруға мүмкіндік беретін арнайы программалар бар.

Геометриялық фигураларды графикалық редакторлардың көмегімен моделдеу мүмкіндігі бар. Графикалық редактордың көмегімен жазықты, көлемді, фигураларды моделдеуге болады.

Қазіргі кезде әр түрлі компьютерлік таңбалық моделдерді құруға мүмкіндік беретін мәтіндік редактор, формула редакторы, электрондық кесте, дерек базасын басқару жүйелері, программалау орталары т.б. бар.

Компьютерлік моделдеу технологиясында келесі негізгі ұғымдарды ерекшелеуге болады:

Модель - жасанды жасалған объекті, нақты объекті - түпнұсқасын айқын түрде көрсетеді.

Компьютерлік модель - модель жүйесі туралы компьютерлік құралдарымен ұсынуы.

Жеке элементтердің қасиеттерінен өзгеше қасиеті бар өзара байланысқан элементтерді – *жүйе* деп атайды.

Элемент - моделдеу мақсаттарына арналған маңызды қасиеттері бар объекті. Компьютерлік моделде элемент қасиеттері элемент мөлшерлермен – мінездемелерімен беріледі.

Элементтер арқасындағы *байланыс* мөлшерлер және алгоритмдер арқылы сонымен қатар есептеуіш формулалардың арқылы сипатталады.

Жүйенің күй-жағдайы элементтер арасындағы байланысты және компьютерлік моделдің элементтерінің мінездеме топтарымен көрсетіледі. Берілгендердің құрылымын сипаттайтын күй – жағдай нақтылы күй-жағдайға тәуелді болмайды және күй-жағдайлардың ауысуында өзгермейді тек қана мінездемелердің мағынасы ғана өзгереді.

Бақылау сұрақтары:

1. Модель дегеніміз не?
2. Моделдеу дегеніміз не?
3. Моделдеудің қандай түрлері болады? Қысқаша мінездеме беріңіз.
4. Компьютерлік моделдеу дегеніміз не?
5. Компьютерлік моделдеудің негізгі ұғымдарын атаңыздар. Әрбір ұғымға анықтама беріңіз.

2 тақырып. Монте – Карло әдісі

Жоспар:

1. Монте – Карло әдісі
2. Жүйелердің кездейсоқ параметрлерімен зерттеуіндегі Монте - Карло әдісі

1. Монте – Карло әдісі

Монте Карло әдісі – бұл ықтимал жүйелерінің (экономикалық, техникалық және тағы да басқа) ішкі қарым – қатынастары толық мәнде белгісіз болған жағдайда, тәртіптерін зерттеу тәсілі болып табылады.

Бұл әдіс зерттеп жатқан физикалық процестің математикалық моделін ықтималдықтың көмегімен және осы процестің есептеу мінездемесін ұдайы өндіруге негізделген. Сондай бір жүйенің жұмыс жасау туындысы орындау немесе байқау деп аталады. Орындаудың кездейсоқ нәтижелерін сипаттайтын параметрлердің жиынтығын әр байқаудан кейін тіркейді.

Монте - Карло әдісі туралы бірінші мағұлматтар 40 – шы жылдардың аяғында жазылымға түскен. Модельнің авторы американдық математик Дж Нейман және С. Улям. Біздің елімізде жазылымға 1955 – 1956 жылдары В.В Чавчанидзе, Ю.А. Шрейдер және В.С Владимиров атты авторлар түсірді.

Монте – Карло әдісінің негізі - үлкен сандар заңы болады. Ықтималдылық теориясындағы «үлкен сандар заңы» әртүрлі жағдайда орташа мағынаның үлкен санының кейбір тұрақты шамасы болып есептеледі.

Кез келген есепті Монте - Карло әдісімен шығару келесі қадамдардан тұрады:

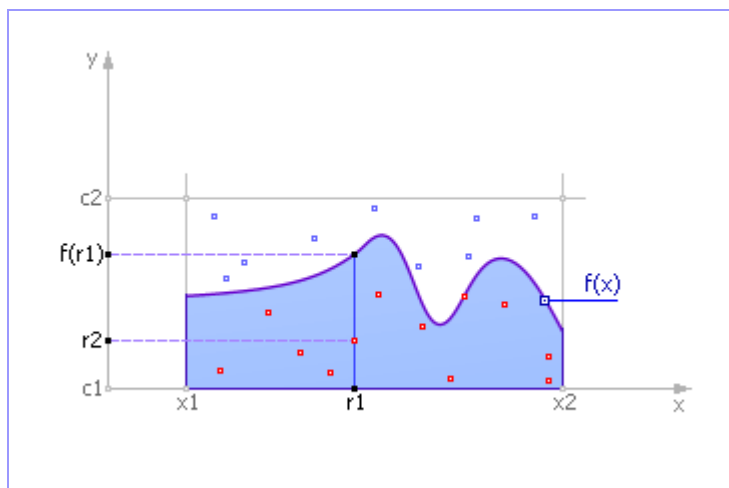
- құрылымдық схеманы құру және өңдеу процесінен негізгі қарымқатынасын анықтау;
- процестің формалды бейнелеуі;
- кездейсоқ жағдайларды функционалды түрде моделдеу (кездейсоқ жағдай, кездейсоқ мөлшер, кездейсоқ функция);
- жүйенің функционалды моделденуі (алдыңғы этаптан алынған берілгендер бойынша) – бұл құрылған құрамға сәйкес формалды суреттеу процесі;
- моделдеу нәтижелерін қорланудыру, талдауда және жалпылауда олардың статистикасын зерттеу.

Аналитикалық тәсілмен шығара алмайтын есепті қарастырайық, ол үшін интегралды есептеу мысалында Монте - Карло әдісін қарастырайық.

1 есеп. Интегралды табу:

$$y = \int_{x_1}^{x_2} f(x) dx$$

1 суретте $f(x)$ функциясының графигі көрсетілген. Осы функцияның интегралын табу, графигтің ауданын тапқанын білдіреді (3 сурет).



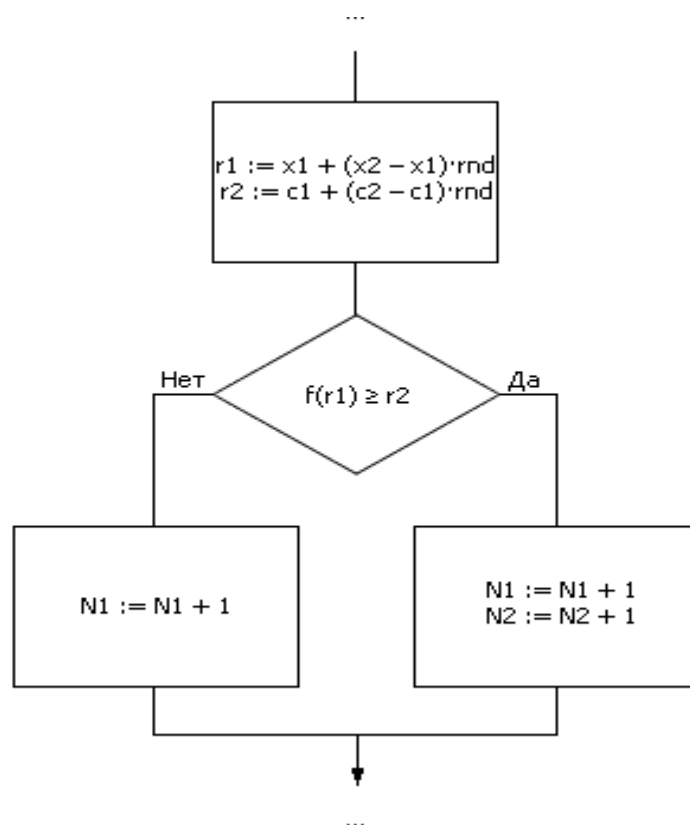
3 сурет - Монте – Карло әдісімен интегралдың мәнін анықтау

Қисыққа үстіңгі жағынан, оң жағынан және сол жағынан шектеу қоямыз. Кездейсоқ жағдайда, тікбұрыштың ішінде іздеу нүктелерін орналастырамыз. Байқауларға арналған нүктелерді N_1 саны арқылы белгілейміз, (яғни тікбұрыштың ішіндегі нүктелер (3 – ші суретте қызыл және көк түспен белгіленген), N_2 — арқылы қисық нүктелердің санын белгілейміз, яғни боялған функцияның астындағы нүктелер (бұл нүктелер 1 – ші суретте қызыл түспен белгіленген). Қисықтың ішіндегі нүктелердің жалпы санына, төртбұрыштың ішіндегі нүктелердің барлық саны, пайдаланылған төртбұрыштың ауданы пропорционалды.

Математикалық түрде оны келесідей көрсетуге болады:

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{y}{(x_2 - x_1)(c_2 - c_1)}$$

Монте - Карло әдісінің қолданулуы, алгоритмдік блок – схема түрінде 4 – ші суретте көрсетілгендей болады.



4 сурет- Монте- Карло әдісін жүзере асыру алгоритмінің бөлігі

4 – ші суреттегі r_1 мен r_2 мағыналары ($x_1; x_2$) және ($c_1; c_2$) интервалындағы біркелкі таратылған кездейсоқ шамалар болып табылады.

Әдісті қолданудың проблемасы сұрыптау көлеміне байланысты болады, яғни есептің нақты жауабын шығару үшін нүктелердің сандары дәлірек болу қажет. Есептің нақтылығын 10 есеге көбейту үшін оның ауданын 100 есеге үлкейтуіміз қажет, яғни нақтылық сұрыптаудың көлемі квадраттың түбіріне пропорционал екендігін көреміз:

$$\text{точность} \cong \sqrt{\text{объем выборки}}$$

2. Жүйелердің кездейсоқ параметрлерімен зерттеуіндегі Монте - Карло әдісі

Кездейсоқ параметрлер жүйесінің моделдеуін құрып, оның кіруіне кездейсоқ сандардың генераторынан (КСГ) сигналдар келіп түседі деп алайық. КСГ $[0; 1]$ аралықтан r_{pp} кездейсоқ сандарын біркелкі тарату үшін жасалған. Оқиғалардың түсу ықтималдығы әр түрлі болатындықтан, генератордан кездейсоқ сандарды біркелкі таратуы кездейсоқ сандарды түрлендіру заңдылығына (КСТЗ) байланысты болып, пайдаланушымен берілген ықтималдықты тарату заңдылығына түрлендіреді. Мысалы, нормалы немесе экспоненциалды заңға түрлендірілуі. Бұл x өзгертілген кездейсоқ санының моделінің көрсетілуіне байланысты. Модель кіріс сигналы x – ты

$y = \varphi(x)$ заңы арқылы көрсетеді. Сонда y кіріс сигналы пайда болады. Ол да кездейсоқ шама болып табылады.

Статистика қорының блогында сүзгілер және есептеуіштер (счетчик) орнатылған. Сүзгі (кейбір логикалық шарт) y мағынасы бойынша анықталады, тәжірибеде кейбір оқиғалардың орындалатынын ($f = 1$, шарт орындалады) немесе орындалмайтынын ($f = 0$, шарт орындалмайды) көрсетеді. Егер оқиға іске асса, онда есептеуіш (счетчик) мәні бір мәнге көбейеді. Егер де біз бірнеше әр түрлі оқиғаларды бақылайтын болсақ, онда статистикалық моделдеуге бірнеше N_i сүзгілері мен есептеуіштері керек. Тәжірибелер саны N , олар әрдайым жүргізіліп отырады.

N_i – дің N ге қатынасын, статистикалық мінездемені есептеу блогында Монте карло әдісімен шығарған. Мұнда p_i ықтималдығында i оқиғасының пайда болуына баға береді, яғни N оқиғаның түсу жиілігінің ықтималдығын анықтайды. Бұл үлгі ретінде қарастырылып жатқан объекттің статистикалық қасиетіне баға беруге көмектеседі.

Мысалы, A оқиғасы 200 рет өткізілген тәжірибеде 50 рет орындалды. Монте Карло әдісі бойынша оқиғаның орындалуы мынаған тең болады: $p_a = 50/200 = 0.25$. Ал бұл оқиғаның орындалу ықтималдығы $1 - 0.25 = 0.75$.

Оқиғаның көріну жиілігі N тәжірибелерінің ең соңғы (жоғары) санына байланысты. Тәжірибелік жолмен алғанда, оқиғаның орындалуы теориялық түрде қарастырылған ықтималдықтың мәніне ұмтылады.

Байқаулардың саны аз болған жағдайда, нәтиже дұрыс болмауы мүмкін. Орташа шекті теоремаға сәйкес, тәжірибені көбірек жасаған кезде, жауабы да дұрысырақ болады.

Бақылау сұрақтары:

1. Монте - Карло әдісі – бұл қандай әдіс?
2. Монте - Карло әдісі туралы бірінші мәліметтерді кім және қашан жарияланған?
3. Монте - Карло әдісінің негізі не болып табылады?
4. Монте – Карло әдісімен шешудің мақсаты неде?

3 тақырып. Кездейсоқ оқиғаларды моделдеу

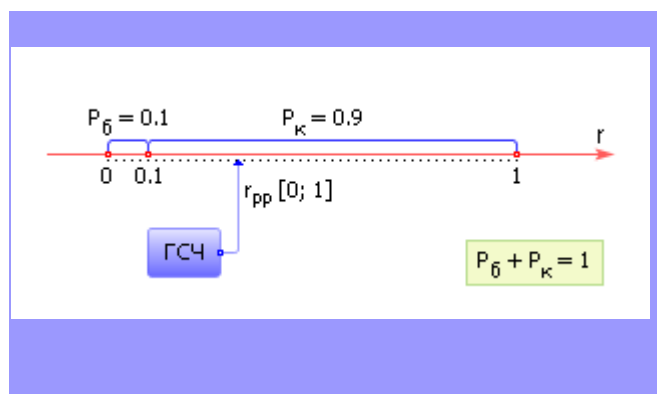
Жоспар:

1. Қарапайым оқиғаларды моделдеу
2. Бірікпейтін оқиғалардың толық тобын моделдеу

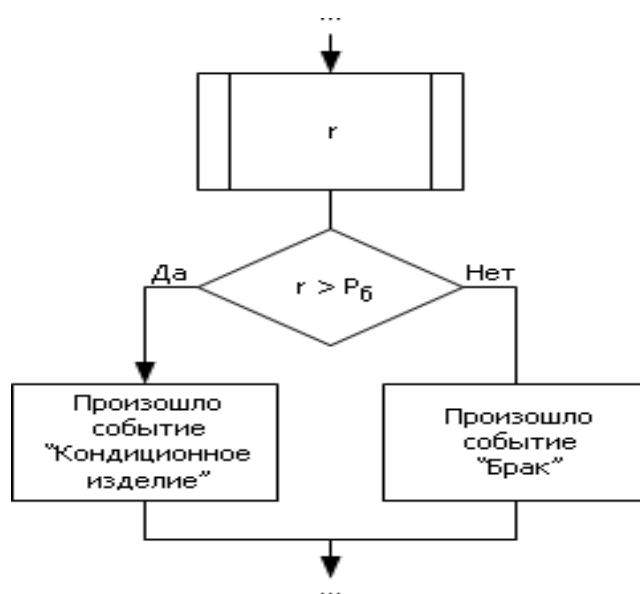
1. Қарапайым оқиғаларды моделдеу

Кездейсоқ оқиға дегеніміз оқиғада бірнеше нәтиже бар екендігін білдіреді және нәтижелердің кезегін ықтималдықпен ғана анықтауға болады дегенді білдіреді. Яғни, нәтиже ықтималдыққа байланысты кездейсоқ түрде таңдалады.

Мысалы, бізге бұйымдардың ақаулы ықтималдығы белгілі болсын $P_б = 0.1$. Осы оқиғаның моделін кездейсоқ сандарды 0 ден 1 – ге дейін біркелкі тарату арқылы және екі интегралдардың (0 ден 0,1 – ге дейін және 0,1 ден 1 ге дейін.) қайсысына түсетінін анықтап құрастыруға болады (5 сурет). Егер сан (0; 0,1) аралығына түсетін болса, онда ол ақаулы болып есептеледі яғни бұл оқиға орындалмаған дегенді білдіреді (кандитерлік бұйым шығаруда). Тәжірбиені көп жасаған жағдайда 0 - ден 1 - ге дейін түсу интервалы $P=0,1$ - ге дейін жақындайды, ал 0,1 - ден 1 - ге дейінгі түсу жиілігі $P_к=0,9$ - ға дейін жақындайды.



5 сурет – Кездейсоқ оқиғаны имитациялау үшін кездейсоқ сандар генераторын қолданудың схемасы



6 сурет - Кездейсоқ оқиғаны имитациялау алгоритмінің блок - схемасы

P_6 интервалын $[0; 1]$ кесіндісінің қай бөлігінде орналастыратындарыңыз өте маңызды (басында немесе соңында), себебі Монте-Карло әдісі кездейсоқ нүктелердің интервалға түсу жиілігін ғана есепке алады, ал ол оның орналасуына емес интервал көлеміне ғана байланысты болады.

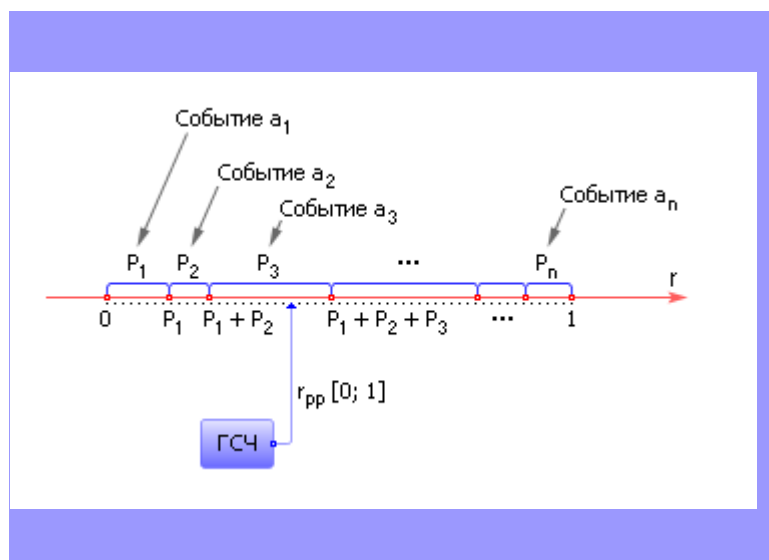
2. Бірікпейтін оқиғалардың толық тобын моделдеу

Оқиғалар *бірікпеген* деп аталады, егер осы оқиғалардың пайда болу ықтималдығы бір уақытта 0-ге тең болса. Осы жерден бірікпейтін оқиғалар тобының суммалық ықтималдығы 1-ге тең болатындығы шығады.

a_1, a_2, \dots, a_n арқылы оқиғаларды, ал P_1, P_2, \dots, P_n арқылы жеке оқиғалардың пайда болуының ықтималдығын белгілейік.

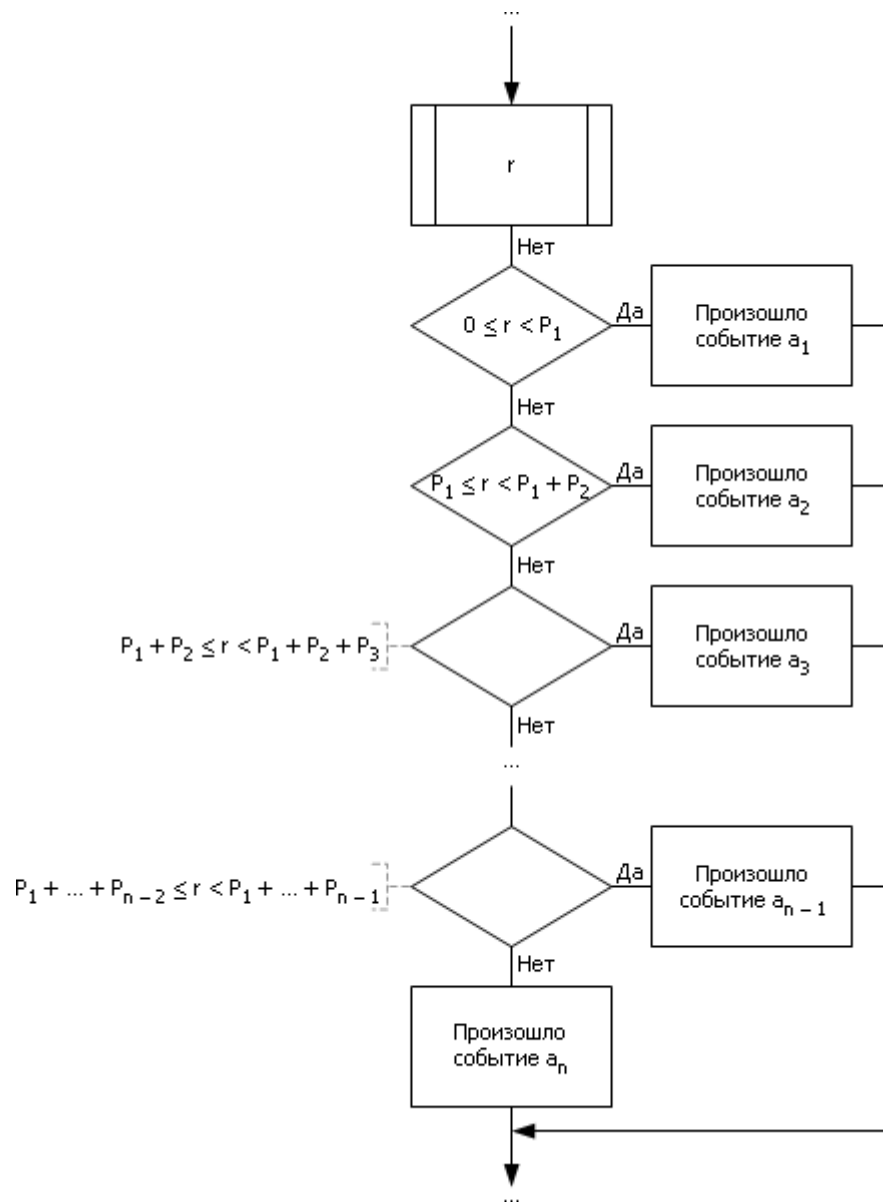
Оқиғалар бірікпейтін болғандықтан, олардың түсу ықтималдығының соммасы 1-ге тең: $P_1 + P_2 + \dots + P_n = 1$.

Тағы да оқиғалардың біреуінің түсуін ұқсату үшін мәндері әрқашан 0-мен 1-дің аралығында болатын кездейсоқ сандардың генераторын пайдаланамыз. $[0; 1]$ бірлік интервалына P_1, P_2, \dots, P_n кесіндісін орналастырайық. Кесінді қосындысы нақты бірлік интервалды құрайтыны түсінікті. Осы интервалдағы кездейсоқ сандар генераторынан түскен санға сәйкес келетін нүкте, кесінділердің біреуін көрсетеді. Сәйкесінше, үлкен кесінділерге кездейсоқ сандар жиі түседі (осы оқиғалардың пайда болу ықтималдығы көбірек!), кішкентай кесінділерге сирек түседі (7 суретті қара).



7 сурет - Кездейсоқ сандар генераторының көмегімен кездейсоқ оқиғалар генерациясының схемасы

8 суретте сипатталған алгоритмді іске асыратын блок-схема көрсетілген. Алгоритм, шартты операцияның жүйесі (IF) түрінде құрастырылған, 0-ден P_1 -ге, P_1 -ден $(P_1 + P_2)$ -ге, $(P_1 + P_2)$ -ден $(P_1 + P_2 + P_3)$ -ге дейін және тағы сол сияқты қай интервалдарға кездейсоқ сандар генераторымен генераторланған сан түскендігін сүзгіштің көмегімен анықтайды. Егер сан интервалдардың біреуіне түссе (ол әрқашан міндетті түрде болады), сонда ол оған байланысты оқиғаның түсуіне сәйкес келеді.



8 сурет - Кездейсоқ оқиғаларды имитациялау алгоритмінің блок - схемасы

Бақылау сұрақтары:

1. Кездейсоқ оқиға деп нені айтады?
2. Қандай оқиғаларды бірікпейтін деп атайды?

4 тақырып. Үздіксіз кездейсоқ шамаларды моделдеу

Жоспар:

1. Кездейсоқ шамаларды моделдеу
2. Дұрыс орналасқан X кездейсоқ шаманы моделдеу

1. Кездейсоқ шамаларды моделдеу

Ықтималдықтар жүйесін оқыған кезде, кездейсоқ құбылыстар кездейсоқ оқиғаларды, кездейсоқ шамаларды және кездейсоқ функцияларды түсіндіріп беретіндігі белгілі. Сәйкесінше, кездейсоқ құбылыстарды моделдеу кездейсоқ жағдайларды, кездейсоқ шамаларды және кездейсоқ функцияларды моделдеуге алып келеді. Кездейсоқ оқиғалар мен кездейсоқ функциялар кездейсоқ шамалар арқылы көрсетілетін болса, онда кездейсоқ оқиғалар мен кездейсоқ функцияларды моделдеу кездейсоқ шамалар көмегімен жүргізіледі. Осыған байланысты, алдымен кездейсоқ шамаларды моделдеу тәсілдерін қарастырайық.

Кездейсоқ шаманы моделдеу үшін оның таратылу заңын білу қажет. Ерікті заң бойынша таратылған кездейсоқ сандардың жүйелігін алудың ең ортақ тәсілі болып, $[0; 1]$ интервалында біркелкі заң бойынша таратылған кездейсоқ сандардың жүйелілігінен шыққан қалыптасуы болып табылады.

$[0; 1]$ интервалында біркелкі таратылған кездейсоқ сандардың жүйелілігін үш әдіспен алуға болады:

- кездейсоқ сандардың кестесін пайдалану;
- кездейсоқ сандардың генераторын қолдану;
- жалған кездейсоқ сандар әдісі.

ЭЕМ пайдаланбай есеп шығарғанда көбінесе **кездейсоқ сандар кестесін** пайдаланады. Кездейсоқ сандар кестелерінде кездейсоқ сандар біркелкі таратылған дискреттік кездейсоқ шамалардың мәндеріне еліктетілген:

x_i	0	1	2	3	...	9
P_i	0,1	0,1	0,1	0,1	...	0,1

Мұндай кестелерді құрастыру кезінде мынандай талаптар орындалады: берілген сандардың әрқайсысы бірдей жиілікпен және басқаларынан тәуелсіз $p_i = 0,1$ ықтималдығымен кездесуі тиіс.

Жарияланған кездейсоқ сандар кестелерінің ең үлкенінде 1 000 000 сан бар. Кездейсоқ сандардың кестелерін құру оңай емес. Оларды арнайы статистикалық тестілеудің көмегімен мұқият тексеруден өткізу қажет.

Есептерді ЭЕМ-да шығаруда және $[0; 1]$ интервалында біркелкі таратылған кездейсоқ сандарын қарастыру үшін **кездейсоқ сандардың генераторын** пайдалануға болады. Берілген генераторлар кездейсоқ физикалық процесстің нәтижесін екілік санға өзгертеді.

Кездейсоқ сандарды алу үшін берілген тәсілдің кемшіліктері:

1. Өндірілетін сандардың сапасын тексеру қиын.

2. Кездейсоқ сандар еске түсірілмейді (егер оларды жаттап алмаса), және де есептің ЭЕМ-да кездейсоқ түрде шығарылуын қайталауға болмайды.

Біркелкі таратылу заңымен жалған кездейсоқ сандарды алу жалған кездейсоқ сандарды өндірумен байланысты. *Жалған кездейсоқ сандар* – бұл қандай-да бір формула көмегімен алынған және кездейсоқ шаманың мәніне еліктетілген сандар. «Еліктетілген» сөзі - бұл егер де олар осы кездейсоқ шаманың мәні болса деген және бірқатар тестілерді қанағаттандыратын сандар.

Жалған кездейсоқ сандарды алудың алғаш алгоритмін Дж.Нейман ұсынған. Бұл квадраттардың орташа әдісі деп аталатын әдіс, және де ол келесіден тұрады:

$$\gamma_0 = 0,9876, \gamma_0^2 = 0,97535376,$$

$$\gamma_1 = 0,5353, \gamma_1^2 = 0,28654609,$$

$$\gamma_2 = 0,6546$$

және т.с.с.

Алгоритм өзін ақтаған жоқ: γ_i -кездейсоқ сандарының мәндері, қажет болатын мәннен үлкен. Қазіргі уақытта жалған кездейсоқ сандарды алудың көптеген алгоритмдері өңделуде.

Жалған кездейсоқ сандар әдісінің жақсы жақтарын атап өтейік:

1. Әр кездейсоқ санды алу үшін бірнеше жай операциялар қолданылады, сол себептен кездейсоқ сандарды генерирлеу жылдамдығы ЭЕМ жылдамдығымен бірдей.
2. Программалау үшін ЭЕМ-ның аз көлемді есте сақтауы.
3. Санның кез-келгенін еске түсіру.
4. Кездейсоқ сандардың генерациялануының сапасын бір рет тексеру жеткілікті.

Монте-Карло әдісі бойынша сандарды есептеудің басым көпшілігі жалған кездейсоқ сандарды пайдаланумен іске асырылады. $[0; 1]$ интервалында біркелкі таратылған кездейсоқ сандардың жүйелілігінен еркін заңы бойынша таратылған кездейсоқ сандардың жүйелілігіне ауысу қиын емес.

2. Дұрыс орналасқан X кездейсоқ шаманы моделдеу

Егер R кездейсоқ шамасы $(0, 1)$ интервалында біркелкі таратылса, онда оның математикалық үміті $M(R) = 1/2$, ал дисперсиясы $D(R) = 1/12$ болатыны белгілі.

$(0, 1)$ интервалында біркелкі таратылған тәуелсіз кездейсоқ шамалардың R_j ($j = 1, 2, \dots, n$) n соммасын құрастырайық. $\sum_{j=1}^n R_j$ аламыз.

Осы сомманы нөмірлейік. Ол үшін алдымен оның математикалық үмітін және дисперсиясын табайық. Кездейсоқ шамалардың математикалық

үмітінің соммасы қосылғыштардың математикалық үмітінің соммасына тең екені белгілі. R_i қосындында n қосылғыш бар. Әр қосылғыштың математикалық үміті $1/2$ -ге тең. Сәйкесінше қосындының математикалық үміті мынаған тең:

$$M \left[\sum_{j=1}^n R_j \right] = \frac{n}{2}$$

R_j қосындысының дисперсиясы үшін келесіні аламыз:

$$D \left[\sum_{j=1}^n R_j \right] = \frac{n}{12}$$

Осы жерден R_j қосындысының орташа квадраттық ауытқуы:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{n}{12}}$$

Енді R_j соммасын нөмірлейік.

Ол үшін R_j қосындысынан осы қосындының математикалық үмітін азайтамыз және R_j қосындысының орташа квадраттық ауытқуына бөлеміз. Сонда келесіні аламыз:

$$\frac{\sum_{j=1}^n R_j - \frac{n}{2}}{\sqrt{\frac{n}{12}}}; \quad \left(\text{яғни } \frac{x - a}{\sigma} \right)$$

Ықтималдықтар теориясының *орталық шекті теореманың* негізінде $n \rightarrow \infty$ болғанда, осы кездейсоқ шаманың таратылуы $a = 0$ және $\sigma = 1$ параметрлі дұрыс заңға ұмтылады.

Шеткі n -де таратылуды дұрыс жақындатылған деп қарауға болады. Мысалы, $n=12$ болғанда аламыз:

$$\frac{\sum_{j=1}^{12} R_j - 6}{1} = \sum_{j=1}^{12} R_j - 6$$

Осылайша, $a = 0$ және $\sigma = 1$ параметрлі X дұрыс кездейсоқ шаманың x_i болатын мәнін алу үшін 12 тәуелсіз кездейсоқ сандарын қосып және алынған қосындысынан 6-ны алып тастау керек екен.

$$x_i = \sum_{i=1}^{12} r_i - 6 = S_i - 6$$

Мысал

1. X кездейсоқ шаманың дұрыс таратылған $a = 0$ және $\sigma = 1$ параметрлі 100 мүмкін мәндерін шығару.
2. X кездейсоқ шаманың шығарылған параметрін бағалау.

Шешімі

1. (0, 1) интервалында біркелкі таратылған 12 санды кездейсоқ сандар кестесінен, немесе компьютерден таңдап алайық. Бұл сандарды қосып, қосындысынан 6-ны алып тастайық, сонда нәтижесінде:

$$x_1 = (0,10 + 0,09 + \dots + 0,67) - 6 = -0,99$$

Осылайша қалған мүмкін мәндерді табайық x_2, x_3, \dots, x_{100}

2. Керек есептеулерді орындап, α^* бағалауы болып табылатын таңдау ортасын табамыз және σ^* бағалауы болып табылады орташа квадраттық ауытқуын табамыз. Сонда аламыз:

$$\alpha^* = \bar{x}_s \approx -0,05; \quad \sigma^* = \sqrt{D_s} \approx 1,04$$

Көріп отырғанымыздай, бағалаулар қанағаттанарлықтай, яғни α^* 0-ге жақын, ал σ^* 1-ге жақын.

Егер нөлден өзге α және бірден өзге σ математикалық үміті бар кездейсоқ шаманың дұрыс нормаланбаған мәнін есептеу керек болса, онда алдымен нормаланған кездейсоқ шаманың x_i мүмкін мәндерін есептейді, ал содан кейін ізделінетін мәнді келесі формуламен табады

$$z_i = \sigma \cdot x_i + \alpha$$

Ал бұл формула келесі қатынастан табылған:

$$x_i = \frac{z_i - \alpha}{\sigma}$$

1 кесте - Кездейсоқ шамаларды моделдеудің формулалары

Кездейсоқ шаманы үлестіру заңы	Үлестіру тығыздығы	Кездейсоқ шаманы моделдеу үшін қолданылатын формула
Экспоненциалды	$f(x) = \lambda \cdot e^{-\lambda x}$	$x_i = -\frac{1}{\lambda} \cdot \ln \xi_i$
Вебул	$f(x) = \frac{a}{b} \left(\frac{x}{a}\right)^{a-1} \exp\left[-\left(\frac{x}{b}\right)^a\right]$	$x_i = -b \cdot (\ln \xi_i)^{1/a}$
Гамма – үлестіруі (η – бүтін сандар)	$f(x) = \frac{\lambda^\eta}{\Gamma(\eta)} \cdot e^{-\lambda x} x^{\eta-1}$	$x_i = -\frac{1}{\lambda} \sum_{j=1}^{\eta} \ln(1 - \xi_j)$

Қалыпты	$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{\frac{-(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}}$	$x_i = \bar{x} + \sigma \left(\sum_{i=1}^n \xi_i - 6 \right)$
---------	---	--

Бақылау сұрақтары:

1. Кездейсоқ шамаларды моделдеу деп нені айтады?
2. Кездейсоқ сандардың жүйелілігін қандай үш әдістің көмегімен алуға болады?
3. Кездейсоқ сандар кестелерін не үшін пайдаланады?
4. Кездейсоқ сандар генераторын не үшін қолданады?

5 тақырып. Кездейсоқ процестерді және оқиға ағымын моделдеу

Жоспар:

1. Кездейсоқ процестердің түсініктемелері
2. Маркстік кездейсоқ процесстің түсінігі
3. Кездейсоқ оқиғаның ағымы
4. Пуассондық ағым

1. Кездейсоқ процестердің түсініктемелері

Ординатасы кез-келген аргументтің бекітілген мәнінің кездейсоқ шамасы болатын функцияны *кездейсоқ функция* деп атайды. Ординаталар арасында корреляционды тәуелділік болғандықтан, жалпы жағдайда аргументтің әр мәні үшін кездейсоқ функцияларды моделдеу есебін кездейсоқ шама еліктеуіне жатқызуға болмайды. Аргументі t -уақыт болатын кездейсоқ функцияның кездейсоқ процесс деген атауы бар (КП).

КП-тің ЭЕМ-да еліктеулі моделдеуінің мақсаты болып математикалық моделдеуде кездейсоқ процесс болып табылатын әртүрлі кедергілер мен дыбыстарды еске түсіру болып табылады. Үздіксіз уақыты бар процессті ЭЕМ-да еске түсіру ЭЕМ-ның дискретті табиғаты бойынша мүмкін емес екендігін есте сақтау қажет. Кездейсоқ процессті моделдеу есебі алдағы уақытта кездейсоқ процессті ЭЕМ-да жасап шығаруға мүмкіндік беретін алгоритмді іздеу есебі ретінде қарастырылады.

Кездейсоқ процесс берілген деп есептеледі, егер $d(t)$ дисперсиясының, $m(t)$ математикалық үмітінің функциясы және $k(t_i, t_j)$ корреляционды функциясы берілген болса. Бұл функциялар кездейсоқ болып табылмайды, олардың берілгендерін тәжірибеде математикалық статистика әдісімен өңдеу арқылы анықтайды.

Стационарланбаған кездейсоқ процестердің еліктеулігі

Сипатталған алгоритм стационарланған да, стационарланбаған да кездейсоқ процестерге жарамды. Оны Пугачев В.С. ұсынған, ол канондалған тарату әдісі деп аталады және келесіден тұрады:

$F(t_1), F(t_2), \dots, F(t_n)$ – T уақытының соңғы интервалындағы кездейсоқ процестерді тарату, сонда әдіс бойынша:

$$F(t_1) = m(t_1) + x_1 \varphi_1(t_1),$$

$$F(t_2) = m(t_1) + x_1 \varphi_1(t_1) + x_2 \varphi_2(t_2),$$

.....

$$F(t_n) = m(t_1) + x_1 \varphi_1(t_1) + x_2 \varphi_2(t_2) + \dots + x_n \varphi_n(t_n),$$

Мұндағы x_1, x_2, \dots, x_n – ξ_0 таратылу заңымен берілген СВ кездейсоқ, орталықтанған, корреляцияланған мәні; $\varphi_i(t_k)$.

а) $\varphi_i(t_j) = 0$ мұндағы $i > j$;

б) $\varphi_i(t_i) = 1$.

Шамалардың координаттық функциялары мен D_i дисперсияларын рекурренттік теңдеулермен сәйкес есептеуге болады:

$$k(t_i, t_j) = \frac{k(t_i, t_j) - \sum_{k=1}^{i-1} D_k k(t_i) k(t_j)}{D_i}$$

Стационарлы кездейсоқ процестердің еліктеулігі

Стационарлы КП үшін $m(t)=m$; $d(t)=\sigma^2$; $k(t_i, t_j)=k(\tau)$, мұндағы $\tau=t_i-t_j$ қатынасы келеді. $F(t_i)$ шығару формуласында стационарлы КП еліктеулі бір әдісі орындалады.

$$\begin{aligned} F(t_1) &= m + c_1 X_1 + c_2 X_2 + \dots + c_n X_n, \\ F(t_2) &= m + c_1 X_2 + c_2 X_3 + \dots + c_n X_{n+1}, \\ &\dots \dots \dots \\ F(t_n) &= m + c_1 X_n + c_2 X_{n+1} + \dots + c_n X_{2n-1}. \end{aligned}$$

Мұндағы x_i - ξ_i корреляционды емес кездейсоқ шамалардың орындалуы. Оған $M[\xi_i]=0$, $D[\xi_i]=\sigma^2$ таралу заңы берілген.

c_j ($j = \overline{1, n}$) коэффициенті мына теңдеуді есептеу арқылы шығарылады:

$$K(t_k - t_1) = (c_1 c_k + c_2 c_{k+1} + \dots + c_{n+k-1} c_n) \sigma^2 + 2, \quad (k = \overline{1, n}).$$

Стационарлы нормалды (қалыпты) КП еліктеулігі

Ақырғы уақыт интервалында берілген КП моделдеу үшін жоғары қарастырылған әдістер жарамды болып табылады. Көптеген есептеулерді қажет ететін есептерде бұл әдістерді қолдану қиынға түседі. Осының негізіне, стационарлық жүйелік $F(t_k)$ тәуелді нормалды кездейсоқ сандардың берілген заң бойынша корреляцияланған $F(t_k)$, $k=1, 2, \dots$; $t_k - t_{k-1} = \Delta$ $t = \text{const}$ жүйеге сызықтық өзгертулер салынды. Сызықтық өзгертудің операторы a_i соммалау формуласы түрінде жазылады.

$$F(t_k) = \sum_{i=1}^M a_i x_{k-i},$$

Немесе рекуррентті теңдеу түрінде жазылады

$$F(t_k) = \sum_{k=0}^i a_k x_{k-i} - \sum_{i=1}^m b_i F(t_{k-i}), \quad k = 1, 2, \dots$$

Екі формулада да a_i және b_i коэффициенттерінің саны корреляционды функцияға тәуелді. Бірінші формула рекурсивті емес сандық фильтрдің ММ, ал екіншісі рекурсивті сандық фильтрдің ММ болып табылады.

2. Маркстік кездейсоқ процесстің түсінігі

Есептеуіш техниканың құралдарын жобалау кезінде есептеуіш құрылымдарды талдауға және синтездеуге қолданылатын маркстік моделдер

кеңінен қолданылады. Оларды зардапсыз стохастикалық жүйелер деп қарастыруға болады.

Бір күйден екінші күйге өту процесін жүйенің функционалдығы деп қарастыруға болады. Мысалы, ЭЕМ-нің функционалды процесін қарастырсақ, онда әр уақыт мезетінде әр түрлі блоктар ақпаратты өңдеумен сипатталады. ЭЕМ блоктарындағы ақпараттарды өңдеу процесін жүйенің бір күйден екінші күйге өту процесі секілді қарастыруға болады. Әр уақыт мезетінде кейбір түйіндер жұмыс істейді, ал кейбіреулері ақпаратты қабыл алмай, қалпына келтіріп отырады. Егер әрбір жұмыс істей алатын (немесе істей алмайтын) элементке жүйенің күйін қатынастырып қойсақ, онда элементтерді қабыл алмау және қалпына келтіру объектілерінің бір күйден екінші күйге өтуі сәйкес болып келеді. Функционалдау процесінде әр түрлі күйге ұшырайтын S_i , S физикалық шамасы бар болсын дейік. Егер жүйенің күйі уақыт бойынша кездейсоқ түрде өзгерсе, онда $X(b)$ кездейсоқ функциямен бейнеленетін күйді өзгеру процессінің кездейсоқ процессі ретінде қарастыруға болады. Зерттеліп отырған жүйенің барлық S_i күйінің түрлері ақырғы ($i = 1, n$), не шексіз болулары мүмкін.

Нақты жүйелердің көпшілігі ақырғы, дискретті, кеңістік күй-жағдайына ие болады. S_i ($i = 1, n$) жүйесінің күй-жағдайының жиілігін және де бір күйден екінші күйге өту процесін шынжыр деп атайды. Кездейсоқ шынжырларды қарастырайық. Үздіксіз уақыты бар жүйелерді қарастырсақ, оларда әр уақыт мезетінде жүйе бір күйден екінші күйге ауысып отыра алады. Ал дискретті уақыты бар жүйелердің әр күйі уақыты бекітілген және өту мезеті уақыт осінде орналасып, тең кезендерге бөлінген t_1, t_2, \dots, t_k . Олар «қадам» немесе «кезең» деп аталады. Әрбір күйде жүйенің болу уақыты дискретті кездейсоқ шама болады.

Үздіксіз, дискретті кездейсоқ шынжырларды зерттегенде жүйенің функционалдығының графикалық бейнеленуі қолданылады.

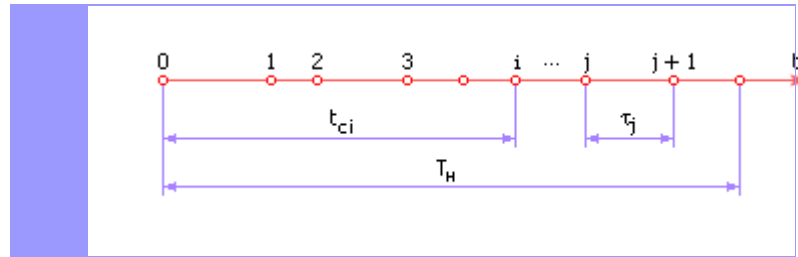
3. Кездейсоқ оқиғаның ағымы

Оқиғалар көп болғанда және олардың бір-бірінен кейін келетін жағдайын *ағым* деп атайды. Осы жағдайда оқиғалар біркелкі болуы керек. Мысалы, жүргізушілердің ЖҚС-на келуі. Біркелкі жағдайлар қатарды құрайды. Және де осы құбылысқа (оқиға ағымының интенсивтілігі) статистикалық құбылыс берілген. Оқиғалар ағымының интенсивтілігі уақыт бірлігінде осындай оқиғалардың орташа мәнін көрсетеді. Бірақ, әр оқиғаның қашан болатынын моделдеу әдісімен ғана анықтауға болады. Егер біз 200 сағат ішінде 1000 оқиғаны жасасақ, олардың саны оқиғаның пайда болу интенсивтілігінің орташа шамасына тең болады $1000/200=5$ оқиға 1 сағат ішінде. Бұл ағымды сипаттайтын шама - статистикалық шама болады.

Ағым интенсивтілігі уақыт бірлігіндегі оқиға санының математикалық үміті болып табылады. Бірақ, бір сағатта 4 оқиға, басқасында – 6 оқиға, ал орташа алғанда бір сағатта 5 оқиға болу мүмкін. Сондықтан ағымды

сипаттау үшін бір мінездеме аз болады. Математикалық үмітке қатысты оқиғалардың пайда болуын сипаттайтын екінші шама дисперсия болады. Осы шама оқиғалардың кездейсоқ пайда болуын анықтайды.

Оқиғалар ағымы бұл кездейсоқ уақыт аралығында бірінен соң бірі пайда болатын біркелкі оқиғалардың кезегі. Уақыт осінде бұл оқиға 9 суретте бейнеленеді



9 сурет - Кездейсоқ оқиғаның ағымы

- τ_j — оқиға арасындағы интервал (кездейсоқ шама);
- t_{ci} — i оқиғасын жасау мезеті ($t = 0$ бастап саналады);
- T_n — байқау уақыты.

λ ағым интенсивтілігі—бұл уақыт бірлігіндегі оқиғалардың орташа саны. Ағым интенсивтілігін келесі формула арқылы есептуге болады: $\lambda = N/T_n$, мұндағы N — T_n уақыт аралығында болған оқиға саны. Егер τ_j оқиғалар арасында интервалы константаға тең болып немесе қандай да бір формула арқалы анықталса, онда: $t_j = f(t_{j-1})$ және бұл ағым детерминдалған немесе кездейсоқ деп аталады.

Кездейсоқ ағымдар осындай болады:

- ординарлы: бір уақытта екі немесе одан да көп оқиғаның пайда болу мүмкіндігі 0-ге тең;
- стационарлы: $\lambda(t) = \text{const}(t)$ оқиғасының пайда болу жиілігі;
- өзгеріссіз: кездейсоқ шаманың пайда болуы алдыңғы оқиғаларды жасаған мезетіне байланысты болмаған жағдайда.

4. Пуассондық ағым

Моделдеу ағымының эталоны деп пуассондық ағымды айтады. Пуассондық ағым — бұл өзгеріссіз, ординарлы ағым. $(t_0, t_0 + \tau)$ уақыт интервалында m оқиға болу мүмкіндігі, Пуассон заңынан анықталады:

$$P_m = \frac{a^m \cdot e^{-a}}{m!}$$

$$a = \int_{t_0}^{t_0 + \tau} \lambda(t) \cdot dt$$

Мұндағы a — Пуассона параметрі.

Егер $\lambda(t) = \text{const}(t)$, онда бұл Пуассонның стационарлы ағымы (қарапайым). Бұл жағдайда $a = \lambda \cdot t$. Егер $\lambda = \text{var}(t)$, онда бұл Пуассонның стационарлы емес ағымы.

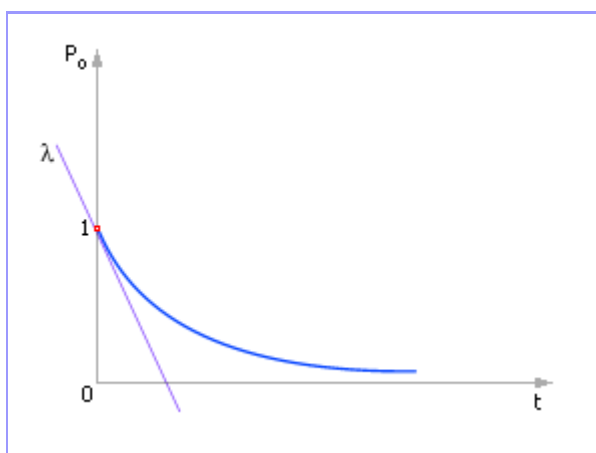
Қарапайым ағым үшін τ уақыт ішінде m оқиғаның пайда болуы үшін:

$$P_m = \frac{(\lambda \cdot \tau)^m \cdot e^{-\lambda \tau}}{m!}$$

τ уақыт ішінде оқиғаның болмау мүмкіндігі мынаған тең (ешқайсысы болмайды, $m = 0$):

$$P_0 = \frac{(\lambda \cdot \tau)^0 \cdot e^{-\lambda \tau}}{0!} = e^{-\lambda \tau}$$

10 суретте P_0 уақытқа тәуелділігін бейнелейді.



10 сурет - Уақыт ішінде бірде бір оқиғаның болмау графигі

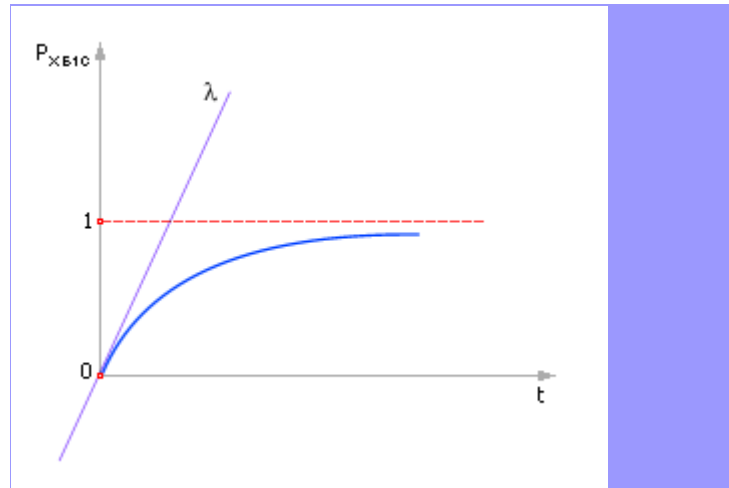
Бір оқиғаның пайда болу мүмкіндігі ($P_{\text{ХБІС}}$) осылай есептеледі:

$$P_{\text{ХБІС}} = 1 - P_0 = 1 - e^{-\lambda \tau} \quad (*)$$

$P_{\text{ХБІС}} + P_0 = 1$ (бір оқиға пайда болады, не бірде бір оқиға пайда болмайды).

9 суреттегі графиктен бір оқиғаның пайда болуы бірлікке ұмтылатынын және уақыты келгенде қалай өзгеретінін көруге болады. Функция графигі өседі.

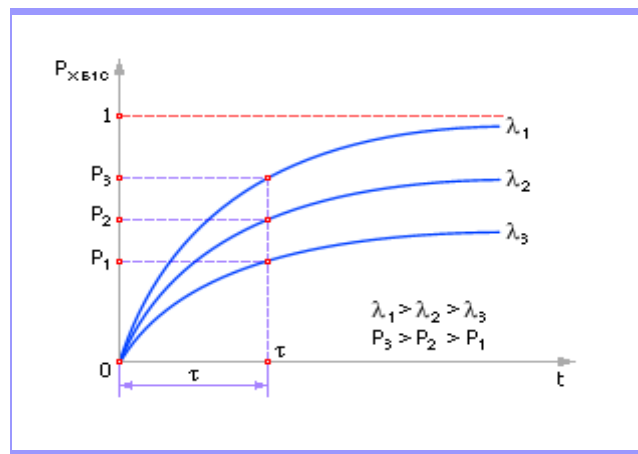
Оқиғалардың пайда болу интенсивтілігі жоғары болса (λ көп болса), бұл оқиға да жылдам түрде орындалады және функция жылдам түрде бірлікке ұмтылады. Графикте λ параметрі сызық қисығымен бейнеленген.



11 сурет - Бір оқиғаның пайда болу мүмкіндігінің графигі

Егер λ үлкейтіп, оқиғаны байқайтын болсақ, онда τ уақыт ішіндегі оқиғаның пайда болу мүмкіндігінің үлкейгенін көреміз (12 суретті қара).

Графиктің 0-ден шығатыны белгілі, себебі байқау уақыты аз болғандықтан оқиға дәл сол уақытта болмайды. Керісінше, егер байқау уақыты шексіз көп болса, онда оқиға бір рет болса да пайда болады, және график 1-ге ұмтылады.



12 сурет - Берілген τ уақыт интервалында оқиғаның пайда болу мүмкіндігінің ағым интенсивтілігінің шамасына әсер етуі

Бақылау сұрақтары:

1. Кездейсоқ деп қандай функцияны атайды?
2. Қандай жағдайда кездейсоқ процесс берілген болады?
3. Маркстік үлгілер не үшін қолданылады?
4. Ағым деген не?
5. Қандай жағдайда ағымды детерминдалған деп атайды? Ал кездейсоқ?
6. Кездейсоқ ағымдардың түрлері қандай?
7. Пуассонды ағым дегеніміз не?

6 тақырып. Көпшілікке қызмет көрсету жүйелерін моделдеу

Жоспар:

1. Көпшілікке қызмет көрсету жүйесі туралы түсінік
2. Көпшілікке қызмет көрсету жүйесінің мысалдары

1. Көпшілікке қызмет көрсету жүйесі туралы түсінік

Аналитикалық әдіспен зерттеуге қиын, үлкен жүйелер классын, бірақ статистикалық моделдеу әдісімен жақсы зерттелінетін классты көпшілікке қызмет көрсету жүйесіне (КҚКЖ) қосуға болады.

КҚКЖ-де *типтік жолдар* көрсетіледі (қызмет көрсету каналы), олар арқылы өңдеу процессінде *сұраныс* өтеді. Сұраныстар *каналдармен* қызмет көрсетеді. Каналдар мағынасы, сипаттамасы әр түрлі болуы мүмкін, олар әр түрлі комбинацияға сәйкес келеді; сұраныстар кезекте тұрады және қызмет көрсетуді күтеді. Сұранымдардың бір бөлгі каналдармен қызмет көрсетілсе, ал басқа бөліктері осыған қарсы болуы мүмкін. Сұраныстар жүйелі көзқараспен қарағанда абстрактілі: бұл қызмет көрсеткісі келетінін білдіреді, яғни жүйеде белгілі бір жолдан өту керектігін. Каналдар да абстрактілі: бұл сұраныстарға қызмет көрсететін нәрсе.

Сұраныстар бірқалыпсыз болып келуі мүмкін, каналдар әр түрлі сұраныстарға қызмет көрсетулері мүмкін және т.с.с, сұраныс көлемі әрдайым көп. Осы жүйелер басқару мен зерттеуді күрделендіреді және олардың барлық себеп-салдар байланысы мүмкінсіз болады. Сондықтан күрделі жүйеде қызмет көрсетілуі, кездейсоқ түрде болатынын көрсетеді.

КҚКЖ кейбір негізгі түсініктерін атап өтейік.

Каналдар — қызмет көрсетуші; ыстық (сұраныс каналға түскен сәтте қызмет көрсетеді) және салқын (каналға қызмет көрсету жұмысын бастау үшін дайындығына уақыт керек). Сұраныс көзі — сұраныстарды уақыттың кездейсоқ сәтінде қолданушылардың статистикалық заңының көмегімен болдырады. Сұраныстар - ол клиенттер (сұраныс көзімен пайда болады), олар қанағаттандырылған немесе қанағаттандырылмаған болады. Шыдамсыз сұраныстар болады, олар күтуден шаршап немесе жүйеде болып және оны КҚКЖ-ң келісімімен шығады. Сұраныстар ағынды құрады — жүйеге кірудегі сұраныс ағыны, қызмет көрсетілген сұраныстар ағыны, келіспеген сұраныстар ағыны.

Кезектер, кезекте тұрудың ережелерімен (қызмет көрсету тәртібімен), кезектегі орын көлемімен (кезекте максимум қанша клиент тұруы мүмкін), кезек құрылымымен (кезектегі орындар арасындағы байланыс) сипатталады. Шектелген және шектелмеген кезектер болады.

Нәтижесі де уақыттың әр бөлігінде кездейсоқ шама болады. КҚКЖ барлық модельдері типтік шағын элементі жиынтығымен (канал, сұраныс көзі, кезек, сұраныс, қызметкөрсету тәртібі, стек және т.б.) сипатталады, бұл осы есептерді *типтік* бейнемен моделдеуге мүмкіндік береді.

Қызмет көрсету тәртібінің маңыздысын атап өтейік.

- FIFO (First In, First Out — бірінші келді, бірінші кетті): егер сұраныс кезекке бірінші келсе, онда оған қызмет көрсетіліп, ол бірінші кетеді;
- LIFO (Last In, First Out — соңғы келіп, бірінші кетті): егер сұраныс кезекке соңғы келсе, онда ол қызмет көрсетілуге бірінші кетеді (мысалы, автомат рожогындағы оқтар);
- SF (Short Forward — қысқалар алға): ең алдымен қызмет көрсетілуге аз уақыт кететін сұраныстар өтеді.

2. Көпшілікке қызмет көрсету жүйесінің мысалдары

КҚКЖ мысалы болып (2 кесте): автобус маршруты және адамдарды тасымалдау; даналарды өңдейтін өндірістік конвейер; ПВО зениткасымен қызмет көрсететін бөтен территорияға енетін ұшақтар эскадрильясы; оқтарға қызмет ететін автоматтың ствол мен рожогы; кейбір құрылғыларда орын ауыстыратын электр зарядтары және т.б. бола алады.

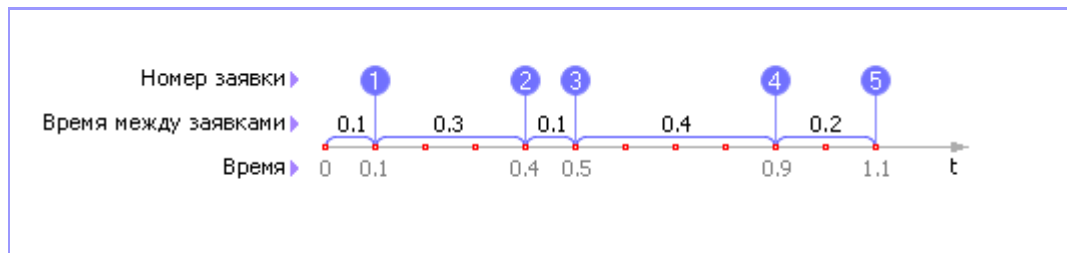
2 кесте - Көпшілікке қызмет көрсету жүйесінің мысалдары

КҚКЖ	Сұраныстар	Каналдар
Автобус маршруты және адамдарды тасымалдау	Адамдар	Автобустар
Детальдарды өңдейтін өндірістік конвейер	Детальдар, түйіндер	Қоймалар, станоктар
ПВО зениткасымен қызмет көрсететін бөтен территорияға енетін ұшақтар эскадрильясы	Ұшақтар	Зенитті қарулар, радарлар, атқыштар, снарядтар
Оқтарға қызмет ететін автоматтың ствол мен рожогы	Оқтар	Ствол, рожок
Кейбір құрылғыларда орын ауыстыратын электр зарядтары	Зарядтар	Техникалық құрылғылардың каскады

Бірақ осы жүйелердің барлығы КҚКЖ класына біріктірілген, өйткені оларды зерттеу тәсілі бір. Біріншіден, олар кездейсоқ сандар генераторының көмегімен кездейсоқ сандарға айналады, олар кездейсоқ сұранысты және каналда қызмет көрсету уақытының пайда болуын моделдейді. Бірақ бірігуде олар кездейсоқ сандар болады және *статистикалық* заңдылықтарға ғана бағынады.

Мысалға: «бір сағатта 5 дана көлемінде сұраныс келеді» делік. Бұл екі көршілес сұраныстың арасындағы уақыт кездейсоқ, мысалы: 0.1; 0.3; 0.1; 0.4; 0.2. 13 суретте көрсетілгендей, Соммасында олар 1 (назар аударыңыз, мысалда бұл нақты 1 емес, ал 1.1 — бірақ келесі сағатта бұл сомма, мысалы

0.9 тең болуы мүмкін); және де тек қана жеткілікті уақытқа келгенде осы сандардың орташа мәні бір сағатқа жақындайды.



13 сурет - КҚКЖ-гі сұраныс келуінің кездейсоқ процессі

Бақылау сұрақтары:

1. Көпшілік қызмет көрсету жүйесінде не айтылған (КҚКЖ)?
2. КҚКЖ параметрлерін атаңыз.
3. КҚКЖ-ң негізгі түсініктеріне анықтама беріңіз.
4. КҚКЖ кезеңдері?

ЗЕРТХАНАЛЫҚ ПРАКТИКУМ

№1 Зертханалық жұмыс

КЕЗДЕЙСОҚ САНДАРДЫ МОДЕЛДЕУДІҢ АЛГОРИТМДЕРІН ӨНДЕУ

Мақсаты: Кездейсоқ сандарды, қарапайым базалық тізбектіліктерді моделдеумен танысу

Дискреттік кездейсоқ сандарды моделдеу

Мысал 1. X өлшемiнiң кездейсоқ дискреттік 8 мәнін анықта, үлестірілімдік заңы кесте түрінде көрсетілген:

X	$X_1 = 3$	$X_2 = 11$	$X_3 = 24$
P	$P_1 = 0,25$	$P_2 = 0,16$	$P_3 = 0,59$

Шешімі

1. Or нүктесі бар $0,25, 25; 0,25+0,16=0,41$ координаттары қарастырылған интервалды $(0,1)$ үш бөлік интервалдары ретінде анықтаймыз:

$$\Delta_1 = (0; 0,25), \quad \Delta_2 = (0,25; 0,41), \quad \Delta_3 = (0,41; 1).$$

2. Кестеден кездейсоқ 9 санды жазып аламыз, мысалы $0,10; 0,37; 0,08; 0,99; 0,12; 0,66; 0,31; 0,85$.

3. Кездейсоқ сан $r_1 = 0,10$ бірінші интервал бөлікке жататындықтан, анықталған кездейсоқ сан $x_1 = 3$ мәнін қабылдады. Кездейсоқ сан $r_1 = 0,37$ екінші интервал бөлікке жататындықтан, анықталған кездейсоқ сан $x_1 = 11$ мәнін қабылдады. Осыған ұқсас X басқа мәндерін табамыз.

Сонымен: анықталған X мәндері келесідей болып табылады: $3; 11; 3; 24; 3; 24; 11; 24$.

Бұл бағдарламаның моделін Delphi бағдарламалау тілінің көмегімен жасап көрейік:

Ең алдымен бізге қажетті форма құрастырып алайық (1 сурет):

1 сурет – Бағдарламаның формасы

Берілген формадағы барлық өрістерді толтырып болғаннан кейін, Жауабы атты батырмаға басқан кезде, есептің нәтижесі шығады, яғни X өлшемінің кездейсоқ дискреттік мәнінің үлестірімділік заңы. Мысалы, кездейсоқ санды 0,5 деп алсақ, оның үлестіру заңы 24- ке тең болатындығын көресіз (2 сурет).

2 сурет – Бағдарламаның нәтижесі

Бақылау тапсырмалары:

1. Жоғарыда берілген мысалдың берілгендері үшін X өлшемінің кездейсоқ дискреттік 5 мәнін анықтаңыз.
2. Жобаланатын объект үш тәуелсіз түйіннен тұрады. Әр түйіннің сенімді жұмыс істеуінің ықтималдықтары: $P_1=0,9$; $P_2=0,85$; $P_3=0,8$. Мүмкін болатын жағдайлардың санын есептейтін бағдарламаны құрастырыңыз.
3. Жобаланатын объект екі блоктан тұрады, олардың сенімсіз жұмыс істеу ықтималдықтары $P_1=0,1$ және $P_2=0,15$. Егер екінші блок істен шықса, онда біріншісінің сенімсіз жұмыс істеуі $P_1=0,15$ дейін үлкейеді. Жұмыс істемей қалудың көптеген мүмкіндіктерін бағалайтын бағдарламаны жазу қажет.

№2 Зертханалық жұмыс

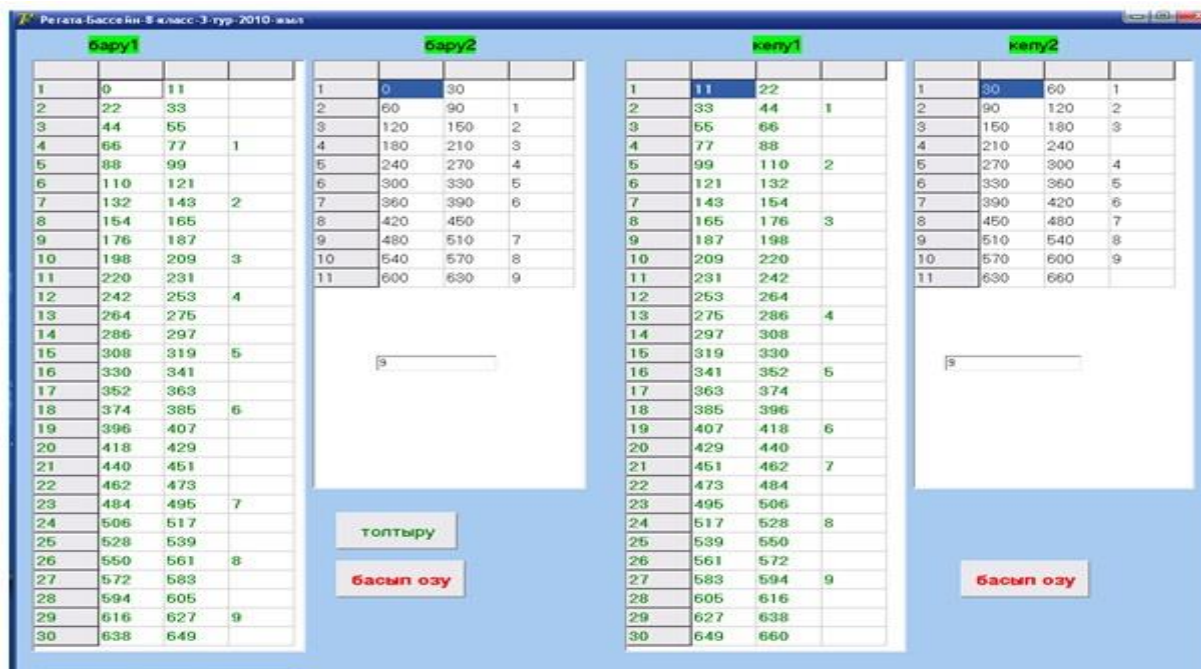
МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛДЕУ АЛГОРИТМДЕРІ

Мақсаты: Математикалық есептердің моделдерін құрастырумен танысу

Білім берудің түрлі саласында математикалық моделдің алатын орны ерекше. Физика, химия, биология, география, экология, психология пәндерінің бәрінде де тереңдеп енген сайын математикамен қабысатын тақырыптары кездеседі. Дәлірек айтқанда, математикалық моделдеу құралына жүгінетін бөлімдері бар. Қоғамымызда технологияның дамуына байланысты осы математикалық моделдеу құралы компьютерлік моделдеуге орын босатуда. Моделдеу есептерінде тек элементарлы математика емес, жоғары математика бөлімдеріне сүйенуге тура келеді. Сондықтан да математикалық аппаратты қолданып отырып есеп шығару салмақты мәселе.

Мысалы, «Екі жүзгіш» атты есепті қарастыралық. Бассейннің бір бетінен екінші бетіне өтуге бірінші жүзгіш 11 секунд, ал екінші жүзгіш 30 секунд уақыт жұмсайды. Бір күні екі жүзгіш бассейнге қатар келіп, бір мезгілде бассейннің бір бетінен жүзуді бастап, бір мезгілде бір бетінен аяқтады. Осы аралықта неше рет басып озу болды?

Есептің шешуін табу үшін Дельфи тілінде келесі түрдегі қосымшаны құрастырыңыздар (1 сурет).



1 сурет – «Екі жүзгіш» атты есептің шығарылуы

Жобадағы «толтыру» батырмасына жүзгіштердің бассейннің екі шетіне қандай уақыт мезеттерінде болатындығы прогрессия мүшесін табу тәрізді формула қорыту нәтижесінде массивке енгізетін команда коды жазылды.

```

procedure TForm1.SpeedButton1Click(Sender: TObject);
begin
for i:=1 to 30 do begin baru1[1,i]:=22*i-22;baru1[2,i]:=22*i-11;
kelu1[1,i]:=22*i-11;kelu1[2,i]:=22*i;
end;
for i:=1 to 30 do begin
stringgrid1.cells[1,i]:=inttostr(baru1[1,i]);
stringgrid1.cells[2,i]:=inttostr(baru1[2,i]);
stringgrid3.cells[1,i]:=inttostr(kelu1[1,i]);
stringgrid3.cells[2,i]:=inttostr(kelu1[2,i]);
end;
for i:=1 to 11 do begin baru2[1,i]:=60*i-60;baru2[2,i]:=60*i-30;
kelu2[1,i]:=60*i-30;kelu2[2,i]:=60*i;
end;
for i:=1 to 11 do begin
stringgrid2.cells[1,i]:=inttostr(baru2[1,i]);
stringgrid2.cells[2,i]:=inttostr(baru2[2,i]);
stringgrid4.cells[1,i]:=inttostr(kelu2[1,i]);
stringgrid4.cells[2,i]:=inttostr(kelu2[2,i]); end;
end;

```

Ал, «басып озу» деген екі батырмаға сәйкесінше төмендегідей бағдарлама коды жазылды:

```

procedure TForm1.SpeedButton2Click(Sender: TObject);
var t:integer;
begin      t:=0; for i:=1 to 11 do begin for j:=1 to 30 do
if (baru2[1,i]<baru1[1,j]) and (baru2[2,i]>baru1[2,j]) then
begin t:=t+1;stringgrid1.cells[3,j]:=inttostr(t);
stringgrid2.cells[3,i]:=inttostr(t); break; end;
end;
edit1.Text:=inttostr(t);
end;
procedure TForm1.SpeedButton3Click(Sender: TObject);
var t:integer;
begin t:=0;
for i:=1 to 11 do begin for j:=1 to 30 do
if (kelu2[1,i]<kelu1[1,j]) and (kelu2[2,i]>kelu1[2,j]) then
begin t:=t+1;stringgrid3.cells[3,j]:=inttostr(t);
stringgrid4.cells[3,i]:=inttostr(t); break; end;      end;
edit2.Text:=inttostr(t);end;
procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);
begin
for i:=1 to 30 do begin stringgrid1.Cells[0,i]:=inttostr(i);
stringgrid3.Cells[0,i]:=inttostr(i);end;
for i:=1 to 11 do begin stringgrid2.Cells[0,i]:=inttostr(i);

```

```
stringgrid4.Cells[0,i]:=inttostr(i);end;end;
```

Бақылау тапсырмасы:

Жоғарыда берілген есептің негізінде «Екі математик» атты есептің математикалық және компьютерлік моделін құрастырыңыз.

№3 Зертханалық жұмыс

КЕЗДЕЙСОҚ САННЫҢ, ӨЛШЕМНІҢ ГЕНЕРАТОРЛАРЫ. МОНТЕ-КАРЛО ӘДІСІ

Мақсаты: Кездейсоқ, жалған санды, өлшемді шығарудың әдістері мен тәсілдерімен танысу

Мысал 1. Тиынды жоғарыдан кездейсоқ түрде лақтырған кезде бүркіт жағымен түсуінің мүмкіндігі қандай? Тиынды жоғарыға лақтырып, әр лақтырғанның нәтижелерін белгілеп жазайық (1 кесте).

1 кесте- Тиынды лақтыру нәтижелері

Эксперимент саны N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
N_6 бүркіт жағымен түсуінің мәні	0	0	1	1	2	3	4	...	...	...	...	...	...	...
N_p решка жағымен түсуінің мәні	1	2	2	3	3	3	3	...	...	...	...	...	...	...
$P_6 = N_6/N$ бүркіт жағымен түсуінің жиілігі	0	0	0.33	0.25	0.4	0.5	0.57	...	...	...	...	...	...	...
$P_p = N_p/N$ решка жағымен түсуінің жиілігі	1	1	0.66	0.75	0.6	0.5	0.43	...	...	...	...	...	...	...

2 кесте – Бүркіт жағымен түсуінің ықтималдығын есептеу кезіндегі $\varepsilon=0.1$ дәлдігіне жету үшін тиынды лақтырудың қажетті саны

Эксперимент	$N_{кр}^{\varepsilon}$
1	288
2	95
3	50
4	29
5	113
6	210
7	30
8	42
9	39

10	48
Орташа $N_{кр.}^3$	94

3 кесте - Бүркіт жағымен түсуінің ықтималдығын есептеу кезіндегі $\varepsilon=0.1$ дәлдігіне жету үшін тиынды лақтырудың қажетті санын теоретикалық түрде санау (ықтималдық $p = 0.5$)

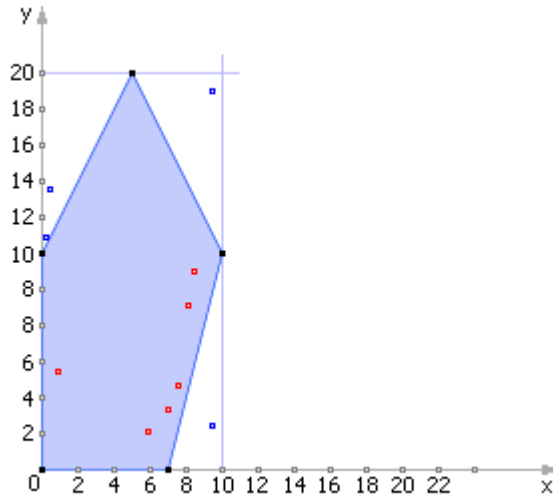
Сенімдік ЫҚТИМАЛДЫҒЫ Q_F	Лаплас коэффициенті $k(Q_F)$	Эксперименттердің қажет саны $N_{кр}^T = k(Q_F) \cdot p \cdot (1 - p) / \varepsilon^2$
0.90	2.72	68
0.95	3.84	96
0.99	6.66	167

4 кесте - $Q_F = 0.95$ болған кезде берілген дәлдікті қамтамасыздандыру үшін қажет эксперименттер санының теоретикалық тәуелділігі

ε дәлдігі	Эксперименттер саны $N_{кр}^T$
0.1	96
0.01	9600
0.001	960000

Мысал 2. Фигураның ауданын Монте-Карло әдісімен табу. Монте-Карло әдісімен бұрыштарының координаттары (0, 0), (0, 10), (5, 20), (10, 10), (7, 0) болатын бесбұрыштың ауданын табыңыз.

Берілген бесбұрышты салайық $(10 - 0) \cdot (20 - 0) = 200$ (1 сурет).



1 сурет –Есепті Монте-Карло әдісімен шешу

0 мен 1 аралығында орналасқан R , G сандарын генерациялау үшін кездейсоқ сандар кестесін қолданамыз. R саны X ($0 \leq X \leq 10$) координатасымен белгіленеді, яғни, $X=10 \cdot R$. G саны Y ($0 \leq Y \leq 20$) координатасымен белгіленеді, яғни, $Y=20 \cdot G$. R және G 10 санын генерациялайық және оларды келесі суретте көрсетейік.

5 кесте – Есепті Монте-Карло әдісімен шешу

Нүкте номері	R	G	X	Y	(X; Y) нүктесі төртбұрышқа түсті ме?	(X; Y) нүктесі бесбұрышқа түсті ме?
1	0.8109	0.3557	8.109	7.114	Иә	Иә
2	0.0333	0.5370	0.333	10.740	Иә	Жоқ
3	0.1958	0.2748	1.958	5.496	Иә	Иә
4	0.6982	0.1652	6.982	3.304	Иә	Иә
5	0.9499	0.1090	9.499	2.180	Иә	Жоқ
6	0.7644	0.2194	7.644	4.388	Иә	Иә
7	0.8395	0.4510	8.395	9.020	Иә	Иә
8	0.0415	0.6855	0.415	13.710	Иә	Жоқ
9	0.5997	0.1140	5.997	2.280	Иә	Иә
10	0.9595	0.9595	9.595	19.190	Иә	Жоқ
Барлығы:					10	6

Сонымен бесбұрыштың S ауданы: $200 \cdot 6/10=120$.

6 кесте– Жауабының дәлдігін бағалау

Эксперимент саны N	Кез келген нүктенің қажет облысқа түсуі	Монте-Карло әдісімен ауданды бағалау
1	$1/1 = 1.00$	200
2	$1/2 = 0.50$	100
3	$2/3 = 0.67$	133
4	$3/4 = 0.75$	150
5	$3/5 = 0.60$	120
6	$4/6 = 0.67$	133
7	$5/7 = 0.71$	143
8	$5/8 = 0.63$	125
9	$6/9 = 0.67$	133
10	$6/10 = 0.60$	120

Бақылау тапсырмасы:

1. Жоғарыда берілген кестелерге компьютерлік моделін құрастырыңыз.
2. Алынған нәтижелерді талдаңыз.

№4 Зертханалық жұмыс

ИМИТАЦИЯЛЫҚ ЭКСПЕРИМЕНТТІ ЖОСПАРЛАУДЫҢ АЛГОРИТМДЕРІ

Мақсаты: Иммитациялық экспериментпен, оның жоспарлануымен танысу.

Есептің қойылуы. Ауданда алты **елді мекен** бар. Олардың кейбірі өзара жолмен байланысқан. Жедел жәрдем пункті орналасатын **енді** мекен қалған барлық елді мекендерге қарағанда кез-келген басқа елді мекендерге бару-қайту жолында ең аз уақыт жұмсалы **шартын** қанағаттандыруы тиіс. Елді мекендердің арасында жүру уақыты 10-сурет бейнеленген. Ыңғайлы болу үшін елді мекендер нөмірлермен, жолдар әріптермен белгіленген.

Тапсырма.

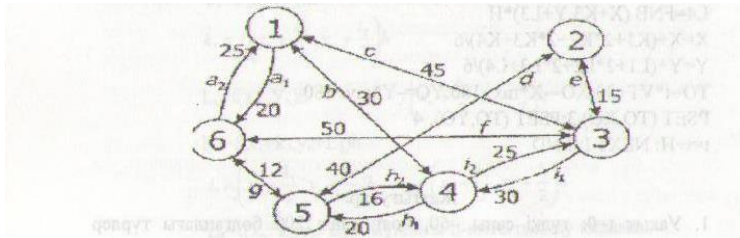
1.Берілген мәліметтер бойынша кесте даярлаңыз.

2. Елді мекендер арасындағы қашықтықтарды есептеңіз.

1. Жедел жәрдем пунктін ыңғайлы жерге орналастыру үшін төмендегі әрекеттерді орындаңыз:

- әрбір **елді мекеннен** қалған елді мекендерге дейінгі арақашықтықтарды жүріп өтуге қажетті уақыт мөлшерін есептеңіз.

- қай елді мекеннен қалған барлық елді мекендерге бару-қайту жолына жұмсалатын үлкен уақыт шығындарының ең аз шамасын анықтаңыз.



1 сурет - Аудандағы елді мекендер мен оларлы байланыстыратын жолдардың сұлбесі.

1.Мәтіндік процессорды пайдалану.

1. MS Word мәтіндік процессорын іске қосып, жаңа құжат әзірлеңіз.

2. Құжатқа 1, 2 кестеге сәйкес кесте даярлау үшін Кесте (таблица) мәзірінің қажетті командаларын пайдаланыңыз.

1 кестенің мәліметтерін пайдаланып, кез-келген екі елді мекеннің арасында жүруге кететін уақыт шығынын есептеңіз.

1 кесте - Мәліметтер қоры

Жол	Бару уақыты	Қайту уақыты
A(1,6)	20	25

B(1,4)	30	30
C(1,3)	45	45
D(2,5)	40	40
E(2,3)	15	15
F(3,6)	50	50
G(5,6)	12	12
H(4,5)	20	16
I(3,4)	30	25

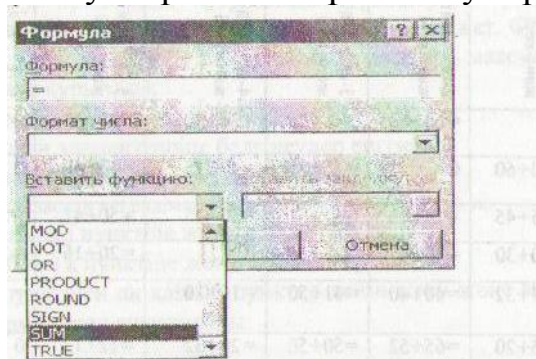
Бұл үшін төмендегі әрекеттерді орындаңыз:

- 2-кестеде көрсетілген кестені қолданып, 1-ші елді мекеннен 2-ші елді мекенге дейінгі қашықтыққа кететін уақыт мөлшерін есептеу үшін C2 ұяшығына тышқан маниоулыторының сол жақ батырмасын бір рет шертіп, курсор көрсеткішін орнатыңыз.

2 кесте - Кез-келген елді мекен арасындағы жолға кететін **уақыт шығыны**

Жөндеу елді мекені реті	Жету елді мекені					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
1.	0		45	30		20
2.		0	15		40	
3.	45	15	0	30		50
4.	30		25	0	20	
5.		40		16	0	12
6.	25		50		12	0

- Кесте (Таблица) мәзірінің *Формула...* пунктін таңдаңыз. Экранда формула енгізуге арналған: сұхбаттасу терезесі пайда болады.



2 сурет - Кесте (таблица) мәзірінің формула пунктінің сұхбаттасу терезесі.

3. Экранда пайда болған *Формула* сұхбаттасу терезесінің Формула өрісінде 45—15 өрнегін теріңіз. ОК батырмасында тышқан манипуляторының сол жақ батырмасын шертіңіз. Есептеу нәтижесін көк түске бояңыз. Осы әдіспен 2-кестедегі бос ұяшықтардың барлығын есептеу

нәтижелерімен толтырыңыз. Есептеу нәтижелері толық орындалғанда 3-суреттегі үлгіге сәйкес кесте түзілуі тиіс.

4. Жинақталған мәліметтерді пайдаланып, әрбір елді мекеннен басқа кез-келген елді мекенге жетуге кететін уақыт шығынын есептеңіз.

Бұл үшін суреттегі үлгіге сәйкес кесте құрып, қажетті ұяшықта курсор көрсеткішін орналастырып, 4-пунктте ұсынылған тәсілді пайдаланып, есептеу жұмыстарын жүргізіңіз.

5. 1-ші елді мекеннен қалған елді мекендерге бару-қайту жолына кететін ең үлкен уақыт шығынын *Кесте (Таблица)* мәзірінің *Формула* пункті арқылы табыңыз. Осы әдіспен екінші, үшінші, төртінші т.с.с. елді мекендерден қалған елді мекендерге бару-қайту жолының ең үлкен уақыт шығындарын табыңыз.

3 кесте- Кез-келген екі екі елді мекен арасындағы жолға өтетін уақыт ШЫҒЫМЫ.

Жөнделу елді мекені реті	Жету елді мекені					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
1.	0	60	45	30	32	20
2.	60	0	15	45	40	52
3.	45	15	0	30	50	50
4.	30	40	25	0	20	32
5.	37	40	41	16	0	12
6.	25	65	50	28	12	0

4 кесте - Есепті шешу нәтижелері

Жөнделу елді мекені	Бару-қайту маршруты						Бару-қайту жолына кететін ең үлкен уақыт шығыны
	1-ге дейін және кері	2-ге дейін және кері	3-ге дейін және кері	4-ге дейін және кері	5-ге дейін және кері	6-ге дейін және кері	
1	0	=60+60	=45-1-45	=30+30	=32+37	=20+25	120
2	=60+60	0	=15+15	=40+45	=40+40	=52+65	120
3	=45+45	=15+15	0	=30+25	=50+41	=50+50	100
4	=30+30	=40+45	=25+30	0	=20+16	=32+28	■
5	=37+32	40+40	=41+50	=16+20	0	=12+25	91
6	=25+20	=65+52	=50+50	=28+32	=12+12	0	117

6. Жедел жәрдем пункті бір елді мекеннен басқа кез-келген елді мекендерге бару-қайту жолына кететін ең үлкен уақыт шығындарының ең кішісін иемденетін елді мекенге орналастырылады. Біздің жағдайымызда бұл шартты 4-ші елді мекен қанағаттандырады.

II. Кестелік процессорды қолдану

Есептің берілген мәліметтері мен шешу формулаларының MS Excel кестелік процессорда орналасуы төмендегі 4 кестеде көрсетілген.

4 кесте – Есептің берілген мәліметтері

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		1	2	3	4	5	6	
2	1	0	60	45	30	32	20	
3	2	60	0	15	45	40	52	
4	3	45	15	0	30	50	50	
5	4	30	40	25	0	20	32	
6	5	37	40	41	16	0	12	
7	6	25	65	50	28	12	0	
8								
9		1-ге дейінгі және кері	2-ге дейінгі және кері	3-ге дейінгі және кері	4-ге дейінгі және кері	5-ге дейінгі және кері	6-ге дейінгі және кері	Ең үлкен уақыт мөлшері
10	1-ден	0		=D2+B4	=E2+B5	=F2+B6	=G2+B7	=макс(B10;G10)
11	2-ден	=B3+C2	0	=D3+C4	=E3+C5	=F3+C6	=G3+C7	=макс(B11;G11)
12	3-тен	B4+D2	=C4+D3	0	=E4+D5	=F4+D6	=G4+D7	=макс(B12;G12)
13	4-тен	=B5+E2	=C5+E3	=D5+E4	0	=F5+E6	=G5+E7	=макс(B13;G13)
14	5-тен	=B6+F2	=C6+F3	=D6+F4	=E6+F5	0	=G6+F7	=макс(B14;G14)
15	й-яан	B7+G2	=C7+G3	=D7+G4	=E7+C5	=F7+G6	0	=макс(B15;G15)
16								
17							МИНИМ	=мин(H10:H15)

III. Бағдарламалау тілін қолдану.

Есепті шешу процесінде формальды орындаушы үшін қатаң анықталған және топық құрылымының алгоритмін құру қажет. Формальды орындаушылар үшін қажетті алгоритмдер есептің математикалық моделінің базасында құрылады.

Берілген есептің математикалық моделінің құрамын.

Есеп шартының элементтеріне белгілеулер енгіземіз.

n - аудандағы елді мекен пункттерінің саны;

k, j - еркін орналасқан екі елді мекендердің нөмірлері, $1 \leq k, j \leq n$;

$t_{k,j}$ — k - пунктіден j пунюіне жетуге қажетті уақыт;

$t_{j,k}$ - j пунктіден k пунктіне жетуге қажетті уақыт;

T_{\max_k} - k пунктіден ең қашық пунктке дейін жету және кері қайту уақыты келесі формуламен анықталады.

$$T_{\max_k} = \max(T_{kj} + T_{jk}), \forall k \in [1, N]; \quad 1 \leq k, j \leq n$$

T_{\min} — бір пункттен қалған пункттерге жету үшін жұмсалатын уақыттардың ең үлкендерінің ең аз шамасы келесі формуламен есептеледі:

$$T_{\min} = \min(T_{\max_k}); \quad 1 \leq k, j \leq n$$

k_{\min} - бір пункттен қалған пункттерге жету үшін жұмсалатын уақыттардың ең үлкендерінің ең аз шамасы есептің жауабы болады.

КТөмрнде берілген есептің берілген белгіленген формулаларды қолданып шешілу бағдарламасы жазылған:

```

Program Madicine(inport,output);
Var N,k,j:byte;
    T1,T2: array[1...20, 1..20] of integer;
    Tmax:array[1..20] of integer;
    Tmin: integer;
Begin
{берілгендерді енгізу}
Write ('N мәнін енгізіңіз'); readln(N);
For k:=1 to N do
    For j:=1 to N do
        if k=j then T1 [k,k]:=0 else begin
            write('T1[',k,j,']=');
            readln(T1[k,j])
        end;
{берілгендерді енгізу}
For k:=1 to N do
    For j:=1 to N do T2[k,j]:=T1[j,k];
{жолдың үлкен элементін анықтау}
For k:=1 to N do begin
    Tmax[k]:=T2[k,1];
    For j:=1 to N do
        If T2[k,j]>Tmax[k]then
            Tmax[k]:=T2[k,j]
    End;
{минимум шаманы анықтау}
    Tmin:=Tmax[1];
For k:=1 to N do
    If Tmax[k]<Tmin Then Tmin:=Tmax[k];
Readln;
End.

```


№5 Зертханалық жұмыс

**КӨПШІЛІККЕ ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ МОДЕЛДЕУ
АЛГОРИТМДЕРІН ӨНДЕУ.
БАС ТАРТУЛАРМЕН БІР КАНАЛДЫ ЖҮЙЕ**

Мақсаты: Көпшілікке қызмет көрсету жүйелерінің моделдеу алгоритмдерімен танысу. Бас тартулармен бір каналды жүйені қарастыра отырып жүйенің тиімді көрсеткіштерін табуды үйрену.

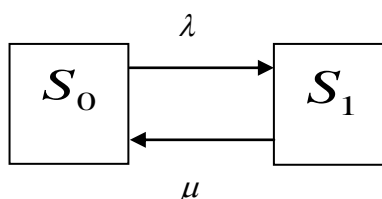
Сұранымдар ағымы λ интенсивтілігімен келетін бір канал қызмет көрсету ағымының интенсивтілігі μ -ге тең. Қызмет көрсету уақыты μ қызмет көрсетудің интенсивтілік шамасына кері, яғни $\overline{t_{\text{кери}}} = \frac{1}{\mu}$ жүйенің күйлерінің шекті ықтималдықтарын және оның тиімділік көрсеткішін табу керек.

S – жаппай қызмет көрсету жүйесінің екі күйі бар:

S_0 -бос канал

S_1 -бос емес канал

Күйлер графы 1 суретте көрсетілген.



1 сурет - Бір каналды жүйе

Күйлердің ықтималдықтары үшін шекті стационарлы жүйедегі алгебралық теңдеулер жүйесі келесі түрде болады:

$$\begin{cases} \lambda P_0 = \mu P_1 \\ \mu P_1 = \lambda P_0 \end{cases} \quad (1.1)$$

Яғни жүйе бір теңдеуге келеді.

$P_0 + P_1 = 1$ нормаланған шартын ескере отырып, осы (1.2) жүйеден күйлердің шекті ықтималдықтарын табамыз:

$$\begin{cases} P_0 = \frac{\mu}{\lambda + \mu} \\ P_1 = \frac{\lambda}{\mu + \lambda} \end{cases} \quad (1.2)$$

Бұлар жүйенің S_0 (бос канал) және S_1 (бос емес канал) болғанда уақыттың салыстырмалы орта шамасын білдіреді, яғни сәйкесінше жүйенің

салыстырмалы өткізу қабілеттілігін Q және $P_{\text{бт}}$ бас тарту ықтималдығын анықтайды.

$$Q = \frac{\mu}{\lambda + \mu} \quad (1.3)$$

$$P_{\text{бт}} = \frac{\lambda}{\lambda + \mu} \quad (1.4)$$

Абсолютті өткізу қабілеттілігін Q салыстырмалы өткізу қабілеттілігін бас тарту ағымының интенсивтілігіне көбейту арқылы табамыз.

$$A = \frac{\lambda\mu}{\lambda + \mu} \quad (1.5)$$

Мысалы: Телевизиондық ательдегі телефондық сөйлесуіндегі сұранымдары λ интенсивтілігімен келеді. 1 сағатта 90 сұрау келетіні белгілі. Ал сөйлесудің орта шамасы $\overline{t_{\text{кери}}} = 2$ минут. Бір ғана телефондық номері бар болғандағы ЖҚКЖ жұмысының тиімділік көрсекішін анықтау керек.

$$\lambda = 90(1/c) = P$$

$$\overline{t_{\text{кери}}} = 2$$

Қызмет көрсету ағымының интенсивтілігі $\mu = \frac{1}{\overline{t_{\text{кери}}}} = \frac{1}{2} = 0,5(1\text{мин}) = 30$

$$Q = \frac{\mu}{P + \mu} = 0,25$$

$Q=0,25$ орта мәнімен алғанда қабылданатын сұраулардың тек 25% телефонмен сөйлесуді жүзеге асырады. Сәйкесінше, қызмет көрсеткен бас тарту мүмкіншілігі

$$P_{\text{бт}} = \frac{\lambda}{\lambda + \mu} = 0,75$$

Абсолютті өткізу қабілеттілігі $A = \lambda Q = 22,5$, яғни орташа уақытымен алғанда бір сағат ішінде 22,5 сұрауға қызмет көрсетеді. Телефонның бір ғана номері болған жағдайда ЖҚКЖ-мен сұрау ағымымен нашар жұмыс атқарады.

Бақылау тапсырмалары:

1. Телевизиондық ательдегі телефондық сөйлесуге 1 сағатта 80 сұрау келеді. Ал сөйлесудің орта шамасы $\overline{t_{\text{кери}}} = 2$ минут. Бір ғана телефондық номері бар болғандағы жүйенің жұмысының тиімділік көрсекішін анықтау керек

2. Дүкенде 1 сағатта 60 сатып алушылар келеді. Ал бір сатып алушаға қызмет көрсету уақытының орта шамасы $\overline{t_{\text{кери}}} = 3$ минут. Бір ғана дүкенші бар болғандағы жүйенің жұмысының тиімділік көрсекішін анықтау керек.

3. Ательдегі киімді тігуге 1 тәулікте 5 сұрау келеді. Ал бір киімді тігудің уақытының орта шамасы $\overline{t_{кери}} = 2$ сағат. Бір ғана тігінші бар болғандағы жүйенің жұмысының тиімділік көрсекішін анықтау керек

4. Шаштаразға шаш алуға 1 сағатта 10 сұрау келеді. Ал бір адамның шашын алу уақытының орта шамасы $\overline{t_{кери}} = 7$ минут. Бір ғана шашалушысы бар болғандағы жүйенің жұмысының тиімділік көрсекішін анықтау керек

5. Бюроға анықтамасын алуға 1 сағатта 40 адам келеді. Ал бір анықтаманы дайындаудың уақытының орта шамасы $\overline{t_{кери}} = 2$ минут. Бюроның бір терезе бар болғандықтан жүйенің жұмысының тиімділік көрсекішін анықтау керек.

6. Халықаралық телефондық сөйлесуге 1 күнде 600 сұрау келеді. Ал сөйлесудің орта шамасы $\overline{t_{кери}} = 5$ минут. Бір ғана телефондық номері бар болғандағы жүйенің жұмысының тиімділік көрсекішін анықтау керек

7. Дүкенде 1 күнде 900 сатып алушылар келеді. Ал бір сатып алушаға қызмет көрсету уақытының орта шамасы $\overline{t_{кери}} = 2$ минут. Бір ғана дүкенші бар болғандағы жүйенің жұмысының тиімділік көрсекішін анықтау керек.

8. Ательге киімді жөндеуге 1 сағатта 20 сұрау келеді. Ал бір киімді жөндеудің уақытының орта шамасы $\overline{t_{кери}} = 15$ минут. Бір ғана тігінші бар болғандағы жүйенің жұмысының тиімділік көрсекішін анықтау керек.

9. Шаштаразға шаш алуға 1 күнде 30 сұрау келеді. Ал бір адамға қызметкөрсету уақытының орта шамасы $\overline{t_{кери}} = 15$ минут. Бір ғана шаштаразшы бар болғандағы жүйенің жұмысының тиімділік көрсекішін анықтау керек

10. Мекендай туралы бюроға анықтамасын алуға 1 күнде 400 адам келеді. Ал бір анықтаманы жазудың уақытының орта шамасы $\overline{t_{кери}} = 1,5$ минут. Бюроның қызмет көрсететін бір терезе бар болғандықтан жүйенің жұмысының тиімділік көрсекішін анықтау керек.

№6 Зертханалық жұмыс

КӨПШІЛІККЕ ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ МОДЕЛДЕУ АЛГОРИТМДЕРІН ӨНДЕУ. БАС ТАРТУЛАРМЕН КӨП КАНАЛДЫ ЖҮЙЕ

Мақсаты: Көпшілікке қызмет көрсету жүйелерінің моделдеу алгоритмдерімен танысу. Бас тартулармен көп каналдық жүйе ұғымы мен жұмысымен танысу. Эрланг есебін шығаруды үйрену.

Эрлангтың классикалық есебін қарастырамыз.

λ интенсивтілігімен сұранымдар ағымы келетін N каналдар бар. Қызмет көрсету ағымының интенсивтілігі μ . Жүйенің күйлерінің шекті ықтималдықтарын және оның тиімділік көрсеткіштерін табу керек.

S (ЖҚКЖ) жүйесінің келесі күйлері бар (оларды жүйеге келген сұранымдар санына байланысты нөмірлейміз):

$$S_0, S_1, S_2, \dots, S_k, \dots, S_N$$

мұндағы $S_k = k$ сұранымдары болатын жүйенің күйі, яғни k канал бос емес.

ЖҚКЖ-ң күйлерінің графы көбею және жойылу процесіне сәйкес келеді және суретте көрсетілген.

Жүйенің сұраулар ағымы кез келген сол жағдайларда λ интенсивтілігімен алынған көрші оң жағдайларға іріктеп көшіріледі. Ал қызмет көрсету ағымының интенсивтілігі жүйені кез келген кез келген жағдайлардан көрші сол жағдайларға байланысты өзгертеді.

(5) формуласының жойылуы және көбею схемасы үшін жағдайлардың ықтималдығынан келесі формуланы аламы:

$$P_0 = \left(1 + \frac{\lambda}{\mu} + \frac{\lambda^2}{2\mu^2} + \dots + \frac{\lambda^k}{k!\mu^k} + \dots + \frac{\lambda^n}{n!\mu^n} \right)^{-1} \quad (2.1)$$

мұндағы, $\frac{\lambda}{\mu}, \frac{\lambda}{2!\mu^2}$ - жіктеу мүшелері.

$P_1, P_2, \dots, P_k, \dots, P_n$ шекті ықтималдықтары үшін P_0 мәнінің коэффициенттерін көрсетеді.

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \quad (2.2)$$

ρ шамасы сұраулар ағымының критеріінің интенсивтілігі немесе каналдық жүктеу интенсивтілігі деп аталады.

Бұл сұрауға орта уақытпен алғанда қызмет көрсетуге келетін сұраулардың орта санын білдіреді.

$$P_0 = \left(1 + \rho + \frac{\rho^2}{2!} + \frac{\rho^3}{3!} + \dots + \frac{\rho^k}{k!} + \dots + \frac{\rho^n}{n!} \right)^{-1} \quad (2.3)$$

$$P_1 = \rho \cdot P_0, P_2 = \frac{\rho^2}{2!} \cdot P_0, \dots, P_k = \frac{\rho^k}{k!} P_0, \dots, P_n = \frac{\rho^n}{n!} P_0 \quad (2.4)$$

(2.3)-(2.4) формулалары шекті ықтималдықтары үшін ЖҚКЖ теоремаларының негізін салушы Эрлангтың есімімен аталады. ЖҚКЖ –нің бас тарту ықтималдығы жүйенің барлық n каналдар бос емес болатын шекті ықтималдықтары:

$$P_{\text{бос}} = \frac{\rho^n}{n!} P_0 \quad (2.5)$$

Салыстырмалы өткізу қабілеттілігі – сұрауға қызмет көрсетіледі дегеннің мүмкіншілігі.

$$Q = 1 - P_{\text{бос}} = 1 - \frac{\rho^n}{n!} P_0 \quad (2.6)$$

$$\text{Абсолютті өткізу қабілеттілігі: } A = \lambda Q = \lambda \left(1 - \frac{\rho^n}{n!} P_0 \right) \quad (2.7)$$

\bar{k} бос емес каналдарының орта саны, бұл бос емес каналдар санының үмітіне тең:

$$\bar{k} = \sum_{k=0}^n k P_k, \text{ мұндағы } P_k \text{ -- (2.3)-(2.4) анықталған жағдайлардың шекті}$$

ықтималдықтары.

Бірақ, бос емес каналдардың орта саны, егер A жүйені абсолютті өткізу қабілеттілігі қызмет көрсетілген ағымдардың интенсивтілігі ретінде ескертіп отырсақ оңай табуға болады. Әрбір бос емес каналды орта шамамен алғанда, μ сұрауы қызмет көрсететін бос емес каналдың орта саны

$$\bar{K} = \frac{A}{\mu} \quad (2.8) \text{ немесе (2.7)-(2.2) формулаларын ескеріп } \bar{K} = \rho \left(1 - \frac{\rho^n}{n!} P_0 \right)$$

(2.9)

Мысалы: 1 лаб жұмысының есептін шарттары бойынша телефондық номерлерінің оптималды санын табу керек, егер оптималдықтың шарттары бойынша әр бір 100 сұранымдардың ішінен 90 – нан аспайтын сұранымдарға қызмет көрсетіледі.

Шешуі: каналдың жүктеудің интенсивтілігі $\rho = 90/30 = 3$, яғни телефонмен біреу сөйлесу орта уақыты ішінде $t_{\text{кыз кор}} = 2$ минутта 3 сұраным келеді.

Каналдардың санын $n = 2, 3, 4, \dots$ санын үлкейіп 2.3 және 2.6 формулалары арқылы n -каналды жүйе үшін қызмет көрсету сипаттамаларын табамыз. Мысалы $n = 2$ болғандықтан $P_0 = (1 + 3 + 3^2/2!) = 0,118 = 0,12$;

$Q = 1 - (3^2/2!) * 0,118 = 0,471 = 0,47$; $A = 90 * 0,471 = 42,4$ және т.с.с. ЖҚКЖ сипаттамаларының мәндерін келесі кестеде көрсетейік:

Қызмет көрсетудің сипаттамалары	Каналдар саны (Телефондық номерлер саны)					
	1	2	3	4	5	6
Q – салыстырмалы өткізу	0,25	0,47	0,65	0,79	0,90	0,95

кабілеттілігі						
A – абсолютты өткізу кабілеттілігі	22,5	42,4	58,8	71,5	80,1	85,3

Оптималдықтың шарттары бойынша $Q \geq 0.9$, сондықтан телевизиондық ательеде 5 телефондық номерлерін орнату керек (кестеде). Сонда бір сағатта ора шамамен алғанда 80 сұранымдарға қызмет көрсетіледі ($A=80$), ал бос емес каналдардың орта саны $\bar{k} = 80.1/30 = 2.67$.

Бақылау тапсырмалары:

1. Ательедегі киімді тігуге 1 тәулікте 5 сұрау келеді. Ал бір киімді тігудің уақытының орта шамасы $t_{\text{кыз кор}} = 2$ сағат. Жүйенің жұмысының тиімділік көрсекішін анықтау керек. Тігіншілердің оптималды санын табу керек, егер оптималдықтың шарттары бойынша орта әр бір 100 сұранымдардың ішінен 90 – нан аспайтын сұранымдарға қызмет көрсетіледі.

2. Бюроға анықтамасын алуға 1 сағатта 40 адам келеді. Ал бір анықтаманы дайындаудың уақытының орта шамасы $t_{\text{кыз кор}} = 2$ минут. Жүйенің жұмысының тиімділік көрсекішін анықтау керек. Бюроның терезелердің оптималды санын табу керек, егер оптималдықтың шарттары бойынша орта әр бір 100 сұранымдардың ішінен 90 – нан аспайтын сұранымдарға қызмет көрсетіледі.

3. Телевизиондық ательедегі телефондық сөйлесуге 1 сағатта 80 сұрау келеді. Ал сөйлесудің орта шамасы $t_{\text{кыз кор}} = 3$ минут. Жүйенің жұмысының тиімділік көрсекішін анықтау керек. Телефондық нөмерлерінің оптималды санын табу керек, егер оптималдықтың шарттары бойынша орта әр бір 100 сұранымдардың ішінен 90 – нан аспайтын сұранымдарға қызмет көрсетіледі.

4. Халықаралық телефондық сөйлесуге 1 күнде 600 сұрау келеді. Ал сөйлесудің орта шамасы $t_{\text{кыз кор}} = 5$ минут. Жүйенің жұмысының тиімділік көрсекішін анықтау керек. Телефондық номерлерінің оптималды санын табу керек, егер оптималдықтың шарттары бойынша орта әр бір 100 сұранымдардың ішінен 90 – нан аспайтын сұранымдарға қызмет көрсетіледі.

5. Дүкенде 1 сағатта 60 сатып алушылар келеді. Ал бір сатып алушаға қызмет көрсету уақытының орта шамасы $t_{\text{кыз кор}} = 3$ минут. Жүйенің жұмысының тиімділік көрсекішін анықтау керек. Дүкеншілердің оптималды санын табу керек, егер оптималдықтың шарттары бойынша орта әр бір 100 сұранымдардың ішінен 90 – нан аспайтын сұранымдарға қызмет көрсетіледі.

6. Шаштаразға шаш алуға 1 сағатта 10 сұрау келеді. Ал бір адамның шашын алу уақытының орта шамасы $t_{\text{кыз кор}} = 7$ минут. Жүйенің жұмысының тиімділік көрсекішін анықтау керек. Шаш алушылардың оптималды санын табу керек, егер оптималдықтың шарттары бойынша орта

әр бір 100 сұранымдардың ішінен 90 – нан аспайтын сұранымдарға қызмет көрсетіледі.

7. Шаштаразға шаш алуға 1 күнде 30 сұрау келеді. Ал бір адамға қызметкөрсету уақытының орта шамасы $\overline{t_{\text{кыз кор}}} = 15$ минут. Шаштараз жүйенің жұмысының тиімділік көрсекішін анықтау керек. Шаш алушылардың оптималды санын табу керек, егер оптималдықтың шарттары бойынша орта әр бір 100 сұранымдардың ішінен 90 – нан аспайтын сұранымдарға қызмет көрсетіледі.

8. Мекенжайы туралы бюроға анықтамасын алуға 1 күнде 500 адам келеді. Ал бір анықтаманы жазудың уақытының орта шамасы $\overline{t_{\text{кыз кор}}} = 1,5$ минут. Бюро жүйенің жұмысының тиімділік көрсекішін анықтау керек. Бюрода терезелердің оптималды санын табу керек, егер оптималдықтың шарттары бойынша орта әр бір 100 сұранымдардың ішінен 90 – нан аспайтын сұранымдарға қызмет көрсетіледі.

9. Дүкенде 1 күнде 900 сатып алушылар келеді. Ал бір сатып алушаға қызмет көрсету уақытының орта шамасы $\overline{t_{\text{кыз кор}}} = 2$ минут. Дүкен жүйенің жұмысының тиімділік көрсекішін анықтау керек. Дүкеншілердің оптималды санын табу керек, егер оптималдықтың шарттары бойынша орта әр бір 100 сұранымдардың ішінен 90 – нан аспайтын сұранымдарға қызмет көрсетіледі.

10. Ательеге киімді жөндеуге 1 сағатта 20 сұрау келеді. Ал бір киімді жөндеудің уақытының орта шамасы $\overline{t_{\text{кыз кор}}} = 15$ минут. Ателье жүйенің жұмысының тиімділік көрсекішін анықтау керек. Тігіншілердің оптималды санын табу керек, егер оптималдықтың шарттары бойынша орта әр бір 100 сұранымдардың ішінен 90 – нан аспайтын сұранымдарға қызмет көрсетіледі.

ТЕСТ ТАПСЫРМАЛАРЫ

1. Кездейсоқ шама дегеніміз не?
 - A) Дискретті шамаға кері байланыс;
 - B) Математикалық үміт пен дисперсиясы бар шама;
 - C) Ықтималдылықтар теориясының бірі;
 - D) Үзіліссіз кездейсоқ шама түрі;
 - E) Жауабы жоқ.

2. X кездейсоқ шаманың үлестірім функциясы неге тең?
 - A) $0 < F(x) \leq 1$;
 - B) $F(x) = P(X < x)$;
 - C) $F(-\infty) = 1$;
 - D) $P(x = x_i)$;
 - E) $F(\beta) \geq F(\alpha)$.

3. Үлестірім тығыздығын тап?
 - A) $F(x) = P(X < x)$;
 - B) $f(x) = F'(x)$;
 - C) $F(x) = f''(x)$;
 - D) $f(x) = F(x)$;
 - E) $F(x) = \iint_{-\infty}^x (x) dx$.

4. Дифференциалды функциядан шексіз шектердегі интеграл нешеге тең?
 - A) 1;
 - B) 0;
 - C) $-\infty$;
 - D) $+\infty$;
 - E) 2.

5. Кездейсоқ шама терминін сәтті термин деп айтуға болмайды, ол жаңылыс пікір туғызуы мүмкін. Бұл жерде функция нешеу?
 - A) 0;
 - B) 3;
 - C) 2;
 - D) 1;
 - E) Жауабы жоқ.

6. (Ω, F, P) дегеніміз?
 - A) Аксиома;
 - B) Оқиғалар тізбегі;
 - C) Ықтималдылықтар тізбегі;
 - D) Кездейсоқ оқиғалар;

Е) Сандар.

7. $P(x)=k)=\frac{\lambda^k * e^{-\lambda}}{k!}$, $k=0,1,2,\dots$

- А) Биномдық;
- В) Байес формуласы;
- С) Пуассон формуласы;
- Д) Бірқалыпты үлестірім;
- Е) Көрсеткіштік үлестірім.

8. Бірқалыпты үлестірілген кездейсоқ шаманың математикалық үміті неге тең?

- А) $M(x)=\frac{a+b}{2}$;
- В) $M(x)=\lambda$;
- С) $M(x)=\frac{1}{\lambda}$;
- Д) $M(x)=a$;
- Е) $M(x)=-\frac{1}{a}$.

9. Қалыпты үлестірімнің кездейсоқ шама дисперсиясы?

- А) $D(x)=\sigma^2$;
- В) $D(x)=\lambda$;
- С) $M(x)=\frac{1}{\lambda}$;
- Д) $M(x)=a$;
- Е) $D(x)=-\frac{1}{\lambda}$.

10. Үзіліссіз кездейсоқ шаманың үлестірім тығыздығы $[a,b]$ аралығында тұрақты болып, одан тыс жерде 0-ге тең болса, онда кездейсоқ шама деп аталады.

- А) Үлестірім функциясы;
- В) Үзіліссіз;
- С) Биномдық ;
- Д) Үлестірімдік;
- Е) Бірқалыпты.

11. Пуассон үлестірімінің дисперсиясы?

- А) $D(x)=\sigma^2$;
- В) $D(x)=\lambda$;
- С) $M(x)=\frac{1}{\lambda}$;
- Д) $M(x)=a$;
- Е) $D(x)=-\frac{1}{\lambda}$.

12. Қалыпты үлестірім заңында $f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}}$ формуласындағы σ, a деп отырғанымыз?

- A) Айнымалылар;
- B) Мәндер;
- C) Шамалар;
- D) Параметрлер;
- E) Дисперсиялар.

13. Модель құруды ең бірінші неден бастау керек ?

- A) Есептен;
- B) Ішінен;
- C) Жанынан;
- D) Талдаудан;
- E) Шетінен.

14. Моделдің нақты мақсаты анықталған соң ?

- A) Нақты белгілерін анықтау;
- B) Жай белгілерін анықтау;
- C) Белгілерін анықтау;
- D) Объектіні айқындау;
- E) Мақсатын анықтау.

15. Моделдің объектілерін ерекше формаға келтіру қалай аталады ?

- A) Объектілеу;
- B) Формалдау;
- C) Адекваттылық;
- D) Моделдеу;
- E) Математкалық.

16. Адекваттық дегеніміз ?

- A) Моделдің атауы;
- B) Моделдің құрылымы;
- C) Моделдің негізгі түсініктерің бірі;
- D) Моделдің негізгі анықтамалары;
- E) Моделдің негізгі объектілері.

17. Формалдау сатысының нәтижесі

- A) Бейнелеуіш модель;
- B) Материялық модель;
- C) Математикалық модель;
- D) Австрактілі модель;
- E) Ақпараттық модель.

18. Моделдеу процесін аяқтамас бұрын ... тексеру керек ?

- A) Адекваттылығын;
- B) Объектісін;
- C) Формасын;
- D) Жүйесін;
- E) Программасын.

19. Кесте, сызба, карта, алгоритм, сурет ретінде берілетін моделдің түрі?

- A) Бейнелеуіш модель;
- B) Материялдық модель;
- C) Математикалық модель;
- D) Австрактілі модель;
- E) Ақпараттық модель.

20. Қасиеттері мен белгілерін формаға келтіретін модель түрі ?

- A) Бейнелеуіш модель;
- B) Материялдық модель;
- C) Формалдау моделі;
- D) Австрактілі модель;
- E) Ақпараттық модель.

21. Моделді формалдауға кіріспес бұрын

- A) Ерекшеленген қасиеттерін қарастыру;
- B) Объектінің ерекшелігін қарастыру;
- C) Процестің ерекшелігін қарастыру;
- D) Форманың ерекшелігін қарастыру;
- E) математикалық ерекшелігін қарастыру.

22. Объектінің сырт түріне, құрылымына, күйіне қарайтын ол?

- A) Бейнелеуіш модель;
- B) Моделдеудің негізгі этаптары;
- C) Математикалық модель;
- D) Австрактілі модель;
- E) Ақпараттық модель.

23. Монте-Карло әдісі сынақтың санын көп мөлшерде болуын талап ететіндіктен, бұл әдісті көбінесе қандай сынақ әдісі деп атайды?

- A) статистикалық;
- B) физикалық;
- C) қарапайым;
- D) өзара;
- E) имитациялық.

24. Тармақталған Марков процесін моделдеуді пайдаланып, кейбір сызықты емес теңдеулерді қай ғасырда шығарған?

- A) 20;
- B) 19;
- C) 21;
- D) 18;
- E) 17.

25. Тармақталған Марков процесін моделдеуді пайдаланып, кейбір сызықты емес теңдеулерді де шығаруға болады деп ұсынған кімдер?

- A) Дж.Нейман, С.Улам;
- B) Р. Бэкон, Дунс Скот;
- C) Ф. Бэкон, У. Оккам;
- D) Рассел және Броуд;
- E) Дж. Льюис, М. Добб.

26. Дж.Нейман қай жылдар аралығында өмір сүрді?

- A) (1903 – 1957);
- B) (1902 – 1957);
- C) (1904 – 1957);
- D) (1903 – 1958);
- E) (1903 – 1954).

27. С.Улам қай жылдар аралығында өмір сүрді?

- A) (1909 – 1984) ;
- B) (1908 – 1984);
- C) (1907 – 1984);
- D) (1906 – 1986);
- E) (1909 – 1985).

28. Монте - Карло әдісі туралы бірінші мағұлматтар қай жылдардың аяғында жазылымға түскен?

- A) 40-шы;
- B) 30-шы;
- C) 50-шы;
- D) 60-шы;
- E) 70-шы.

30. Біздің елімізде жазылымға қай жылдары В.В Чавчанидзе, Ю.А. Шрейдер және В.С Владимиров түсірді?

- A) 1955 – 1956 жылдары;
- B) 1956 – 1956 жылдары;
- C) 1957 – 1956 жылдары;
- D) 1955 – 1957 жылдары;

Е) 1955 – 1958 жылдары.

31. Үлкен сандар заңы әдісінің негізі болатын қандай әдіс?

- А) Монте-Карло;
- В) Карл Маркс;
- С) Гронсфельд;
- Д) Нақты сандар;
- Е) Дұрыс жауап жоқ.

32. Кез келген есепті Монте - Карло әдісімен шығарған мыналардан тұрады:

- А) процестің формалды бейнелеу;
- В) құрылымдық схеманы құру және өңдеу процесінен негізгі қарым - қатынасын анықтау;
- С) кездейсоқ жағдайларды функционалды түрде моделдеу;
- Д) моделдеу нәтижелері қорытындылау, олардың статистикасын зерттеу, талдау және жалпылау;
- Е) барлығы да дұрыс.

33. Біздің елімізде МК әдісін жазылымға 1955 – 1956 жылдары кімдер түсірді?

- А) В.В Чавчанидзе, Ю.А. Шрейдер және В.С Владимиров;
- В) В.В Чавчанидзе, М. Корнфорт, Дж. Льюис, М. Добб;
- С) Ф. Бэкон, Гоббс және Локк, В.С Владимиров;
- Д) Р. Бэкон, Дунс Скот және У. Оккам;
- Е) Маркс К. және Энгель Ф.

34. Компьютер ресурстары арқылы құрылған виртуалды бейне:

- А) прагматикалық бейне;
- В) танымдық бейне;
- С) инструменталды бейне;
- Д) компьютерлік бейне;
- Е) семантикалық бейне.

35. Қолданбалы модель:

- А) прагматикалық бейне;
- В) танымдық бейне;
- С) инструменталды бейне;
- Д) компьютерлік бейне;
- Е) семантикалық бейне.

36. Теориялық модель:

- А) прагматикалық бейне;
- В) танымдық бейне;
- С) инструменталды бейне;

- D) компьютерлік бейне;
- E) семантикалық бейне.

37. Прагматикалық модель немесе танымдық моделдерді құру мен зерттеу:

- A) прагматикалық бейне;
- B) танымдық бейне;
- C) инструменталды бейне;
- D) компьютерлік бейне;
- E) семантикалық бейне.

38. Геометриялық нүктелер, математикалық маятник, идеал газ, шексіздік:

- A) Модель;
- B) Материалдық (табиғи) модель;
- C) Ақпараттық моделдер;
- D) компьютерлік бейне;
- E) Бейнелеуші моделдер.

39. Моделденуші объектінің ақпаратты кодтау тілдерінің бірінде жазылған сипаттамасы :

- A) Модель;
- B) Материалдық (табиғи) модель;
- C) Ақпараттық моделдер;
- D) Компьютерлік бейне;
- E) Бейнелеуші моделдер.

40. Моделдеуші объектінің сыртқы түрін, құрылымын, жағдайын бейнелейтін кішірейтілген/ұлғайтылған көшірмелері:

- A) Модель;
- B) Материалдық (табиғи) модель;
- C) Ақпараттық моделдер;
- D) компьютерлік бейне;
- E) Бейнелеуші моделдер.

41. Модель дегеніміз ...

- A) Модель;
- B) Моделдеуші объектінің сыртқы түрін, құрылымын, жағдайын бейнелейтін кішірейтілген/ұлғайтылған көшірмелері;
- C) Ақпараттық моделдер;
- D) Моделдеу мақсаты тұрғысынан оқып үйренетін объектінің/құбылыстың кейбір жақтарын ұқсастырып бейнелейтін жаңа объект;
- E) Бейнелеуші моделдер.

42. Элементтер мен олардың арасындағы байланыстар жиынтығы ...?

- A) Модель;

- B) Объект құрылымы;
- C) Моделдеу;
- D) Объект;
- E) Бейнелеуші моделдер.

43. Моделдеу қанша принципке сүйенеді?

- A) 1;
- B) 4;
- C) 3;
- D) 2;
- E) 5.

44. Модель дегеніміз не?

- A) моделдеу мақсаттарына арналған маңызды қасиеттері бар объекті;
- B) есептеуіш процесс операцияларының орындалу тізбектілігін анықтайтын алдын – ала жазылу ;
- C) байланыстар жиынтығы;
- D) d)моделдеу мақсаты тұрғысынан оқып үйренетін объектінің/құбылыстың кейбір жақтарын ұқсастырып бейнелейтін жаңа объект;
- E) қандайда бір жүйе (теория) элементтеріне берілетін мәндер жиынтығы.

45. <<Модель>> сөзі латын тілінен аударғанда қандай мағына береді?

- A) модуль;
- B) нақты әлем;
- C) объект қасиеті;
- D) өлшем;
- E) бейнелеу.

46. Төмендегі нұсқалардың арасынан Математикалық модель –дің анықтамасын көрсетіңіз.

- A) құрылғыныңнемесе жүйенің іс-әрекетін программаның көмегімен моделдеу;
- B) объектінің қанда йдабір тілде сөздік сипатталуы;
- C) моделденуші объектінің ақпаратты кодтау тілдереніңбірінде сипатталуы;
- D) практикалық әрекеттерді ұйымдастыру құралы,жүйені басқаруға арналған мақсатты ұсыну;
- E) объект және объект элементтерінің қасиеттеріне, параметрлеріне, сыртқы әсерлердің күйін сипаттаумен анықталатын математикалық қатынастар (формулалар, теңсіздіктер, теңдеулер, логикалық қатыстар) тілінде жазылған жиынтық.

47. Семантикалық модель дегеніміз не?

- A) семантикалық жадта ұғымдарды граф түрінде ұсыну жобасы;

- В) зерттелетін объектіге және анықталған зерттеу шеңберіне қатысты себеп-салдарлық байланыстар мен заңдылықтарды айқындауды сипаттайды;
- С) адам сезіміне ықпал ететін сезімдік, эмоциялық (музыка, поэзия) моделдер;
- Д) объект және объект элементтерінің қасиеттеріне, параметрлеріне, сыртқы әсерлердің күйін сипаттаумен анықталатын математикалық қатыстар (формулалар, теңсіздіктер, тендеулер, логикалық қатыстар) тілінде жазылған жиынтық;
- Е) құрылғының немесе жүйенің іс-әрекетін программаның көмегімен моделдеу.

48. Төменде берілген анықтамаға қай модель түрі сәйкес келеді?

Моделденуші объектінің ақпаратты кодтау тілдерінің бірінде жазылған сипаттамасы

- А) математикалық модель;
- В) семантикалық модель;
- С) материалдық модель;
- Д) ықтималды модель;
- Е) ақпараттық модель.

49. Материальдық модельге төмендегі нұсқалардың қайсысы сай келеді?

- А) Глобус;
- В) Схемалар;
- С) Формулалар;
- Д) Геометриялық нүктелер;
- Е) жоғарыдағы барлық нұсқалар сай келеді.

50. Моделдеу дегеніміз не?

- А) кездейсоқ әселер болмайтын процестерді бейнелейді;
- В) Жеке элементтердің қасиеттерінен өзгеше қасиеті бар өзара байланысқан элементтер;
- С) элементтермен олардың арасындағы байланыстар жиынтығы айтылады;
- Д) кез-келген құбылыстардың, процестердің немесе объект жүйелерінің қасиеттері мен сипаттамаларын зерттеу үшін олардың үлгісін құру (жасау) және талдау;
- Е) дұрыс жауабы жоқ.

51. Көп нүктенің орнына сәйкес келетін сөзді қойыңыз:

Зерттеліп жатқан объектіні үлгілеу үшін қажетті бастапқы ақпарат берілетін жобалау тілі деп аталады

- А) объект оқиғасы;
- В) элемент;
- С) объект;
- Д) модель;

Е) моделдеу тілі.

52. Программалық моделдеу дегеніміз не?

- А) құрылғының немесе жүйенің іс-әрекетін программаның көмегімен моделдеу;
- В) модель жүйесі туралы компьютерлік құралдарымен ұсынуы;
- С) есептеуіш процесс операцияларының орындалу тізбектілігін анықтайтыналың – ала жазылу;
- Д) семантикалық жадта ұғымдарды граф түрінде ұсыну жобасы;
- Е) дұрыс жауабы жоқ.

53. Барлық моделдердің көп бейнелілігі негізінен қанша топқа бөлінеді:

- А) 2;
- В) 3;
- С) 5;
- Д) 6;
- Е) 4.

54. Моделдеу субъектісінің қызмет сферасы бойынша моделдің қандай түрлерін бөледі?

- А) сыртқы түр, құрылым, күй моделдері;
- В) тіркелуші, эталондық;
- С) идеалдық, ақпараттық;
- Д) танымдық, коммуникативтік;
- Е) болжамдық, имитациялық.

55. Дескриптивтік модель дегеніміз не?

- А) ақұрылғының немесе жүйенің іс-әрекетін программаның көмегімен моделдеу;
- В) объект және объект элементтерінің қасиеттеріне, параметрлеріне, сыртқы әсерлердің күйін сипаттаумен анықталатын математикалық қатыстар (формулалар, теңсіздіктер, теңдеулер, логикалық қатыстар) тілінде жазылған жиынтық;
- С) семантикалық жадта ұғымдарды граф түрінде ұсыну;
- Д) объектінің қандайда бір тілде сөздік сипатталуы;
- Е) кездейсоқ мәселелер болмайтын процестерді бейнелейді.

56. Объект дегеніміз не?

- А) объектімен танылатын амалдар;
- В) нақты әлемнің объектісіне, оның қалыпына сәйкес келетін құрылым;
- С) объектімен орындауға болатын амалдар;
- Д) объектілер мен олардың арасындағы өзара байланыстардың жиынтығы;
- Е) моделдің элементі.

57. Кездейсоқ оқиғаның мән қабылдау аралығы?

- A) 0 мен 15;
- B) 1 мен 3;
- C) 0 мен 1;
- D) 100 бен шексіздік;
- E) -1 мен 0.

58. Егер осы оқиғалардың пайда болу ықтималдығы бір уақытта 0-ге тең болса ол қандай оқиға?

- A) Қатар оқиға;
- B) Бірікпеген;
- C) Біріккен;
- D) Қосылған;
- E) Дұрыс жауабы жоқ.

59. Оқиғаның белгіленуі

- A) r;
- B) y;
- C) z;
- D) a;
- E) k.

60. Оқиғаның пайда болу ықтималдығының белгіленуі

- A) r;
- B) y;
- C) p;
- D) a;
- E) k.

61. Монте-Карло әдісі кездейсоқ нүктелердің интервалға түсу ғана есепке алады

- A) Жиілігін;
- B) Үдеуін;
- C) Жылдамдығын;
- D) Күшін;
- E) Инерциясын.

62. Оқиғалар бірікпейтін болса, олардың түсу ықтималдығының соммасы нешеге тең:

- A) 1;
- B) 2;
- C) 0;
- D) -1;
- E) 10.

63. $P_1 + P_2 + \dots + P_n = ?$

- A) 1;
- B) 0;
- C) 2;
- D) 3;
- E) -1.

64. Егер тауардың қате шығу ықтималдығы 0,1 болса, онда дұрыс шығу ықтималдығы ?

- A) 0,1;
- B) 0,5;
- C) 0,8;
- D) 1;
- E) 0,9.

65. Егер тауардың қате шығу ықтималдығы 0,5 болса, онда дұрыс шығу ықтималдығы ?

- A) 0,1;
- B) 0,5;
- C) 0,6;
- D) 0,9;
- E) 0.

66. Объектінің құрылымы дегеніміз?

- A) Оның элементтері мен олардың арасындағы байланыстар жиынтығы;
- B) Ұзақ уақыт сақтау үшін моделдеу;
- C) Моделдеу объектісінің ішкі түрі;
- D) Моделдеу объектісінің құрылысы;
- E) Объектінің құрамды элементтері.

67. Оқылатын объектінің математикалық моделдеуінің есептеуіш техникасының көмегімен құрылысы мен анализіне негізделген күрделі проблемалардың зерттеу технологиясы қалай аталады?

- A) есептеуіш эксперимент;
- B) техникалық эксперимент;
- C) компьютерлік моделдеу;
- D) ақпараттық эксперимент;
- E) компьютерлік эксперимент.

68. Модель ретінде не болса да, нақты объекті оқыту немесе нақты объектінің қасиеті туралы ақпарат тарату мақсатында объект-модель көмегімен нақты объектінің орнын ауыстыру процесі әрқашан қаралып отырады. Бұл процесс қалай аталады?

- A) моделдеу;

- В) модель;
- С) эксперимент;
- Д) дұрыс жауабы жоқ;
- Е) оқиға.

69. Моделдер қайда қолданылады?

- А) Қарым қатынас аясында;
- В) Адам қызметінің таным қатынас практикалық қызмет сфераларында;
- С) Барлығында;
- Д) Практикалық жүйеде;
- Е) Әрбір әспект өзіндік қасиеттер құрылымымен сипатталады.

70. Төменде келтірілген анықтамалардың қайсысы «модель» түсінігіне тиісті?

- А) бұл белгілі-бір түрде нақты объект – оригиналды еске түсіретін жалған түрде жасалған объект;
- В) бұл моделденетін жүйе туралы ақпараттарды компьютер құралдарымен көрсету;
- С) бұл жеке элементтер құрылымынан өзгеше құрылымы бар өзара байланысқан элементтердің бірігуі;
- Д) бұл моделдеу мақсатына маңызды құрылымы бар объект;
- Е) бұл компьютерлік моделде элементтердің мінез-құлқын теру және элементтер арасындағы байлансты көрсететін объект.

71. Төменде келтірілген анықтамалардың қайсысы «компьютерлік модель» түсінігіне тиісті?

- А) бұл моделденетін жүйе туралы ақпараттарды компьютер құралдарымен көрсету;
- В) бұл жеке элементтер құрылымынан өзгеше құрылымы бар өзара байланысқан элементтердің бірігуі;
- С) бұл моделдеу мақсатына маңызды құрылымы бар объект;
- Д) бұл белгілі-бір түрде нақты объект – оригиналды еске түсіретін жалған түрде жасалған объект;
- Е) бұл компьютерлік моделде элементтердің мінез-құлқын теру және элементтер арасындағы байлансты көрсететін объект.

72. Моделдеу процесіндегі ауыстыратын объект қалай аталады?

- А) оригинал;
- В) модель;
- С) эксперимент;
- Д) оқиға;
- Е) процесс.

73. Моделдеу процесіндегі ауыстырылатын объект қалай аталады?

- A) модель;
- B) оригинал;
- C) эксперимент;
- D) оқиға;
- E) процесс.

74. Келесі негізгі түсініктер қандай технологияға жатқызылады?

Модель (модель), компьютерлік модель (модель), жүйе, элемент, байланыс, жүйе жағдайы

- A) Компьютерлік моделдеу технологиясы;
- B) Техникалық моделдеу технологиясы;
- C) Иммитационды моделдеу технологиясы;
- D) Статистикалық моделдеу технологиясы;
- E) Аналитикалық моделдеу технологиясы.

75. Моделдеу ғылымы түрде қандай принциптерге сүйенеді

- A) Редукционизм, эволюция, рационалдылық;
- B) Эволюция, техникалық, моделдеу;
- C) Рационалдық, программалық;
- D) Эволюция, техникалық, ғылыми;
- E) Болжамдық, материалдық, рационалдық.

76. Төменде келтірілген анықтамалардың қайсысы «жүйе» түсінігіне тиісті?

- A) бұл моделденетін жүйе туралы ақпараттарды компьютер құралдарымен көрсету;
- B) бұл жеке элементтер құрылымынан өзгеше құрылымы бар өзара байланысқан элементтердің бірігуі;
- C) бұл моделдеу мақсатына маңызды құрылымы бар объект;
- D) бұл белгілі-бір түрде нақты объект – оригиналды еске түсіретін жалған түрде жасалған объект;
- E) бұл компьютерлік моделде элементтердің мінез-құлқын теру және элементтер арасындағы байлансты көрсететін объект.

77. Төменде келтірілген анықтамалардың қайсысы «элемент» түсінігіне тиісті?

- A) бұл моделденетін жүйе туралы ақпараттарды компьютер құралдарымен көрсету;
- B) бұл жеке элементтер құрылымынан өзгеше құрылымы бар өзара байланысқан элементтердің бірігуі;
- C) бұл моделдеу мақсатына маңызды құрылымы бар объект;
- D) бұл белгілі-бір түрде нақты объект – оригиналды еске түсіретін жалған түрде жасалған объект;
- E) бұл компьютерлік моделде элементтердің мінез-құлқын теру және элементтер арасындағы байлансты көрсететін объект.

78. Төменде келтірілген анықтамалардың қайсысы «жүйе жағдайы» түсінігіне тиісті?

- A) бұл моделденетін жүйе туралы ақпараттарды компьютер құралдарымен көрсету;
- B) бұл жеке элементтер құрылымынан өзгеше құрылымы бар өзара байланысқан элементтердің бірігуі;
- C) бұл моделдеу мақсатына маңызды құрылымы бар объект;
- D) бұл белгілі-бір түрде нақты объект – оригиналды еске түсіретін жалған түрде жасалған объект;
- E) бұл компьютерлік моделде элементтердің мінез-құлқын теру және элементтер арасындағы байланысты көрсететін объект.

79.«Математикалық модельге» анықтама беріндер.

- A) бұл зерттелген объектің тәртібі мен қасиетін барабар көрсететін математикалық объектілер мен олардың арасындағы қатынасының бірлестігі;
- B) бұл компьютердің көмегімен модельленген жүйе туралы ақпаратты жеткізу;
- C) жеке элементтердің қасиетінен басқа қасиетке ие болатын бір бірімен байланысқан қасиеттердің бірлестігі;
- D) бұл моделдеу мақсатында керекті қасиеті бар объект;
- E) элементтер мінездемесі мен олардың арасындағы байланыс компьютерлік моделдеудегі жиынтықты көрсететін түсінік.

80. Алгоритм дегеніміз не?

- A) элементтер мінездемесі мен олардың арасындағы байланыс компьютерлік моделдеудегі жиынтықты көрсететін түсінік;
- B) есептеуіш процесс операцияларының орындалу тізбектілігін анықтайтын алдын – ала жазылу;
- C) бұл моделдеу мақсатына маңызды құрылымы бар объект;
- D) бұл моделденетін жүйе туралы ақпараттарды компьютер құралдарымен көрсету;
- E) есептеуіш процесс операциясы.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

- 1 Шукаев Д.Н. Компьютерное моделирование.- Алматы: КазНТУ, 2004. 136с.
- 2 Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. М.ВШ.1998г.
- 3 Шукаев Д.Н. Моделирование случайных закономерностей на ЭВМ. Китап, 1991г.
- 4 Шукаев Д.Н.Имитационное моделирование на ЭВМ. – Алматы: РИК, 1995.
- 5 Соболев И.М. Численные методы Монте- Карло. «Наука» ФМ, 1983г.
- 6 Нейлор Т. Машинные имитационные эксперименты с моделями экономических систем. «Мир», 1985г.
- 7 Бусленко И.П. Моделирование сложных систем. Наука. 1988г.
- 8 Шеннон Р. Иммитационное моделирование систем – искусство и наука. «Мир», 1978г.
- 9 Иванова В.М. Случайные числа и их применение. М. «Финансы и статистика», 1994г.
- 10 Кнут Д. Искусство программирования для ЭВМ. т. 2. М., «Мир», 1997г.
- 11 Кельтон В., Лоу А. Иммитационное моделирование. Классика CS – СПб.: Питер, Киев: Издательская группа ВНУ , 2004
- 12 Вафоломеев В.И., Назаров С.В. Алгоритмическое моделирование элементов экономических систем: Практикум: Учебное пособие. – М.: Финансы и статистика, 2004.

