

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТИ

Агроаграрлық және аспаптарлық технологиялар
кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»
Кафедра меңгерушісі
Ф.-м. ғ. ғ. профессор Құралбаев З. Ғ.
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)
Қу « 31 » 05 20 16 ж.
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы:

Парабела тәрізіндегі квадрикоординаттық теңдеуді
шешудің алгоритмдерін талдау

Есептеу техникасына негізделген бағдарламалық
қамтамасыз ету мамандығы бойынша

Орындаған Қайрат А Мек-12-1
(аты-жөні) (тобы)

Жетекші Құралбаев З. Ғ. Ф.-м. ғ. ғ. профессор
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Кеңесшілер :

Экономикалық бөлім бойынша :
З. Ғ. м. доцент, Туселбаев Б. У.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
Тус « 28 » 05 20 16 ж.
(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша :
Хакімжанов Т. Е. м. ғ. ғ. дәрежесі профессор
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
Хак « 26 » 05 20 16 ж.
(қолы)

Есептеу техникасын қолдану бойынша :
Ф.-м. ғ. ғ. профессор Құралбаев З. Ғ.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
Қу « 26 » 05 20 16 ж.
(қолы)

Мөлшер бақылаушы:
Ф.-м. ғ. ғ. профессор Құралбаев З. Ғ.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
Қу « 31 » 05 20 16 ж.
(қолы)

Пікір жазушы :
И. Ғ. Д., профессор Сәдуақасов О. С.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
Сәдуақасов « 31 » 05 20 16 ж.
(қолы)

Алматы 2016

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

“Аунараттағы және аэротарихтағы технологиялар” факультеті
“Сертпеу техникасын жк бағдарламалық қамсыз” мамандығы
“Компьютерлік технологиялар” кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Абайрат Айгерім
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы Парабола тиіндегі квазисыздықтағы
теңдеуді шешудің алгоритмдерік талдау
ректордың «19» қазан 2015ж. №148 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: « . » 20 16 ж.

Жобаға бастапқы деректер (талап етілетін жоба нәтижелерінің параметрлері және нысанның бастапқы деректері)

Парабола тиіндегі квазисыздықтағы теңдеуде
көптірілетін өлшемдер туралы есеп
квазисыздықтағы теңдеуді шешу мәселі рде алгоритм

Диплом жобасындағы әзірленуі тиіс сұрақтар тізімі немесе диплом жобасының қысқаша мазмұны:

- жоғары температуралық процестердің математикалық моделі
- диффузия көзделетін айнама процесінің математикалық моделі
- жоғары температуралық сұйықтың пубіліс қозғалысының болуының процестің математикалық моделі

Сызба материалдарынын (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

- шектелген айферме жүйі
- айқын есептеу схемасы
- созылмалы айқын емес есептеу схемасы

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1. Будущее прикладной математики: Курсов для ведущих исследователей. От идей к технологиям, Под ред. Т.Т. Мамманжолов. - М.: Колос, 2008. - 512 с.
2. Тихонов А.И., Самарский А.А. Уравнения математической физики. - М.: Наука, 1977. - 736 с.
3. Лаврентьев М.А., Швабман Я.В. Проблемы гидроаэродинамики и их математические модели. - М.: Наука, 1973. - 416 с.

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
экономика	Туралбаев Б.	21.01. 26.05.16	Тур
Түркия Республикасының негізгі бөлімі	Хакімжанов Т.Е.	21.01. 26.05.16	Хак
мәліметтер бағалау	Журалиев З.Ж.	26.05.16.	Жу
есептеу тех. қолдану	Журалиев З.Ж.	31.05.16.	Жу
	Журалиев З.Ж.	26.05.16.	Жу

АНДАТПА

Диплом жұмысы аса өзекті мәселе – парабола типіне жататын квазисызықтық дифференциалдық теңдеуді шешуге арналған әдістерді компьютерлік модельдеу әдістерінің көмегімен зерттеуге арналған. Ол мақсатқа жету үшін осындай теңдеуге келтірілетін практикалық есептер қарастырылған. Үш түрлі жиі кездесетін практикалық есептерді математикалық модельдеу нәтижесінде квазисызықтық теңдеу үшін қойылатын математикалық есепке келтірілген. Осы есепті шешуге арналған әдістер мен олардың алгоритмдері талданған.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа посвящена актуальной проблеме – исследованию с помощью методов компьютерного моделирования метода решения задачи для квазилинейного дифференциального уравнения параболического типа. Для достижения данной цели были рассмотрены практические задачи. Методами математического моделирования три часто встречающиеся на практике задачи получены квазилинейные уравнения. Были анализированы методы и их алгоритмы решения такой задачи.

]

ANNOTATION

Thesis is devoted to the actual problem - the study using computer simulation methods methods for solving problems for quasi-linear parabolic differential equations . To achieve this, practical problems were considered . The methods of mathematical modeling of three common objectives in practice obtained quasi-linear equations . We were analyzed by methods and algorithms for solving this problem .

МАЗМҰНЫ

БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР

КІРІСПЕ

0.1 Жұмыстың мақсаты

0.2 Тақырыптың өзектілігі

0.3 Жұмыстың жалпы сипаты

0.4 Зерттеу әдістері

0.5 Теориялық және практикалық маңызы

0.6 Жұмыстың құрамы мен көлемі

1 ПАРАБОЛА ТИПІНДЕГІ КВАЗИСЫЗЫҚТЫҚ ТЕҢДЕУГЕ КЕЛТІРІЛЕТІН ЕСЕПТЕР ТУРАЛЫ ШОЛУ

1.1 Жоғары температуралық процестердің математикалық моделі

1.2 Диффузия коэффициенті айнымалы процесінің математикалық моделі

1.3 Жоғары тұтқырлы таяз сұйықтың түбінің қозғалысынан болатын процестің математикалық моделі

1.4 Квазисызықтық теңдеу туралы есептің қойылуы

2 КВАЗИСЫЗЫҚТЫҚ ТЕҢДЕУДІ ШЕШУ ТӘСІЛІ ЖӘНЕ АЛГОРИТМДЕР

2.1 Торлар әдісі

2.2 Айқын есептеу схемасы

2.3 Айқын емес есептеу схемасы

3 ЕСЕПТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІН ТАЛДАУ

3.1 Есептеу схемаларының тұрақтылықтарының салыстырмалы сипаттары

3.2 Схемалардың дәлдіктерін талдау

3.3 Программа құрастыруға ыңғайлықтары

4 ЭКОНОМИКАЛЫҚ БӨЛІМ

5 ЭРГОНОМИКА

ҚОРЫТЫНДЫ

ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТ

ҚОСЫМША

КІРІСПЕ

Математикалық физика теңдеулерінің ішінде ерекше орын алатын теңдеулерге квазисызықтық дифференциалдық теңдеулерді жатқызуға болады. *Квазисызықтық теңдеу* дегеніміз ізделінетін функцияның екінші (жоғары) дәрежелі туындысының коэффициенті функцияның өзіне тәуелді функция болатын теңдеу. Бұл теңдеудің ерекшелігі – коэффициенттің функция болуы, сондықтан ондай теңдеуді шешу үшін аналитикалық әдіспен шешілмейтіндігі. Осындай ерекшеліктеріне байланысты квазисызықтық теңдеулерге байланысты есептерді шешу үшін тек сандық әдістер ғана қолданылады.

Мамандардың тұжырымы бойынша, математикалық физика есептерін, оның ішінде квазисызықтық теңдеулер есептерін, шешуге арналған әдістердің ең тиімдісі шектелген айырмалар әдісі немесе торлар әдісі [1] деп саналады. Сандық әдістердің негізгі кемшілігі белгілі, ол – шешімнің жуық мәнінің ғана табылатындығы. Оның себебі дифференциалдық теңдеудің дискретті теңдеулер системасымен алмастырылатындығы. Сонымен бірге, сандық әдіс шешімді сандық кестелер күйінде алынатындығы.

Бірақ сандық әдістің өзіндік артықшылықтары да бар. Мысалы, аналитикалық әдіспен шешілмейтін есептердің барлығын дерлік сандық әдіспен шешуге болады. Сандық әдістердің рөлі есептеу техникасының пайда болуына бойланысты кеңінен пайдаланыс тапты. Себебі сандық әдістердің көпшілігі өте үлкен көлемді жадты және жылдам амалдар орындауды қажет етеді. Сонымен, бұл жерде екі проблема туады:

- өте үлкен көлемді ақпарат сақтау;
- аса жылдам амалдар орындау.

Осындай проблемаларды шешу үшін өнімділігі қуатты компьютерлерді (суперкомпьютерлерді) пайдалану қажет болады. Бірақ мұндай компьютерлердің құны өте үлкен, көпшіліктің қолы жете бермейді. Ал кейбір күрделі есептерді шешуде, оның ішінде квазисызықтық теңдеулерді шешу үшін, қарапайым дербес компьютерлердің өнімділігінің жетпеуі мүмкін болады. Осыған байланысты сандық әдістердің және олардың алгоритмдерінің тиімділігін зерттеу *маңызды мәселе* болып табылады.

Жұмыстың мақсаты. Осындай маңызды мәселенің бірі - әрбір алгоритмдердің сапасын, жұмыс тиімділігін зерттеудің қажеттілігі. Осыған байланысты дипломдық жұмыстың *мақсаты* - парабола типіндегі квазисызықтық дифференциалдық теңдеулерді шешуге арналған әдістердің алгоритмдерін талдау.

Алгоритмдерді талдау үшін алдымен квазисызықтық теңдеулерге келтірілетін практикалық есептерге шолу жасалынып, олардың математикалық модельдері қарастырылады. Математикалық модельдеудің негізгі мақсаты - кез келген салада қарастырылатын есепті математикалық есепке келтіру. Математикалық есепті шешу есептеу техникасының (компьютерлік) негізгі қызметі болып табылады.

Жұмыс тақырыбының өзектілігі. Дипломдық жұмыстың бірінші бөлімінде квазисызықтық дифференциалдық теңдеулердің пайда болатын практикалық есептерге шолу берілген. Онда қарастырылған есептердің маңыздылығына байланысты оны шешуге арналған әдістер мен алгоритмдерді талдау, олардың ерекшеліктерін білу *өзекті мәселе* болып табылады. Сондықтан дипломдық жұмыстың тақырыбы өзекті.

Жұмыстың жалпы сипаты. Дипломдық жұмыста квазисызықтық теңдеулер пайда болатын есептерді қарастырғанда математикалық модельдеу әдісі қолданылған. Қарастырылған есептердің математикалық модельдері бір типке жататын дифференциалдық теңдеуге келтірілетіні көрсетілген. Сол теңдеу үшін математикалық есеп қойылған. Осы есепті шешуге арналған шектелген айырмалар әдісіне негізделген алгоритмдер мен программалық жабдық құрастырылған. Осы компьютерлік программалардың көмегімен сандық эксперимент жүргізілген. Эксперимент нәтижелеріне талдау жасалынып, қорытынды тұжырымдалған.

Зерттеу әдістері. Жұмысты орындау барысында қарастырылған есептер үшін математикалық және компьютерлік модельдеу әдістері қолданылған. Осыдан пайда болған есептерді шешуде сандық әдістердің көмегімен сандық эксперимент жүргізілген.

Теориялық және практикалық маңызы. Жұмыстың тақырыбының өзектілігі әрі практикалық маңызы келесі факторларға байланысты. Квазисызықтық теңдеулерді шешудің әдістерінің алгоритмдерін талдаудың нәтижелері бұл әдісті пайдаланушылар үшін іс жүзінде қажет. Себебі мұндағы зерттеулердің қорытындысы бойынша қандай алгоритмнің қандай жағдайда тиімді екендігі көрсетіледі. Бұл программа құрастырушылар мен пайдаланушылар үшін өте маңызды.

Жұмыстың құрамы мен көлемі. Дипломдық жұмыс кіріспеден, бес бөлімнен, қорытынды мен әдібиет тізімінен, ---- беттен тұрады; құрамында - --- сурет, ---- кесте бар.

Бірінші бөлімде квазисызықтық дифференциалдық теңдеулерге келтірілетін әртүрлі есептер келтірілген. Осылардың ішінде кең тараған есептің бірегейлері – жоғары температура режимінде болатын процестер

және жоғары тұтқырлы таяз сұйықтың қозғалысы туралы есептердің математикалық модельдері мысал ретінде келтірілген.

Осындай модельдеу процесінен алынған математикалық модельдің негізінде математикалық есеп қойылған. Ол үшін алғашқы шарттар мен шекара шарттарының түрлері қарастырылған. Осыдан пайда болған математикалық есеп туралы, оның шешімінің болуы жөнінде қысқаша мәліметтер берілген.

Екінші бөлім қойылған математикалық есепті шешуге арналған сандық әдіс туралы мәліметтер берілген. Жоғарыда айтылғандай, сандық әдістердің осындай есептер үшін ең тиімдісі – шектелген айырмалар әдісі делінген болатын []. Ол әдіс бойынша дифференциалдық теңдеудің орынына алгебралық теңдеулер системасы алынатыны белгілі. Сол теңдеулер системасын шешуге арналған әдістердің түрлері (модификациялары) әртүрлі есептеу схемаларына келтіреді. Есептеу схемаларының негізінде әртүрлі алгоритмдер құрастыруға болатыны да белгілі []. Осы алгоритмдерді талдау жасау, олардың тұрақтылығының шарттарын, орындалу дәлдіктерінің, жылдамдықтарын анықтау – зерттеу жұмысының негізгі мазмұны болады.

Үшінші бөлім есептеу жұмыстарының нәтижелерін талдауға арналған. Есептеу жұмыстары үшін таңдап алынған алгоритмдер негізінде компьютерлік программалар құрастырылған. Осыдан алынған сандық ақпараттар бойынша талдау нәтижелері алгоритмдердің салыстырмалы сипаттарын жасауға мүмкіндік берген. Есептеу нәтижелер графиктер мен сандық кестелер түрінде алынған.

Төртінші бөлімде жұмыстың экономикалық тиімділігі, программалық жабдықты дайындауға жұмсалынатын қаржы мен оны пайдалану кезінде түсетін пайда, жұмсалынған қаржының ақталуы туралы есептеулер келтірілген.

Бесінші бөлімде қызметкердің (программашының) жұмыс орыны, оның қауіпсіздігі мен ыңғайлылығы қарастырылған. Тиімді эргономиканың шарттары анықталған.

Қорытындыда жұмыстың тақырыбы бойынша жүргізілген зерттеулердің негізгі қысқаша нәтижелері көрсетілген.

1 ПАРАБОЛА ТИПІНДЕГІ КВАЗИСЫЗЫҚТЫҚ ТЕҢДЕУГЕ КЕЛТІРІЛЕТІН ЕСЕПТЕР ТУРАЛЫ ШОЛУ

Табиғаттың құбылыстарын зерттеуде, кейбір технологиялық процестер мен физика есептерін шешу кезінде, математикалық модельдеу әдістерінің кеңінен қолданылатыны белгілі [1]. Осындай есептерді математикалық модельдеудің нәтижесінде алынатын математикалық есептерді математикалық физика есептері деп атайды [2]. Математикалық физика есептері негізінен үш топқа бөлінетін дифференциалдық теңдеулермен сипатталынатыны да әдебиеттен белгілі. Стационар емес, бірақ инерциясыз қозғалыста болатын кейбір құбылыстарды математикалық модельдеу нәтижесінде алынатын дифференциалдық теңдеулерді парабола типіне жатқызады. Парабола типіне жататын есептердің бір бөлігі сызықтық емес дифференциалдық теңдеулер болып табылады. Олардың кейбіреулері квазисызықтық немесе сызықтық түрге жақын теңдеулер деп аталынады. Мұндай есептер іс жүзінде жиі кездесетін болғандықтан, оларды шешу мәселесі өзекті болатындығы жоғарыда (кіріспеде) келтірілген болатын.

Квазисызықтық теңдеулерге байланысты есепті қарастыру үшін, алдымен оған келтірілетін кейбір есептер қарастырылсын. Дипломдық жұмыстың бұл бөлімінде әртүрлі салада кездесетін есептердің мысалы келтірілген.

1.1 Жоғары температуралық процестердің математикалық моделі

Жылудың таралуы туралы есепті қарастырғанда көбінесе сызықтық теңдеулерге келтірілетін қарапайым түрлерімен шектеледі. Ондай мүмкіншілік температураның мәні аса үлкен болмаған жағдайда, жылу таралатын ортаның жылу өткізгіштік қасиеттері өзгермейді деген тұжырымға негізделеді. Іс жүзінде көптеген қолданыстағы материалдардың жылу өткізгіштік қасиеттері температураның деңгейіне байланысты өзгеруі мүмкін. Мысалы, жылу электр стансасының қазандықтарында, металлургия пештерінде және тағы басқа жоғары температура режимінде жұмыс істейтін нысандардағы процестер. Мұндай жағдайларда жылудың таралуы туралы алынатын теңдеу сызықтық болмайды. Осындай жағдайдағы жылудың таралуы туралы есеп қарастырылсын.

Бұл қойылған есептің математикалық моделін құрастыру үшін, алдымен оған қажетті табиғаттың ғылыми түрде тексерілген фундаментальды заңдары келтірілуі тиіс.

Фурье заңы. Жылудың белгілі бір ортада таралуының себебі ортаның әр жеріндегі температураның біркелкі болмауы. Температура жоғары жерден температура төмен жерге қарай жылу ағыны бағытталуға тиісті. жылу ағынының мөлшері уақытқа жылу өтетін қиманың ауданына және ортаның материалының жылу өткізгіш қасиетіне байланысты болады.

Шектеуші конструкцияны қарастырғанда есепті жеңілдету мақсатымен қарапайым физикалық модель қарастырылады. Шектеуші конструкцияның жылу алмасу беттерінің ауданы үлкен деп, тек бір элементар қимасын ғана қарастырады. Сол қиманы стержень деп қарастырып, оның ұзындығы конструкцияның қалыңдығына тең деп алынады. Жылудың таралуы туралы есепті осы стержень бойымен таралады деп, оның математикалық моделі қарастырылсын. Стерженнің има ауданы біркелкі, барлық жердегі қасиеттері бірдей деп қарастырылсын (1.1-сурет):

1.1- сурет. Бойымен жылу таралатын стержень

Бойымен жылу таралатын стержень үшін келесі талаптар қойылсын:

- жылу тек стерженнің бойымен немесе x өсінің бойымен ғана таралады;
- стерженнің бүйірлері арқылы сыртқы ортамен жылу алмасуы болмайды;
- стерженнің қасиеттері оның барлық қимасында бірдей болсын;
- стерженнің жылу өткізгіштік қасиеті температураға байланысты.

Енді уақыт t , жылудың таралу бағытын көрсететін координата x , жылу өтетін қима ауданы S , ал материалдың жылу өткізгіш коэффициенті k деп белгіленсін. Сонда Фурье заңы бойынша, ауданы S қимадан элементар уақыт аралығында $(t, t + dt)$ өтетін жылу мөлшері келесі формула бойынша анықталады [2]:

$$dQ = -k \cdot S \cdot \frac{\partial(u)}{\partial x}, \quad (1.1)$$

мұндағы: $u = u(x, t)$ – координатасы x , уақыттың t сәтіндегі температураның шамасы, $k = k(u, x, t)$ – материалдың жылу өткізгіштік коэффициенті, жалпы түрде функция түрінде берілуі мүмкін. Формуланың (1.1) оң жағында минус қойылуының себебі – температура жоғары жақтан температурасы төмен жаққа жылу ағынының болатынын көрсетеді.

Егер қарастырылып отырған ортада жылудың температурасының деңгейі оның материалының физикалық қасиеттерін өзгертпейтін болса, онда жылу өткізгіштік коэффициенті k тұрақты шама болады. Материалдардың

көпшілігі температура өте жоғары болғанда өзінің физикалық қасиеттерін өзгертеді. Ондай жағдайда өткізгіштік коэффициентті k температурадан u тәуелді функция деуге болады. Ал егер материалдың әр жердегі қасиеті сол жердің ораналасуына байланысты болса, онда коэффициент k координатадан x тәуелді болады. Кей жағдайда бұл коэффициент уақыттан да тәуелді болуы мүмкін.

Жылу сиымдылығы туралы. Жылу туралы ғылым саласында дененің белгілі бір бөлігінің температурасын берілген мөлшерде көтеруге жұмсалынатын жылу мөлшерін анықтайтын формула берілген. Мысалы, массасы m , меншікті салмағы (тығыздығы) ρ , көлемі V дененің температурасын Δu градусқа көтеру үшін жұмсалынатын жылу мөлшері келесі формула бойынша анықталады:

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta u . \quad (1.2)$$

Мұндағы c – материалдың меншікті жылу сиымдылығы; оның мәні материалдың қасиетіне байланысты.

Дененің жылу балансы туралы. Денедегі жылудың таралу процесі қарастырылғанда жылу көздері туралы мәлімет берілуі тиіс. Бұл жерде энергияның, оның ішінде жылу энергиясының, сақталуы туралы заңның орындалуы қажет. Кейбір есептерді қарастырғанда, дененің ішкі энергия көзі туралы мәлімет берілуі мүмкін. Мысалы, дене арқылы электр тогы өткенде немесе басқа химиялық реакциялардан туатын жылудың пайда болуы. Бұл жұмыстағы қарастырылатын денеде, шектеуші конструкцияның ішінде, ондай энергия көздері болмайды деп саналады.

Бұл жұмыста шектеуші конструкцияның сыртқы беттерінде температура режимі белгілі деп саналады. Сондықтан дененің беттерінде температураның өзгеруі белгілі деп, оның ішіндегі температура режимін анықтау керек. Ол үшін дененің ішіндегі жылудың таралу процесін сипаттайтын байланыстарды анықтау қажет болады.

Жоғарыда айтылғандай, дененің жылу таралуының бағыты x координатасымен анықталсын. Осы бағыттағы элементар бөліктегі ($x, x + dx$) жылу балансын келесі түрде жазуға болады:

$$Q_2 = Q_1 - Q \quad (1.3)$$

Мұндағы: Q_1 – осы элементар бөлікке енетін жылу мөлшері (немесе координатасы x қимасы арқылы өтетін жылу), Q_2 – одан шығатын (немесе координатасы $x + dx$ қимасы арқылы өтетін) жылу мөлшері, ал олардың айырмасы Q – осы элементар бөліктің температурасын өзгертуге (көтеруге немесе төмендетуге) жұмсалынатын жылу мөлшері.

Дененің элементар бөлігінің температурасын көтеретін жылу мөлшері Q жоғарыда келтірілген (1.2) жылу сийымдылығын сипаттайтын формула бойынша анықталады [2]:

$$Q = c \cdot \rho \cdot S \cdot dx \cdot \Delta U. \quad (1.4)$$

Ал осы элементар бөлікке Δt уақыт аралығында енетін жылу мөлшері жоғарыда келтірілген Фурье заңы бойынша келесі формула арқылы анықталады []:

$$Q_1 = -S \cdot k \cdot \frac{\partial U(x,t)}{\partial x} \cdot \Delta t, \quad (1.5)$$

Одан шығатын жылу мөлшері –

$$Q_2 = -S \cdot k \cdot \frac{\partial U(x+dx,t)}{\partial x} \cdot \Delta t. \quad (1.6)$$

Осы (1.4), (1.5), (1.6) формулаларын (1.3) формуласына қойып, келесі формуланы алуға болады:

$$c \cdot \rho \cdot S \cdot dx \cdot \Delta U = S \cdot k \cdot \left[\frac{\partial U(x+dx,t)}{\partial x} - \frac{\partial U(x,t)}{\partial x} \right] \cdot \Delta t \quad (1.7)$$

Енді келесі өрнекті $c \cdot \rho \cdot S \cdot dx \cdot \Delta t$ нольге тең емес деп, осы өрнекке (1.7) формуласы бөлінеді. Одан келесі теңдеуді алуға болады:

$$\frac{\Delta U}{\Delta t} = \frac{\frac{\partial U(x+dx,t)}{\partial x} \cdot a^2(u(x+dx,t)) - \frac{\partial U(x,t)}{\partial x} \cdot a^2(u(x,t))}{dx} \quad (1.8)$$

Мұнда келесі белгілеу енгізілген [2]:

$$a^2 = \frac{k(u,x,t)}{c \cdot \rho}. \quad (1.9)$$

Бұл алынған шаманы a^2 дененің *температура өткізгіштік коэффициенті* деп атайды. Мұндағы квадрат белгісі осы коэффициенттің оң мәнді ғана қабылдайтындығын көрсетуге арналған. (Кейбір кітаптарда квадрат белгісі қойылмайды). Егер температура деңгейі жоғары болмаған жағдайда бұл коэффициент тұрақты шама ретінде қарастырылады. Температур өте жоғары болғанда кез келген материал өзінің қасиеттерін өзгертетіні белгілі, сондықтан ондай жағдайларда бұл коэффициент температураның өзіне тәуелді функция ретінде қарастырылуы тиіс [2].

Енді (1.8) формуласындағы $\Delta t \rightarrow 0$ болғанда немесе t уақыт сәтінде сол жақтағы өрнек $U(x,t)$ функциясының уақыт бойынша бірінші туындысын береді [2]:

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta U}{\Delta t} = \frac{\partial U}{\partial t}. \quad (1.10)$$

Ал (1.8) формуласының оң жағындағы бөлігі $a^2 \cdot \frac{\partial U}{\partial x}$ өрнегінің x бойынша бірінші туындысын береді. Сонымен (1.8) формуласының орынына келесі формуланы жазуға болады [2]:

$$\frac{\partial U}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[a^2 \cdot \frac{\partial U}{\partial x} \right] . \quad (1.11)$$

Бұл алынған формула жылудың таралуы туралы теңдеу; ол біркелкі орта үшін орындалады. Өртүрлі стержень үшін бұл формулада тек температура өткізгіштік коэффициенті a^2 қана өзгереді.

Егер температура өткізгіштік коэффициент a^2 тұрақты шама болса, онда (1.11) теңдеуі кәдімгі сызықтық теңдеу болады; ал ол коэффициент ізделініп отырған функциядан тәуелді болса, онда ол квазисызықтық теңдеу болады. Физика пәнінің фундаментальды заңдарын пайдалану арқылы алынған (1.11) формуласы температура жоғары болған жағдайдағы жылудың таралуы туралы теңдеу деп аталды. Бұл теңдеу математикалық физика теңдеулерінің параболалық типіне жатады. Теңдеудің оң жағындағы екінші туынды күрделі функцияның туындысы болғандықтан ол ізделініп отырған U функциясының екінші туындысы бойынша сызықтық болмайды. Сондықтан мұндай теңдеу *квазисызықтық* деп аталынады.

Осы теңдеуді (1.11) шешу үшін қосымша шарттар қойылатыны белгілі. Оларға қарастырылатын интегралдау облысының шекараларындағы шарттар мен алғашқы уақыт сәтіндегі денедегі температура режимін сипаттайтын функциялардың мәндері берілетін шарттар жатады.

Мұндай теңдеуге (1.11) байланысты есепті шешуге арналған аналитикалық әдістер тек арнайы қарапайым жағдайлар үшін болуы мүмкін. Ал сызықтық теңдеу қарастырылатын болса, онда оны Фурье әдісімен [2] шешуге болады. Фурье әдісі бойынша табылған шешім тригонометриялық функцияларға жіктелген Фурье қатары түрінде жазылады. Тригонометриялық функциялардан тұратын қатарды талдауға белгілі қиындықтардың кездесетіні белгілі. Ондай шешімдерді практикалық пайдалануда кейбір қиындықтардың болатыны белгілі.

Сондықтан, осындай жағдайларда, компьютерді пайдалануға негізделген компьютерлік (сандық) модельдеу әдістерін пайдаланудың тиімділігі келесі параграфта қарапайым мысалдар арқылы көрсетіледі.

1.2 Диффузия коэффициенті айнымалы процесінің математикалық моделі

Табиғатта және өндірісте жиі кездесетін мәселелердің бірі – *диффузия* процесі. Физика пәнінен белгілі [2], кез келген сұйық немесе газ (в

пористой среде) толық бекітілмеген ортада таралады. Оны зерттеудің маңызын зор болатын себептері көптеп саналады. Мысалы, көмір өндірісінде шахтада метан газының жиналуы, жүннен немесе мақтадан жасалынған матаны бояу процесінде және тағы басқа жағдайлар. Диффузия процесін зерттеуде көбінесе қарапайым модель қарастырылады. Ондай модельдің ең көп қолданылатыны келесі түрде сипатталады [2].

Диаметрі үлкен емес құбырдың іші толық бекітілмеген, бірақ біркелкі қатты материалмен толтырылған. Осы құбырдағы газдың концентрациясы әр жерде әртүрлі болуы мүмкін. Әрине, газ концентрациясы жоғары жерден концентрациясы төмен жерге қарай қозғалысы болуы тиіс.

Егер құбырдың бойымен бағытталған координата осін x деп, ал уақытты t деп белгілеп, газдың концентрациясын $U(x,t)$ функциясымен сипаттауға болады. Бұл қарастырылған модель бір өлшемді процесті сипаттайды. Бұл модельді екі немесе үш өлшемді жағдайларға таратуға болады. Сонымен, $U(x,t)$ функциясы газдың концентрациясының кез келген t уақыт сәтіндегі, құбырдың x координатасына сәйкес қимасындағы мәнін анықтайды.

Осы процесті сипаттау үшін физика пәнінен белгілі Нерст заңы қолданылады [2]; ол заң бойынша құбырдың координатасы x қимасы арқылы $(t, t + \Delta t)$ уақыт аралығында өтетін газдың массасы келесі формула бойынша анықталады:

$$dQ = -D \cdot \frac{\partial U(x,t)}{\partial x} \cdot S \cdot dt,$$

мұндағы:

D – диффузия коэффициенті;

S – құбырдың қимасының ауданы.

Концентрацияның анықтамасы бойынша [2], белгілі бір V көлемдегі газдың мөлшері келесі формула бойынша анықталады:

$$Q = U \cdot V.$$

Енді құбырдың $(x, x + \Delta x)$ бөлігінде газдың концентрациясының өзгеруі ΔU болатын жағдай қарастырылсын. Онда құбырдың осы бөлігінде газдың массасының өзгеруі келесі формуламен анықталады:

$$\Delta Q = \int_x^{x+\Delta x} c(x) \cdot \Delta U \cdot S \cdot dx,$$

мұндағы $c(x)$ – коэффициент. Бұл коэффициент құбыр ішіндегі қатты материалдардың толық түрде толтырылғанын сипаттайды.

Енді газдың құбырдың $(x, x + \Delta x)$ бөлігіндегі массасының балансын сипаттайтын формуланы пайдаланғанда, келесі формула алынады [2]:

$$c \cdot \frac{\partial U}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D \cdot \frac{\partial U}{\partial x} \right). \quad (1.12)$$

Бұл алынған формуланың (1.12) алдыңғы параграфта алынған (1.11) формуласынан айырмашылығының жоқ екендігін көруге болады. Бұл формуланы *диффузия теңдеуі* деп атайды.

1.3 Жоғары тұтқырлы таяз сұйықтың түбінің қозғалысынан болатын процестің математикалық моделі

Парабола типіне жататын квазисызықтық теңдеу, жоғарыда келтірілген есептерден басқа, есептерде де кездеседі. Мысал ретінде, тағы бір басқа саланың есебі қарастырылсын. Табиғатты зерттеуде немесе кейбір технологиялық процестерде кездесетін аса тұтқырлы сұйықтың қозғалысын зерттеу жағдайларында жиі кездесетін проблема пайда болады. Соның бірі - осы параграфта қарастырылатын жоғары тұтқырлы таяз сұйықтың қозғалысын сипаттайтын есепте кездесетін теңдеуге байланысты есеп. Бұл есеп келесі түрде қойылады.

Динамикалық тұтқырлық коэффициенті η жоғары, сығылмайтын таяз сұйықтың қозғалысы қарастырылсын. Оның қозғалысын сипаттайтын теңдеулердің өлшемсіз түрі [3] монографиясында келтірілген:

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 U_x}{\partial z^2} &= ER \cdot \frac{\partial p}{\partial x}; \\ \frac{\partial^2 U_y}{\partial z^2} &= ER \cdot \frac{\partial p}{\partial y}; \end{aligned} \quad (1.13)$$

Мұндағы:

x, y – горизонталь координаталар;

z – вертикаль координата;

U_x, U_y – жылдамдықтың горизонталь бағыттағы компоненттері;

p – қысым мөлшері;

ER – өлшемсіз тұрақты шама; сұйық қозғалысын сипаттайтын параметр.

Бұл параметр келесі формула арқылы анықталған [8]:

$$ER = \frac{\rho g H^3}{\eta L U_0},$$

Мұндағы:

ρ – сұйықтың тығыздығы (меншікті салмағы);

g – Жердің тарту күшінің үдеуі;

H – сұйықтың тереңдігін сипаттайтын вертикаль шама;

L – сұйықтың горизонталь бағытын сипаттайтын шама;

U_0 – сипаттаушы жылдамдық.

Бұл жерде келтірілген сипаттаушы параметрлер теңдеулерді өлшемсіз бірлікте жазу үшін қолданылатын параметрлер [7,8]. Өлшемсіз бірлікке өту есепті компьютерде шешу үшін міндетті түрде қолданылатын әдіс. Оның себебі – өлшемді параметрлермен есептеулерді орындағанда әртүрлі келеңсіз жағдайлар кездеседі. Ол әртүрлі параметрлердің әртүрлі өлшем бірліктерінің болуына байланысты. Сондықтан барлық параметрлер бір өлшемсіз бірлікке келтіріледі.

Сұйықтың тереңдігі таяз болғандықтан ондағы қысым мөлшерін сұйық тереңдігіне пропорционал заңдылықпен өзгереді деп алуға болады. Осыған байланысты қысымды анықтайтын формуланы келесі қарапайым түрде жазуға болады [8]:

$$p = \xi(x, y, t) - z. \quad (1.14)$$

Мұндағы $z = \xi(x, y, t)$ – сұйықтың жоғарғы деңгейін немесе бетін сипаттайтын функция; осы функцияны анықтау керек. Егер бұл функция $\xi(x, t)$ табылатын болса, онда (1.14) формуласы бойынша сұйықтағы қысымның p мәнін табуға болады. Осыдан кейін (1.13) формулаларын интегралдап, сұйықтың қозғалысының жылдамдығы анықталады.

Дифференциалдық теңдеулердің нақты бір шешімін табу үшін міндетті түрде алғы және шекара шарттары берілуі тиіс [2]. Осыған байланысты дифференциалдық теңдеу үшін осы шарттар белгіленуі тиіс.

Жоғарыда келтірілген теңдеулер системасын (1.13) интегралдау үшін шекара шарттары берілуі тиіс. Сұйықтың табанында жылдамдық нөлге тең деп алынсын немесе

$$z = 0, \quad U_x = U_y = 0. \quad (1.15)$$

Ал сұйықтың бетінде қысым нөлге тең болсын немесе [8]:

$$z = \xi(x, y, t); \quad \frac{\partial U_x}{\partial x} = 0; \quad \frac{\partial U_y}{\partial y} = 0. \quad (1.16)$$

Егер (1.13) теңдеулерді екі рет z айнымалы шамасы бойынша интегралдап, (1.15) және (1.16) шарттарды пайдаланғанда, сұйықтың жылдамдығын анықтайтын формулаларды алуға болады [8]:

$$\begin{aligned} U_x &= ER \cdot \frac{\partial \xi}{\partial x} \cdot [(z - \xi)^2 - \xi^2]; \\ U_y &= ER \cdot \frac{\partial \xi}{\partial y} \cdot [(z - \xi)^2 - \xi^2]. \end{aligned} \quad (1.17)$$

Ал сұйықтың бетінің өзгеруін сипаттайтын функцияны $\xi(x, y, t)$ анықтау үшін келесі теңдеу алынады [8]:

$$\frac{\partial \xi}{\partial t} = \frac{ER}{3} \cdot \left[\frac{\partial}{\partial x} (\xi^3 \cdot \frac{\partial \xi}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (\xi^3 \cdot \frac{\partial \xi}{\partial y}) \right] \quad (1.18)$$

Бұл теңдеу кеңістікте қарастырылған жағдайда болса, ал екі өлшемді жағдайда бұл теңдеу келесі түрде жазылады:

$$\frac{\partial \xi}{\partial t} = \frac{ER}{3} \cdot \frac{\partial}{\partial x} (\xi^3 \cdot \frac{\partial \xi}{\partial x}). \quad (1.19)$$

Сонымен, бұл алынған теңдеу де параболалық типке жататын квазисызықтық теңдеу. Қарастырылған әртүрлі саладан үш есепті модельдеу нәтижесінде бір типке жататын теңдеу алынды.

1.4 Квазисызықтық парабола типіндегі есептің жалпы түрде қойылуы

Жоғары температура режимі туралы, тұтқырлы таяз сұйықтағы қозғалыс пен диффузия туралы есептерді математикалық модельдеу нәтижесінде алынған квазисызықтық теңдеу үшін қойылатын математикалық есеп келесі жалпы түрде сипатталады.

Квазисызықтық теңдеудің жалпы түрін келесі формула күйінде жазуға болады:

$$\frac{\partial U}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} [F(U(x,t)) \cdot \frac{\partial U}{\partial x}], \quad (1.20)$$

Мұндағы: t – айнымалы шама, уақыт;

x – айнымалы шама, координата;

$U = U(x,t)$ – ізделінетін белгісіз функция;

F – температура өткізгіштік коэффициенттің жылудан тәуелді функциясы.

Егер бұл функцияның F қарапайым жағдайы қарастырылатын болса, онда оның температурадан U тәуелділігі сызықтық деп қарастыруға болады. Осындай жағдайда бұл теңдеу квазисызықтық теңдеу болады. Ол келесі түрде жазылады:

$$\frac{\partial U}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} [U(x,t) \cdot \frac{\partial U}{\partial x}]. \quad (1.21)$$

Дифференциалдық теңдеулердің шешімін табу үшін міндетті түрде қосымша шарттар берілуге тиіс екендігі белгілі. Ал осы (1.21) теңдеуді шешу үшін келесі шарттар берілуі тиіс:

- уақыт бойынша алғашқы уақыт сәтіндегі $U(x,t)$ функцияның мәні

$$t = 0, \quad U(x,0) = f(x), \quad (1.22)$$

- және есептің шешімі анықталатын координата x бойынша аралықтың $[a, b]$ шекараларындағы функция $U(x, t)$ мәндері

$$x = a, \quad U(a, t) = \varphi(t), \quad (1.23)$$

$$x = b, \quad U(b, t) = \psi(t). \quad (1.24)$$

Осы формулалардағы $f(t)$, $\varphi(x)$, $\psi(x)$ функциялар берілген деп есептелінеді. Әрбір жеке есеп үшін бұл функциялардың физикалық мәндері мен мағыналары бар. Егер стержендегі жылудың таралуы туралы есеп қарастырылатын болса, онда $f(x)$ функциясы алғашқы уақыт сәтіндегі стерженнің барлық қималарындағы температураның мәндерін көрсетеді. Ал $\varphi(t)$, $\psi(t)$ функциялары стерженнің екі шеткі қималарындағы температураның уақыт бойынша өзгеруін көрсетеді.

Сонымен, осы (2.1) – (2.4) формулаларының жиыны қарастырылып отырған есептің *математикалық моделін* құрайды.

Математикалық модельдің негізінде келесі математикалық есеп қойылады: *берілген (2.1) теңдеуін, алғы шартты (2.2), шекара шарттарын (2.3), (2.4) қанағаттандыратын келесі $U(x, t)$ функциясының мәндерін табу керек. Функция мәндері келесі интегралдау облысында анықталуы тиіс: $\{a \leq x \leq b; 0 \leq t \leq T\}$.*

Осы қойылған математикалық есеп математикалық физика есептерінің парабола типіне жататын есеп боып табылады. Бұл есептің шешімінің болуы, ол шешімнің алғы және шекара шарттары үшін жалғыз болатыны туралы тұжырымдар математикалық әдебиетті талқыланып, дәлелденген. Бұл жерде ол мәселелер қарастырылмайды. Бұл жұмыстың негізгі мақсаты, жоғарыда айтылғандай, сандық әдістердің осы есепті шешуге арналғандарына талдау жасау, олардың негізінде құрастырылатын алгоритмдердің ерекшеліктерін талқылау. Ол үшін олардың негізінде программалық жабдық құрастырып, компьютерде орындалуын тексеру. Ол мәселелер келесі бөлімдерде қарастырылады.

2 КВАЗИСЫЗЫҚТЫҚ ТЕНДЕУДІ ШЕШУ ТӘСІЛІ ЖӘНЕ АЛГОРИТМДЕР

Алдыңғы бөлімде қарастырылған есептердің математикалық модельдерінен алынған парабола типіне жататын математикалық типтік есеп - квазисызықтық дифференциалдық теңдеуді шешумен байланысты. Бұл бөлімде осындай дифференциалдық теңдеу үшін қойылатын есепті шешуге арналған әдістер мен олардың есептеу схемалары қарастырылады.

Қарастырылатын есептің қай саладан екендігіне көңіл бөлмей, оның жалпы түрін шешу керек болсын. Оның жалпы түрі алдыңғы бөлімнің соңында келтірілген болатын; ол (1.21)-(1.24) есебі. Осы есепті шешу мәселесі осы бөлімде қарастырылады.

Осы қарастырылып отырған есептің (1.21) - (1.24) ең қарапайым түрі – (1.21) теңдеуі сызықтық теңдеу шешу болғанда аналитикалық әдісті – Фурье әдісін қолдануға болады. Мұндай жағдайда есептің шешімі Фурье қатары немесе тригонометриялық функциялардан құралған қатар ретінде анықталатыны белгілі [2]. Бірақ көпшілік жағдайда Фурье қатарын іс жүзінде пайдалану кейбір қиындықтар туғызады. Мысалы тригонометриялық функциялардан құралған қатарды талдау үшін арнайы математикалық зерттеу жүргізуге тура келеді. Көпшілік жағдайда ол мүмкін болмайды. Сондықтан сандық әдісті пайдалану ыңғайлы болады. Қазіргә кезде, мамандардың тұжырымы бойынша [2,3], сандық әдістердің ішінде квазисызықтық теңдеулерді шешу үшін жалғыз тиімді әдіс шешілген айырмалар әдісі деп саналады. Сонымен, әдістердің ішінде ең тиімдісі шектелген айырмалар әдісі немесе *торлар әдісі* болғандықтан осы бөлімде осы әдіс қолданылады және оның негізгі есептеу схемаларына (алгоритмдеріне) талдау жасалынады.

2.1 Торлар әдісі

Шектелген айырмалар немесе торлар әдісінің негізгі идеясы келесі амалдарды орындауға негізделген. Кез келген дифференциалдық теңдеуде міндетті түрде ізделінетін функцияның туындылары болады. Мысалы, осында қарастырылуға тиісті квазисызықтық дифференциалдық теңдеудің құрамында координаталық айнымалы бойынша екінші дәрежелі туынды болса, ал уақыт бойынша функцияның бірінші туындысы болады. Дифференциалдық теңдеудегі осы туындылар шектелген айырмалар деп аталынатын өрнектермен алмастырылады. Шектелген айырмалар алгебралық өрнектер түрінде болады.

Осындай алмастырудың нәтижесінде дифференциалдық теңдеудің орынына алгебралық теңдеулер системасы алынады. Бұл амалдарды дифференциалдық теңдеуді дискреттеу процесі деп атайды. Себебі мәндері

іізделінетін функцияның үзіліссіз мәндері анықталмайды, оның дискретті мәндерінің кестесі анықталады.

Дискреттеу процесінің нәтижесінде алынған теңдеулер системасын шешуге болатыны белгілі. Сондықтан шешімі табылмайтын немесе оны табу өте қиын болатын дифференциалдық теңдеудің орынына алгебралық теңдеулер системасын шешу керек болады. Әрине, туындыларды шектелген айырмалармен алмастыру шешімнің дәл мәнін анықтауды қамтамасыз етпейді; белгілі деңгейде қате жібіледі.

Енді тор әдісінің негізгі идеясы қарастырылсын. Алдымен уақыт t және координата x бойынша есеп қарастырылатын облысты немесе интегралдау облысын кішігірім бөлшектерге бөлуге арналған қадамдар таңдап алынады:

τ – уақыт бойынша қадам,

h – координата бойынша қадам.

Бұл қадамдардың мәндері барынша кішігірім болуы тиіс. Себебі олардың мәндеріне есептің шешімінің дәлдігі байланысты болады. Есептің шешімінің дәл болуы ең негізгі талап болып саналатыны белгілі.

Осы қадамдар бойынша интегралдау облысы $\{0 \leq x \leq l, 0 \leq t \leq T\}$ кішігірім тіктөртбұрыштарға бөлінеді (2.1-сурет).

Интегралдау облысын бөлетін нүктелер келесі түрде белгіленсін:

$$x_i = i \cdot h, \quad i = 0, 1, 2, \dots, n; \quad t_j = j \cdot \tau, \quad j = 0, 1, 2, \dots, m; \quad n = \frac{l}{h}, \quad m = \frac{T}{\tau}.$$

Мұндағы:

$x_0 = 0$ және $x_n = l$ – шекаралық нүктелер; $j = 0, 1, 2, \dots, m$;

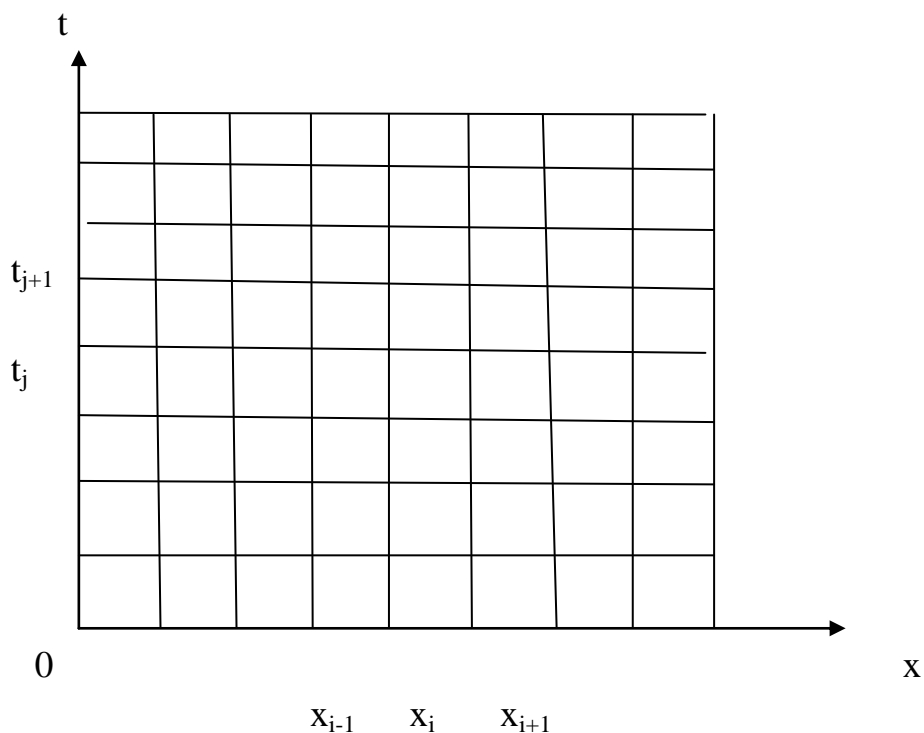
$t_0 = 0$ – уақыт бойынша алғашқы нүктелер; $i = 0, 1, 2, \dots, n$.

(x_i, t_j) – облыстың ішкі нүктелері немесе түйіндік нүктелер.

Сонымен, интегралдау облысы тормен қапталды деуге болады. Мұндағы әрбір вертикаль және горизонталь түзулердің қиылысу нүктелеріндегі ізделініп отырған функцияның мәндері анықталуы тиіс. Шекаралық нүктелердегі ($i = 0$; $i = n$) функцияның мәндерін белгілі деп қарастыруға болады, себебі олар шекара шарттарынан анықталады.

Ал уақыт бойынша алғашқы түзу бойындағы функция мәндері алғы шарттан анықталады; сондықтан оларды табу қиындық туғызбайды. Функцияның мәндері түйіндік немесе ішкі нүктелерде белгісіз болғандықтан есепті шешудің негізгі мақсаты функцияның осы ішкі нүктелердегі мәндерін анықтау. Осы дискретті нүктелерде функцияның дискретті мәндері анықталады.

Сандық әдістің, оның ішінде торлар әдісінің бір кемшілігі – шешімнің дәл болмайтындығы. Әрине, бұл барлық сандық әдістерге тән кемшілік. Сандық әдіспен шешуде осы дәлдік мәселесі негізгі проблемалардың бірі болады.



2.1- сурет. Интегралдау облысы

Торлар әдісінің идеясы бойынша, берілген (1.21) дифференциалдық теңдеудің құрамындағы туындыларды шектелген айырмалармен алмастыру керек. Бұл жерде математика пәнінен белгілі туындылардың анықтамасы қолданылады.

Координата x бойынша екінші туынды келесі формуламен алмастырылсын:

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} = \frac{U_{i+1j} - 2 \cdot U_{ij} + U_{i-1j}}{h^2}. \quad (2.1)$$

Бұл формула интегралдау облысының ішкі түйіндік нүктелері үшін орындалады немесе оларды анықтайтын параметрлердің келесі мәндері үшін: $i = 1, 2, \dots, n - 1$; $j = 1, 2, \dots, m$.

Дифференциалдық теңдеуге кіретін уақыт бойынша бірінші туындыны әртүрлі шектелген айырмамен алмастыруға болады. Осындай алмастырудың жиі қолданылатын екі түрі қарастырылсын. Олардың біріншісі келесі түрде жазылады:

$$\frac{\partial U}{\partial t} = \frac{U_{ij+1} - U_{ij}}{\tau}. \quad (2.2)$$

Ал екіншісі –

$$\frac{\partial U}{\partial t} = \frac{U_{ij} - U_{ij-1}}{\tau}. \quad (2.3)$$

Бұл формулалар да интегралдау облысының ішкі нүктелерінде орындалады. Сытқы түрлері бұл формулалардың бірдей болғанымен, олар бір бірінен өзгеше әрі әртүрлі есептеу схемаларына келтіреді.

Осы екі формуланың негізгі айырмашылықтары қарастырылсын. Егер бірінші формула (2.2) пайдаланылатын болса, онда алынатын есептеу схемасы айқын схема деп аталынады, ал екіншісі (2.3) пайдаланылатын болса, онда есептеу схемасы айқын емес деп аталынады [2]. Олардың осылайша атауының себебі - олардан алынатын есептеу схемаларының айқын формулалармен немесе айқын емес формулалармен сипатталынуы.

Айқын есептеу схемасының артықшылығы – оның формулалары бойынша алгоритмді немесе программаны құрастыру оңай болады, себебі функцияның әрбір келесі мәнін есептеу үшін айқын формулалар қолданылады. Айқын емес есептеу схемасындағы формулалар алгебралық теңдеулер системасын шешуді қажет етеді. Ол алгебралық теңдеулер системасындағы белгісіздер саны өте көп болатындықтан, есептеу процесінде кейбір қиындықтар туады. Бірақ айқын есептеу схемасының кемшілігі де бар; есептеу схемасы тұрақты болуы үшін уақыт бойынша қадам өте кішігірім болуы тиіс. Ол есептеу жұмысының артуына келтіреді. Оның үстіне көпшілік жағдайда есептеу процесінің тұрақтылығын қамтамасыз етуде проблемалар туады. Керісінше, айқын емес есептеу схемасында мұндай кемшілік аздау; көпшілік жағдайда ол схема тұрақты болады [2].

Осыған байланысты іс жүзінде көбінесе екінші, айқын емес есептеу схемасы қолданылады. Бұл жерде осы екі түрлі схема да қарастырылады.

2.2 Айқын есептеу схемасы

Енді (2.5) және (2.7) формулаларын (2.1) формуласын қойғанда, одан кейін кейбір белгілеулер мен түрлендіру енгізу арқылы келесі формула алынады:

$$A_i \cdot U_{i-1j} - C_i \cdot U_{ij} + A \cdot U_{i+1j} = -U_{ij-1}, \quad i = 1, 2, \dots, n-1, j = 1, 2, \dots, m. \quad (2.4)$$

Сонымен, бұл формула $m \cdot (n-1)$ алгебралық теңдеулерден тұратын системаны құрайды.

$$\text{Мұндағы: } A_i = b, C_i = 1 + 2 \cdot b, b = \frac{\tau \cdot a^2}{h^2}, i = 1, 2, \dots, n-1. \quad (2.5)$$

Осы алынған (2.4) теңдеулер системасына мынадай түрлендірулер енгізу қажет. Белгісіздердегі екі индекстен арылу үшін белгілеулер енгізіледі:

$$U_{ij} = y_i; U_{ij-1} = v_i;$$

Осындай белгілеулерден кейін (2.4) формуласы келесі түрде жазылады:

$$A_i \cdot y_{i-1} - C_i \cdot y_i + B_i \cdot y_{i+1} = D_i, i = 1, 2, \dots, n-1,$$

Осы формуламен қатар (1.22), (1.23), (1.24) формулаларынан келесі формулаларды алуға болады:

$$U_{i0} = f_i = f(x_i), i = 0, 1, 2, \dots, n. \quad (2.6)$$

$$U_{0j} = y_0 = \varphi_j = \varphi(t_j), j = 1, 2, \dots, m, \quad (2.7)$$

$$U_{nj} = y_n = \psi_j = \psi(t_j), j = 1, 2, \dots, m. \quad (2.8)$$

Сонымен, (2.4), (2.6), (2.7), (2.8) формулалары барлығы $m(n-1) + 2m + n + 1 = (m+1)(n+1)$ белгісізі бар $(n+1)(m+1)$ алгебралық теңдеулерден тұратын системаны құрайды. Шектелген айырмалар әдісін қолдану дифференциалдық теңдеу үшін шекара есебінің орнына алгебралық теңдеулер системасын шешуге келтірді. Бұл жерде, әрине, есептің тек жуық мәні анықталады. Сандық әдіспен шешілетін бұл есептің шешу нәтижесінің дәлдігі таңдап алынған қадамдарға h және τ байланысты болады: жіберілетін қатенің деңгейі $O(h^2 + \tau)$ анықталады.

Алгебралық теңдеулер системасын шешу. Енді осы алгебралық теңдеулер системасын шешу керек болсын делік. Осы алынған теңдеулер системасының ерекшелігі – оның негізгі матрицасының үш диагоналды болуы немесе үш диагоналдағы элементтері нольге тең емес. Ал басқалары нольге тең. Осындай ерекшелігін пайдаланып арнайы әдіс қолданылады. Ол әдістің аты – прогонка әдісі. Бұл әдістің авторлары – Россия ғылым академиясының Стеклов атындағы Математикалық институтының ғалымдары.

Егер (2.4) формуласын қарастырсақ, онда оның негізгі матрицасы үшдиагоналды алгебралық сызықтық теңдеулер системасы екеніне көз жеткізіледі. Мұндай теңдеулер системасы шешу үшін белгілі прогонка әдісі қолданылады [2]. Сондықтан әрбір j параметрі үшін бұл теңдеулер системасын прогонка әдісімен шешуге болады.

Прогонка әдісі. Бұл әдіс бойынша, теңдеулер (2.4) системасының шешімі келесі түрде ізделінеді:

$$y_i = \alpha_{i+1} \cdot y_{i+1} + \beta_{i+1}, \quad (2.9)$$

мұндағы $\alpha_{i+1}, \beta_{i+1}$ – әзірше белгісіз коэффициенттер; олар прогонка коэффициенттері деп аталынады. Егер осы коэффициенттер анықталса, онда есептің шешімі (2.9) формуласы бойынша ізделініп отырған функцияның барлық дискретті мәндері анықталады.

Әдістің негізгі *идеясы* мынада: алдымен прогонка коэффициенттері анықталады; ол процесс *тура прогонка* деп аталынады; осыдан кейін (2.8) және (2.19) формулалары бойынша функцияның мәндері анықталады; ол процесс *кері прогонка* деп аталынады.

Тура прогонка. Жоғарыда келтірілген (2.9) формуласының келесі түрдегі жазылуы қарастырылсын:

$$y_{i-1} = \alpha_i \cdot y_i + \beta_i. \quad (2.10)$$

Сонымен бірге, (2.4) формуласы да келесі түрге түрлендірілсін:

$$A_i \cdot y_{i-1} - C_i \cdot y_i + B_i \cdot y_{i+1} = D_i, \quad i=1,2,\dots,n-1, \quad (2.11)$$

Мұндағы:

$$A_i = 1 - h \cdot p_i / 2, \quad C_i = 2 - h^2 \cdot g_i, \quad B_i = 1 + h \cdot p_i / 2, \quad D_i = h^2 \cdot f_i. \quad (2.12)$$

(2.10) формуласын (2.11) формуласына қойғаннан әрі қарапайым түрлендіруден кейін келесі формула алынады:

$$y_i = \frac{C_i}{B_i - A_i \cdot \alpha_i} \cdot y_{i+1} + \frac{A_i \cdot \beta_i + F_i}{B_i - A_i \cdot \alpha_i}. \quad (2.13)$$

Егер (2.9) және (2.13) формулаларын салыстырғанда келесі формулаларды алуға болады:

$$\alpha_{i+1} = \frac{B_i}{C_i - A_i \cdot \alpha_i}; \quad \beta_{i+1} = \frac{A_i \cdot \beta_i - D_i}{C_i - A_i \cdot \alpha_i}, \quad i=1,2,\dots,n-1. \quad (2.14)$$

Осы (2.14) формулалары арқылы прогонка коэффициенттері анықталады; бірақ ол үшін алғашқы мәндері анықталуы тиіс. Алғашқы прогонка коэффициенттерін табу үшін келесі формулаларды салыстыру керек:

$$y_0 = \alpha_1 \cdot y_1 + \beta_1, \quad y_0 = c; \quad (2.15)$$

Осы салыстырудан прогонка коэффициенттерінің алғашқалары анықталады:

$$\alpha_1 = 0; \quad \beta_1 = c. \quad (2.16)$$

Сонымен, (2.15) және (2.16) формулалары барлық прогонка коэффициенттерін анықтайды.

Кері прогонка. Прогонка коэффициенттері анықталғаннан кейін, (2.8) және (2.9) формулаларымен ізделініп отырған функцияның дискретті мәндері

анықталады. Бұл процесс кері прогонка деп аталады, себебі i параметрінің мәні кері қарай өзгереді: $i = n-1, n-2, \dots, 1$.

Есепті шешудің алгоритмі. Прогонка әдісі әдебиетте толық түрде қарастырылғандықтан, сонымен бірге, ол әдістің өте қарапайымдылығы оның алгоритмін бірден құрастыруға мүмкіндік береді.

Осы әдістің алгоритмінің негізгі кезеңдері:

1⁰ ізделініп отырған функцияның алғашқы уақыт сәтіндегі ($j=0$) мәндері (2.6) формуласымен анықталады; ол қарапайым цикл болады;

2⁰ алдымен келесі белгілеулер енгізіледі $v_i = U_{ij-1}$, $u_i = U_{ij}$; бұл екінші индекстен арылу үшін орындалады; сонда v_i – алдыңғы уақыт сәтіндегі мән, ал u_i – кейінгі уақыт сәтіндегі мән; кейін анықталатын мәнді алдыңғы мән ретінде қарастыру үшін келесі амал орындалады: $v_i = u_i$; бұл да қарапайым циклды құрайды;

3⁰ тура прогонка кезеңінде прогонка коэффициенттері анықталады;

4⁰ кері прогонка кезеңінде ізделініп отырған функцияның мәндері j параметрінің кезекті мәні үшін анықталады.

Осы аталынған кезеңдердің барлығы j параметрінің мәндері бойынша сыртқы циклға енеді.

Программа. Осы есепті шешудің программасын құрастырудан бұрын мысал ретінде келесі есеп қарастырылсын:

$$a = 1; \quad f(x) = 0,5 \sin(\pi x); \quad \varphi(t) = 0; \quad \psi(t) = 1 + e^{-t}.$$

Осы есепті шешуге арналған программаның мәтінін келесі түрде жазуға болады:

```
Program Teplo;
Label 1,3;
Const h=0.05; tau=0.0001; n=21; a=1;
Var i,j,k: integer;
      t,b,p:real;
      x,y,u,v,alfa,beta: array [1..] of real;
Function Fi(z:real):real;
  Begin Fi:=0.5*sin(Pi*z) end;
Function Psi0(z1:real):real;
  Begin Psi0:=1+exp(-sqr(z1));
Function Psi1(z2:real):real;
  Begin Psi1:=0 end;
Begin
  b:=tau*a*a/sqr(h);
```

```

For i:=1 to n do
  Begin x[i]:=h*(i-1); y[i]:=Fi(x[i]); end;
For i:=1 to n do u[i]:=y[i];
  j:=0; k:=0;
1: For i:=1 to n do v[i]:=u[i];
  j:=j+1; k:=k+1; t:=tau*j;
{   прямая прогонка           }
alfa{2}:= 0; beta[2]:=Psi0(t);
For i:=2 to n-1 do
  Begin p:=2*b-b*alfa[i];
    alfa[i+1]:=b/p; beta[i+1]:=(v[i]+b*beta[i])/p; end;
{   обратная прогонка       }
  u[n]:=Psi1[t];
For i:=n-1 downto 1 do
  u[i]:= alfa[i+1]*u[i+1]+beta[i+1];
If k<>1000 then goto 3;
Writeln ( ' для момента времени t= ', t:6:4);
  K:=0;
  For i:=1 to n do
Writeln('x[',i:2,']= ',x[i]:4:2,'u[',i:2,']= ',
u[i]:10:4);
3: If j<10000 then goto 1; End.

```

Есептеу нәтижелері әрбір 0,1 уақыт аралығында (немесе $j=1000$) экранға шығарылған. Осы программаны орындап, нәтижелерін экраннан көруге болады. Алғашқы бір сәттегі $j=1000$ (немесес $t=0,1$) уақыт сәтіндегі мәндері келесі кесте күйінде шығарылған:

x[1]=0.00	u[1]= 1.9900
x[2]=0.05	u[2]= 1.4832
x[3]=0.10	u[3]= 1.6974
x[4]=0.15	u[4]= 1.5542
x[5]=0.20	u[5]= 1.4150
x[6]=0.25	u[6]= 1.2809
x[7]=0.30	u[7]= 1.1528
x[8]=0.35	u[8]= 1.0316
x[9]=0.40	u[9]= 0.9175
x[10]=0.45	u[10]= 0.8109
x[11]=0.50	u[11]= 0.7115
x[12]=0.55	u[12]= 0.6191
x[13]=0.60	u[13]= 0.5333

x[14]=0.65	u[14]= 0.4535
x[15]=0.70	u[15]= 0.3789
x[16]=0.75	u[16]= 0.3089
x[17]=0.80	u[17]= 0.2427
x[18]=0.85	u[18]= 0.1794
x[19]=0.90	u[19]= 0.1184
x[20]=0.95	u[20]= 0.0588
x[21]=1.00	u[21]= 0.0000

Келесі уақыт сәттеріндегі нәтижелерді экранға шығаруға болады; мұнда тек бір уақыт сәтіндегі мәндер жазылған.

Егер басқа осындай есеп берілсе, онда бұл программаға келесі өзгерістерді енгізу керек болады:

- h, τ, a, n тұрақты параметрлердің мәндері;
- F_0, Ψ_0, Ψ_1 функцияларының түрлері.

Ал нәтижелерді шығару әрбір автордың өзінің қалауы бойынша, қандай уақыт сәттеріндегі нәтижелерді алғысы келетініне байланысты орындалады. Ол үшін қосымша енгізілген k параметрінің шектік мәні берілген болуы тиіс; жоғарыда келтірілген программада ол мән 1000 - ға тең деп алынған немесе әрбір $t = 0,1$ уақыт өткен сайын есептеу нәтижесі экранға шығарылып отырады.

Осы мысалдан мынадай қорытынды жасауға болады: айқын есептеу схемасын пайдаланғанда есепті шешудің алгоритмі де, программасы да өте қарапайым болады.

2.3 Айқын емес есептеу схемасы

Жоғарыда айтылғандай, егер (2.2) формуласының орынына (2.3) формуласы қолданылатын болса, онда айқын емес есептеу схемасы алынады. Айқын емес есептеу схемасының бірнеше түрі қарастырылады [2]. Олардың ең көп қолданылатындары қарастырылсын.

Сызықтық есептеу схемасы. Бұл схемада алгебралық теңдеулер системасы келесі түрде жазылады:

$$\frac{y_i - v_i}{\tau} = \frac{1}{h^2} [k_{i+1} \cdot (y_{i+1} - y_i) - k_i \cdot (y_i - y_{i-1})], \quad (2.17)$$

$$\text{Мұндағы } k_i = \frac{y_i + y_{i-1}}{2}, \quad i = 1, 2, \dots, n-1. \quad (2.18)$$

Бұл теңдеулер системасында (2.17) ізделініп отырған функция мәндері y_i бірінші дәрежелі болғандықтан бұл система сызықтық болады. Бұл теңдеулер системасы да прогонка әдісімен шешіледі

Сызықтық емес есептеу схемасы. Бұл жағдайда алгебралық теңдеулер системасы сызықтық болмайды; ол келесі түрде жазылады:

$$\frac{y_i - v_i}{\tau} = \frac{1}{h^2} [d_{i+1} \cdot (y_{i+1} - y_i) - d_i \cdot (y_i - y_{i-1})], \quad (2.19)$$

Мұндағы $d_i = \frac{y_i + y_{i+1}}{2}$. (2.20)

Қарастырылып отырған екі (2.17) және (2.19) формулаларының сырт пішіндері бірдей. Бірақ олардың ішіндегі (2.18) және (2.20) формулаларымен анықталатын өрнектердің әртүрлі болуы ол формулаларды өзгеше болуына келтіреді. Осымен бірге, олар анықтайтын есептеу схемалары да әртүрлі болады.

Егер (2.17) және (2.18) формулаларымен анықталатын сызықтық есептеу схемасына прогонка әдісін бірден пайдалануға болатын болса, ал (2.19) және (2.20) формулаларымен анықталатын сызықтық емес есептеу схемасына бәрден прогонка әдісін пайдалануға болмайды. Ол үшін итерация әдісі қолданылады [2].

Итерация әдісін қолданғанда, алдымен алғашқы, нөльдік жуық мән анықталуы тиіс. Нөльдік жуық мән ретінде әрбір жолы алдыңғы уақыт сәтіндегі мән қабылданады. Осыдан кейін әрбір жуық мәнді табу үшін прогонка әдісі қолданылады. Итерация процесін тоқтату үшін дәлдік шарты берілуі тиіс. Ол шарт келесі түрде жазылады:

$$\max |y_i^{s+1} - y_i^s| < \varepsilon, \quad 1 \leq i \leq n-1. \quad (2.21)$$

Мұндағы: s – жуық мәнінің номері; ε – дәлдікті анықтайтын кішігірім оң сан.

Осы шарт бойынша екі жуық мәндердің ең максимумы берілген дәлдікті (2.21) қанағаттандыруы тиіс.

Осы аталынған есептеу схемаларын талдау мақсатымен келсі бөлімде программалық жабдық келтірілген.

3 ЕСЕПТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІН ТАЛДАУ

Бірыңғай саласындағы бөлшектердің қозғалыс моделін жасау әдіс қадамы

Delphi көмегімен диаграммалар мүмкіндігін бар , параболалық типті квазисызықтық дифференциалдық теңдеулер шешу әдісін қолданады физикалық моделін құру бағдарламалау тілі құрылымдалған.

Мәселенің математикалық және физикалық міндеті:

Параболалық типті квазисызықтық дифференциалдық теңдеулер бірі жылу теңдеуі болып табылады.

Бұл дене жылу өткізе алатыны , жалпыға мәлім. Егер ұзын өзектің бір ұшын өртке салатын болсақ таяғы біраз уақыттан кейін жанғыш немесе оңай материалдар балқиды , екінші ұшын жалғанған жоқ болса , онда , тым қызады ; тез және қандай дәрежеде - материалдық, өзек мөлшері және басқа да факторларға байланысты . Осындай басқа процестер - қоспасы арқылы әр түрлі сұйықтықтарды немесе газдарды диффузиялық , гидро және аэродинамикасы процестер (сұйықтар мен газдардың , яғни аудару қозғалысы).

Осы процестердің өз заңдары бар болғанымен, олардың арасында ортақ көп нәрсе бар .

Бұл процестер жоғарыда үздіксіз талқыланды. Дербес туындылы дифференциалдық теңдеулер бірдей математикалық аппаратты пайдаланады және оларды математикалық модельдеуге болады.

Бірыңғай веб жылу беру - бұл сыныптың ең негізгі міндеттерінің бірі ғана шектелген .

Сызықтық стержень, бүйір беті жүргізіп жылу береді .Өзектің бастапқы моменті біркелкі қыздырылады.Егер , жылу ішкі көздері болмаған жағдайда , оның температурасы соңында өшеді және жылу қайта орын алып тегістеледі.Rod сызықтық және біртекті болғандықтан, кеңістікте тарату

температурасы бір x координаттарымен сипатталады. Температураны u деп белгілейміз, ол x – пен байланысты, сонымен қатар, уақыт әр түрлі болып өзгереді. Екі айнымалы $u(x, t)$ функциясы болып табылады. Өзекше бойымен функциясын өзгерту, « жылдамдық » x туындысымен анықталады. Туынды t айқындалатын ставкасы, төменде көрсетілгендей болады, олар өзара байланысты және бір теңдеуде енгізілген.

Жылу өткізгіштік теңдеуі. Өзек температураның өзгеруі процесін сипаттайтын теңдеулер. Біз нүктесі x_0 (сурет- 7.29) түзетуге және өзектің ұзындығы Δx шағын бөлігін белгілейміз.

Теңдеу арыз мәні бойынша жылу балансының теңдеуі, яғни энергиясын сақтайды. Ағыны салдарынан өзек таңдаулылар бөлімінде жылу мөлшерде өзгертуге және (немесе) оның екі бөлімнің кетуі, оның нақты жылу сәйкес сайттың қыздыру немесе суытуна әкеледі.

Біз осының барын енді математикалық тілде жазайық.

Сур. 7.29. Желілік өзектің учаскесі

Көлденең қимасының ауданы, S пропорционалды бір уақытта Δt бір нүктеден x_0 , кезінде өзек қимасы, температура градиенті $\frac{du}{dx}$ және уақыт аралығында

$\Delta Q = S * \frac{\partial u}{\partial x} * \Delta t$ арқылы өтетін жылу мөлшері 7,30 -Сурет.

S және Δt бәрі анық болса, $\frac{du}{dx}$ туынды пайда түсініктеме талап етеді. Артында ол жылу ағыны ΔQ , штанг ұзындығы кейбір бөлігі арқылы Δx үлкенірек, үлкен температура айырмасы ($|u_1| - |u_2|$) деп эксперименттік факт болып табылады, оның шетінде, және аз қашықтық Δx :

$$\Delta Q \sim \frac{u_1 - u_2}{\Delta x} = \frac{\Delta u}{\Delta x} \rightarrow \frac{\partial u}{\partial x} \quad \Delta x \rightarrow 0.$$

Жылу өткізгіш ретінде белгілі пропорционалдық коэффициенті k , енгізе отырып коэффициенті пропорционалдық k , деп аталатын жылу өткізу коэффициентін, аламыз

$$\Delta Q|_{x=x_0} = k * s * \frac{\partial u}{\partial x} |_{x=x_0} * \Delta t.$$

Мән k кестеде көрсетілген веб- материалдық және бірнеше материалдар бойынша айқындалады. 7.6 $\frac{\text{Вт}}{(\text{м} * \text{К})}$ СИ бірлік.

Осылайша, әр түрлі материалдардан жылу өткізгіштікке айырмашылықтар орасан зор.

Сур. 7.30. Ағыны арқылы жылу учаскесі өзектің ұзындығы Δx Енді $x = x_0 + \Delta x$ көлденең қимада арқылы өтетін жылу мөлшерін жазамыз. Бұл, мына формула бойынша анықталады:

$$\Delta Q|_{x=x_0+\Delta x} = k * s * \frac{\partial u}{\partial x}|_{x=x_0+\Delta x} * \Delta t.$$

туынды $\frac{du}{dx}$ нүкте $x = x_0 + \Delta x$ алынады. Ол үшін бұл x_0 нүктесін құнының тұрғысынан қажетті теңдеуді білдіруге қажет.

Кесте 7.6

Әр түрлі материалдар үшін жылу өткізгіштік шамасы

Значение коэффициента теплопроводности для некоторых материалов

Медь	384	Лед (0° С)	2,23	Асбест	0,4 - 0,8
Алюминий	209	Бетон	0,7 - 0,2	Дерево	0,1 - 0,2
Сталь	47	Кирпич	0,7	Воздух	0,034

Біз , тек бірінші өсімі Δx тәртібі бар

$$\frac{\partial U(x_0 + \Delta x)}{\partial x} = \frac{\partial U(x_0)}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial U(x_0)}{\partial x} \right) \cdot \Delta x$$

оған сәйкес

$$\Delta Q(x_0 + \Delta x) = k \cdot S \cdot \left(\frac{\partial U(x_0)}{\partial x} + \frac{\partial^2 U(x_0)}{\partial x^2} \cdot \Delta x \right) \cdot \Delta t$$

Егер $x = x_0$ и $x = x_0 + \Delta x$ арқылы көлденең қимасы әртүрлі уақыт Δt болса , өзекше осы бөлігін салқындату белгісі байланысты немесе жылу кіріп, оның бір бөлігінен жылу мөлшерін өтеді.

$$\Delta Q = \Delta Q(x_0 + \Delta x) - \Delta Q(x_0) = k \cdot S \cdot \frac{\partial^2 U(x_0)}{\partial x^2} \cdot \Delta x \cdot \Delta t$$

Болсын осы уақытта температура учаскесінің өзгерген Δu ; бұл өзгеруіне байланысты ΔQ арақатынасымен $\Delta Q = mc\Delta u$, мұндағы m - масса, c - меншікті жылу сыйымдылық.

ΔQ екі өрнектерді теңестіреміз:

$$m \cdot c \cdot \Delta U = k \cdot S \cdot \frac{\partial^2 U(x_0)}{\partial x^2} \cdot \Delta x \cdot \Delta t$$

Өйткені массасын ұсынуға болады ретінде $m = \rho \cdot S \cdot \Delta x$ (ρ - тығыздығы заттар), онда, поделив екі бөлігін теңдеулер арналған Δt және ауыса қарай шегіне кезінде $\Delta t \rightarrow 0$, аламыз

$$\rho \cdot c \cdot \frac{\partial U}{\partial t} = k \cdot \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}$$

Бұл - біртекті өзек үшін негізгі жылу теңдеуі. Дифференциалдау рәсім ретінде яғни , жергілікті теңдеуі. Берілген уақыт және берілген нүктесінде энергияның сақталу заңын білдіреді.

Теңдеуді сипаттайтын үш тұрақты зат бар. Теңдеу түрінде қайта жазу арқылы, оларды біріктіру ыңғайлы:.

$$\frac{\partial U}{\partial t} = a^2 \cdot \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}$$

мұндағы: $a^2 = \frac{k}{c \cdot \rho}$ - деп аталатын температуралық жылу өткізгіштік

коэффициент. Атауы a^2 (7.49), бұл коэффициент белгісі, өйткені ол ыңғайлы және әрқашан оң болып табылады .

Теңдеу (7.49) - Дербес туындылы дифференциалдық теңдеулер қарапайым бірі. Оның бастауыш түрінде қарамастан, осы теңдеудің шешімі , тіпті қарапайым жағдайда , өте қиын міндет бар .

Тұтас қасиеттерін модельдеуде айырымдық әдістері.

Біз жылу теңдеудің дербес туындылы дифференциалдық теңдеуінің сандық интеграция ең көп тараған әдістері мысал көрсетеді.

Олар үлгісі қабылдау негізделген. Біз $[a, b]$ бір өлшемді тор аралығын қамтуы , n тең бөлшектер 7,35 -суретте бөлінеді , яғни нүктелерінде тораптарымен

$$x_0 = 0; x_i = x_{i-1} + \Delta x, \quad x_n = x_0 + n \cdot \Delta x = l.$$

Қажетті функциясы $u(x)$ тор нүктелерінде оның мәндері арқылы жуықталмақ. Әрине, бұл көрініс толық сипаттамасы қамтамасыз етпейді , бірақ аралық нүктелерінде , тор жеткілікті «шағын» , егер интерполяция болады .

7,35-сурет. Өлшемді тор

Айырмалық аппроксимациялық туынды тоқталайық. Туынды , сондықтан , бұл көрші тор түйіндерінің мәндерді қосатын , кеңістікте жергілікті ерекшелігі өзгерістер туралы ақпаратты береді

X нүктесінде бірінші туынды айқын жуықтау беріледі.

$$\frac{\partial U(x_i)}{\partial x} = \frac{U(x_{i+1}) - U(x_{i-1}))}{2 \cdot \Delta x}$$

Соңғы нүктелері үшін , алайда, бұл жуықтау мүмкін емес , және ең оңай жолы - біржақты айырмашылықтарды шектеу үшін :

$$\frac{\partial U(x_0)}{\partial x} \approx \frac{U(x_1) - U(x_0)}{\Delta x}; \quad \frac{\partial U(x_n)}{\partial x} \approx \frac{U(x_n) - U(x_{n-1})}{\Delta x};$$

Әрине, (7.54), және (7.55) қарапайым аппроксимациялауды береді. Жоғары тәртібін жуықтау алуға болады түйіндерінің саны көп тартса , бірақ ол жиі жоғарыда жеткілікті сипатталған .Олар ұқсас жуықтау екінші туынды нысанын бар

$$\frac{\partial^2 U(x_i)}{\partial x^2} \approx \frac{1}{2 \cdot \Delta x} \left[\frac{\partial U(x_{i+1})}{\partial x} - \frac{\partial U(x_{i-1})}{\partial x} \right] = \frac{U(x_{i+1}) - 2 \cdot U(x_i) + U(x_{i-1}))}{(\Delta x)^2}, \quad i = 1, 2, \dots, n-1.$$

Кут , Эйлер , Рунге : интеграциялық рет әдістерін болсақ, ол қарапайым дифференциалдық теңдеулер үшін бірдей әдісі болып табылады. Ол сондай-ақ сынамаларды іріктеу сипатталады болғандықтан, тағы бір , уақыт тор бар . Қатысты теңдеулер интеграция бар мезгіл біз қабаттарын бөліп барамыз , және әрбір қабаты кеңістік тор белгісіз функцияның мәні анықталады .

Бірнеше алдыңғы қабаттарының - , мынадай құрбандық қабаты бірге пайдалану үшін , көп кешені үшін алдыңғы қабаты қалаған функцияның мәндерін Эйлер әдісін немесе басқа бір қадам әдісін пайдалана отырып, онда уақыт интеграция. Келесі , уақыт торына тиісті индекстері болуы жолүсті (жоғарғы) жазуға және ғарыш болады - жоласты (төменде) .

Осылайша, u^j жазу үшін бір өлшемді теңдеуі J -ші қабаттағы уақыт пен кеңістік тор i - ші түйінде $u(x, t)$ мәнін білдіреді .

Оралайық одномерному жылу өткізгіштік теңдеуі және формулируем простейшую ықтимал схемасы оның интегралдау - айқын схемасы бірінші ретті уақыты бойынша әдісін пайдалана отырып, Эйлер, кеңістікке пайдалана отырып, қарапайым аппроксимация Қадам уақытын белгілейміз Δt ,

координате - Δx . Шамасы $u^{k+1} = u(t_{k+1}, x_i)$ орналасқан бірі-разностного теңдеулер

$$U_i^{k+1} = U_i^k + \frac{a^2 \cdot \Delta t}{(\Delta x)^2} \cdot (U_{i+1}^k - 2 \cdot U_i^k + U_{i-1}^k)$$

($k = 0, 1, \dots; i = 1, 2, \dots, n - 1$) үшін ішкі тораптар кеңістіктік торлар; күшіне бастауыш шарттары

$$U_i^{(0)} = f(x)$$

мұндағы функциясы $f(x)$ анықталған және $t = 0$ температурасы мәні айқындайды.

(Өзек соңында) u^0 және u^n құндылықтарына қатысты , олар шекаралық шарттары түріне байланысты ; өзек ұштары тұрақты температурада сақталады жағдайда біз $u^0 = \tilde{u}_0, u^n = \tilde{u}_1, \tilde{u}_0, \tilde{u}_1$, - берілген сандар. Біз қазір талқыланып жатыр әдісін тұрақтылығы мен тиімділігін мәселені қарастыру .

Тұрақтылық қарапайым дифференциалдық теңдеулер үшін , сол сияқты түсінікті , бірақ мұнда көп тұрақсыз алуға мүмкін. Мүлдем тұрақсыз айырымдық схемалар мүлдем тұрақты және шартты тұрақты бар.

Алғашында барлық ешқандай мәселе шындыққа сәйкес ешқандай қатысы жоқ нәтижелерге алып , бұл қалай , шағын қадамдар бастапқы қатені « өңделетінін » деп . Екіншіден , әрине, кез келген қадамдар астында емес « бесігі » , дегенмен , аз алаңы, аз жуықтап және нақты шешімдер арасындағы айырмашылық .

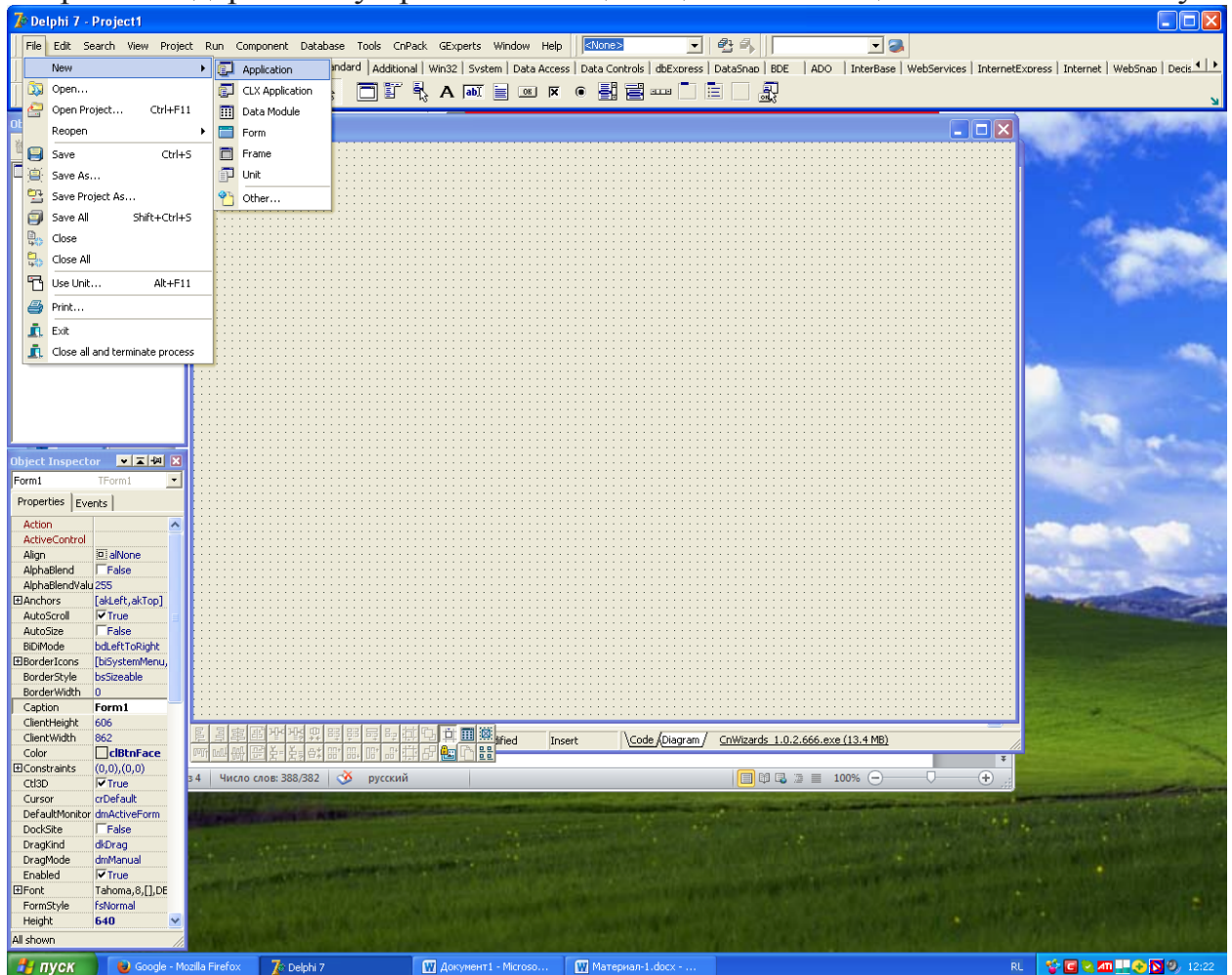
Үшінші құндылықтар Δx және Δt кейбір құрамаларынан тұрақты , тұрақсыз және басқа.

Біз жүргізу емес, зерттеу , айырымдық схема тұрақты екенін көрсетеді

$$\frac{a^2 \cdot \Delta t}{(\Delta x)^2} \leq \frac{1}{2}$$

Модельдеу

Delphi 7 бағдарламалау ортасын іске қосыңыз және жаңа жоба өтініш жасау

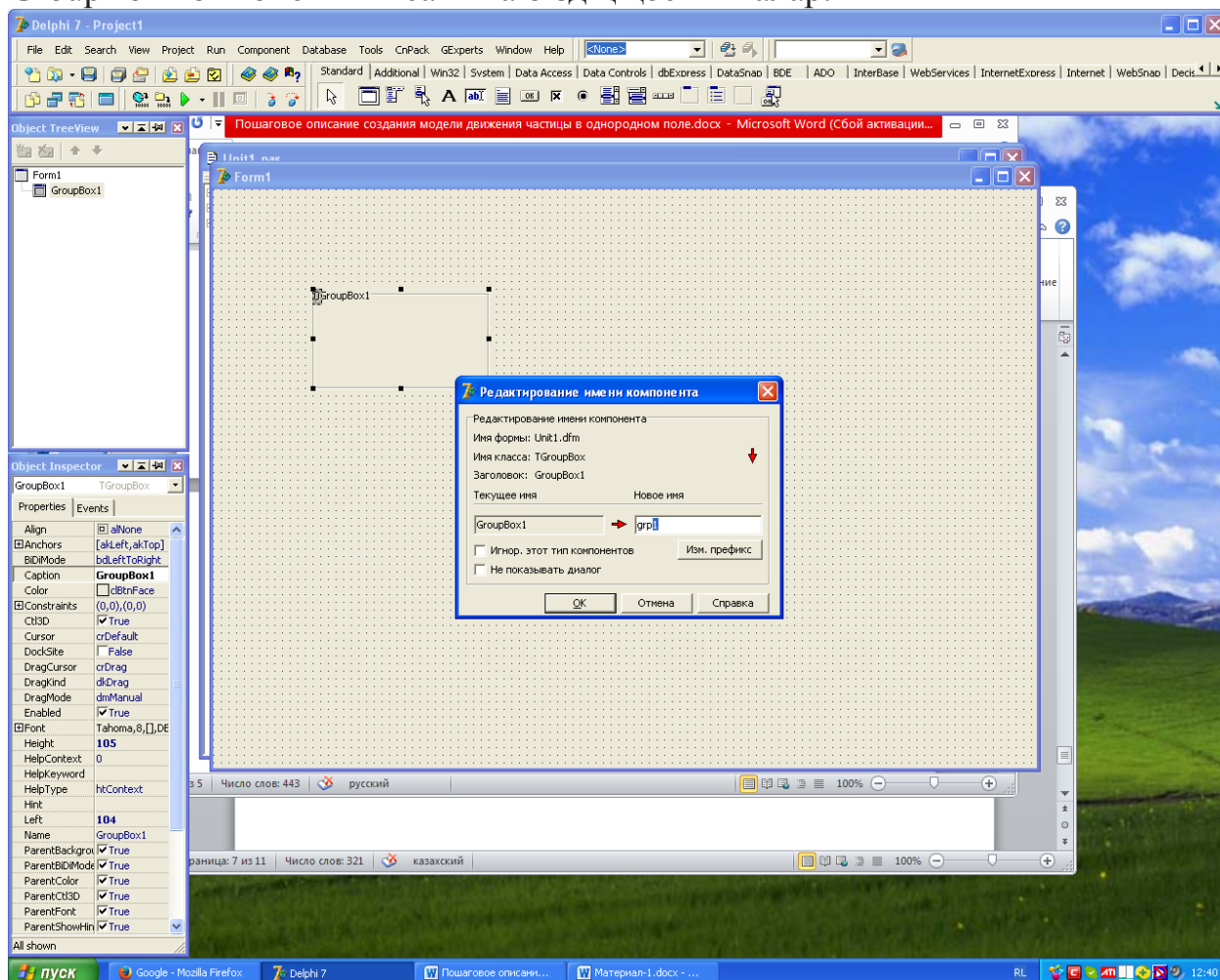


Сурет 1. Жаңа бағдарламаны жасау

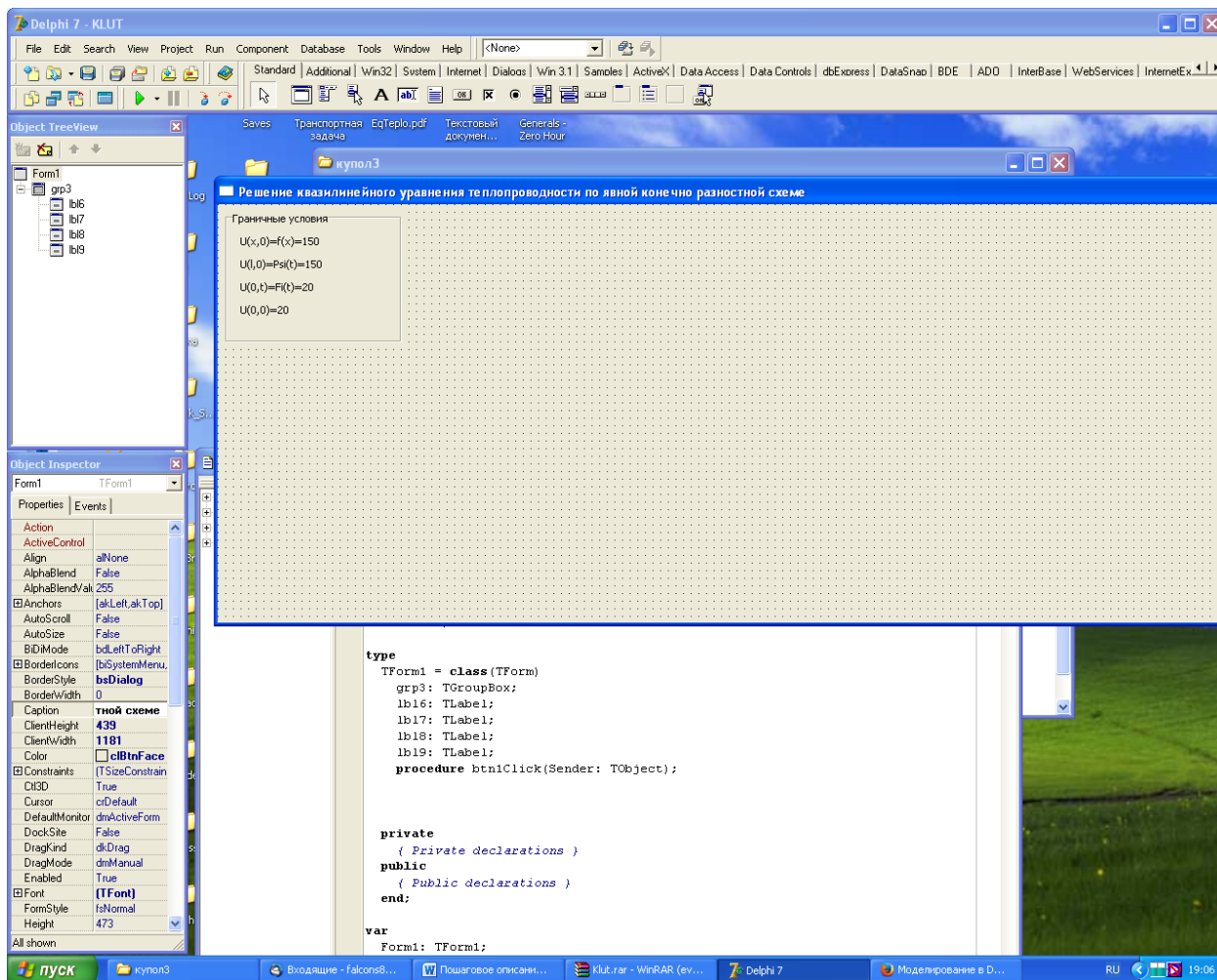
Біз модель үшін негізгі деректер енгізу қажет . Бұл үшін пайдаланатын боламыз компонент Edit) орналасқан компоненттер палитрасында бөліміндегі Standard.

Үшін интерфейс бағдарлама неғұрлым ыңғайлы қолданамыз GroupBox компоненті, сондай-ақ орналасқан қойындысындағы Standard. Қосамыз

GroupBox компоненті нысанына біздің қосымшалар.

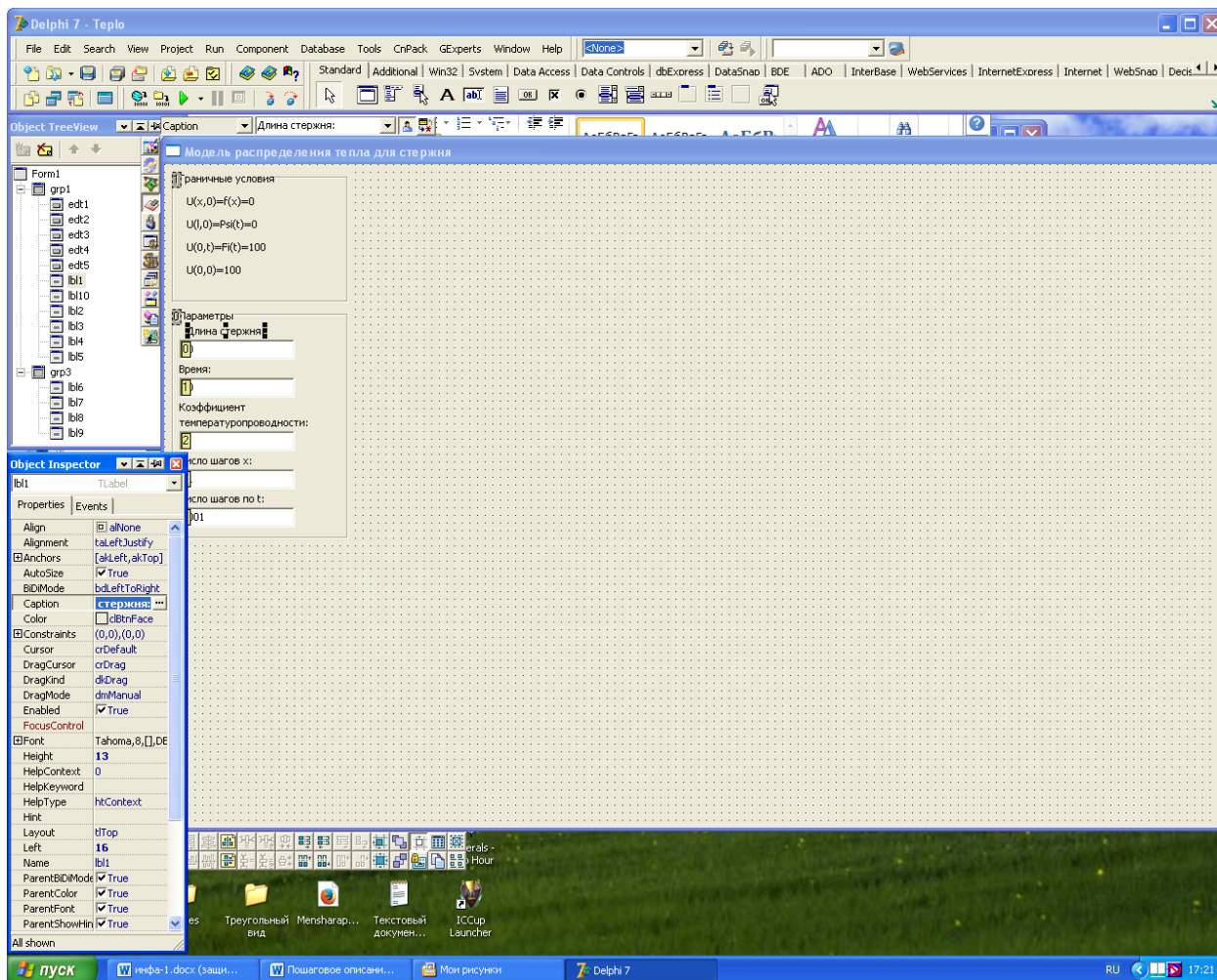


Сурет 2. GroupBox компонентін бетіне қосу Жүйесі , біз бағдарламаға компоненті сілтеме жасауға болады , бұл атын қосқан нысан grp1 атын тағайындайды. Сипаттар бояғыштарында , « шекаралық жағдай » үшін Caption сипатын өзгертуге . Label компоненті бар , шекаралық жағдай қойыңыз.



Сурет 3. Шекаралық шарттар туралы пішіні туралы ақпаратты қосу

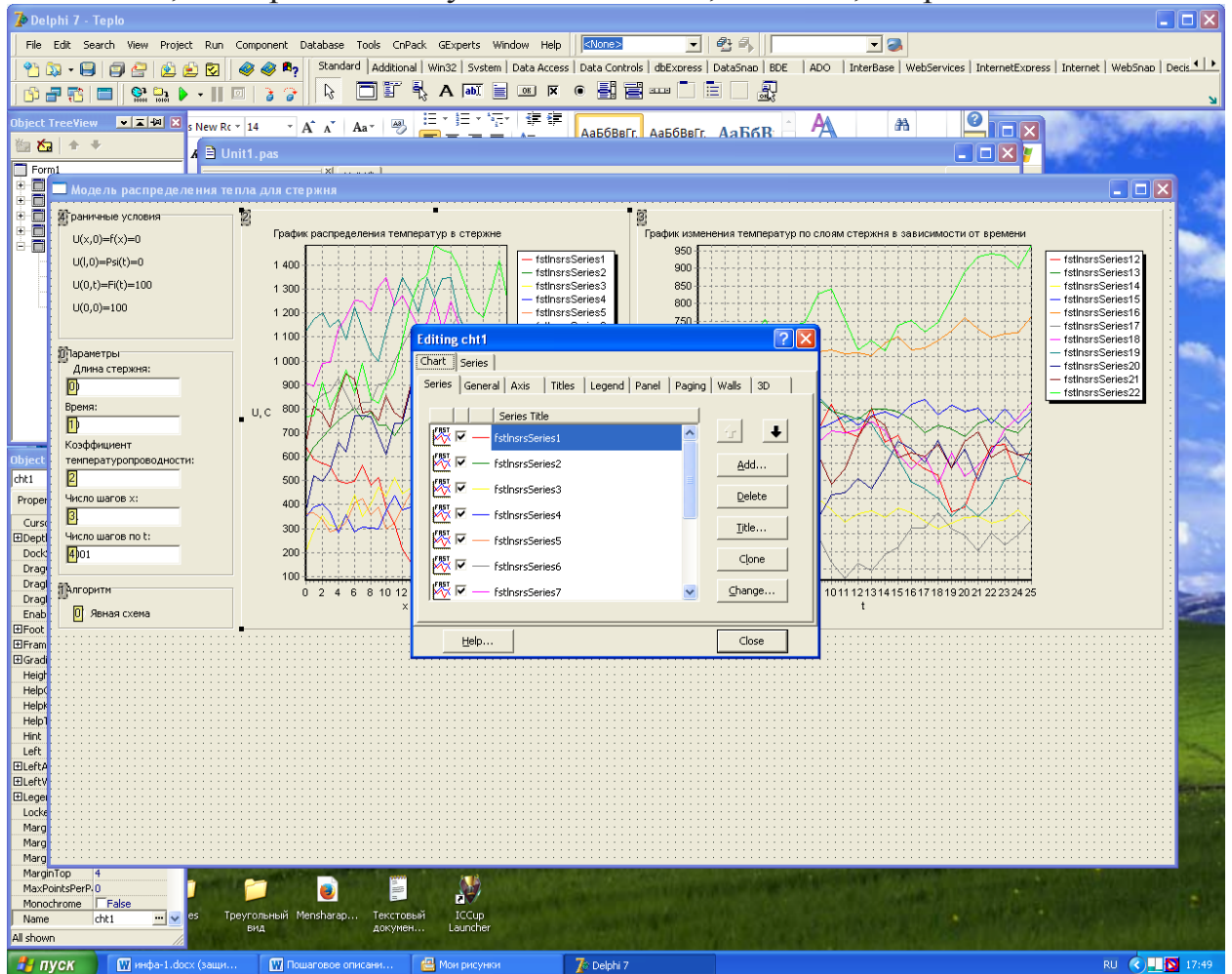
Сол сияқты біз жоғарыда нысан бойынша тағы бір компоненті TGroupBox нысанды қосыңыз. Ал grp2 жаңа нысан деректерді енгізу үшін объектілерді қажетті нөмірді түзету (компонент палитрасы қойындысы Стандарт бойынша орналасқан) қосылады. Сондай-ақ (компонент палитрасы қойындысы Стандарт бойынша орналасқан) объектілер Label компоненті қажетті саны сияқты кез келген деректерді енгізу үшін, онда дәл түсіндіруге. Барлық нысандар үшін (палитра нысан қасиеттері) мүліктік Caption қажетті мәнді орнатыңыз.



4. Сурет. Деректер енгізуіне объектілерінің тобын қосу

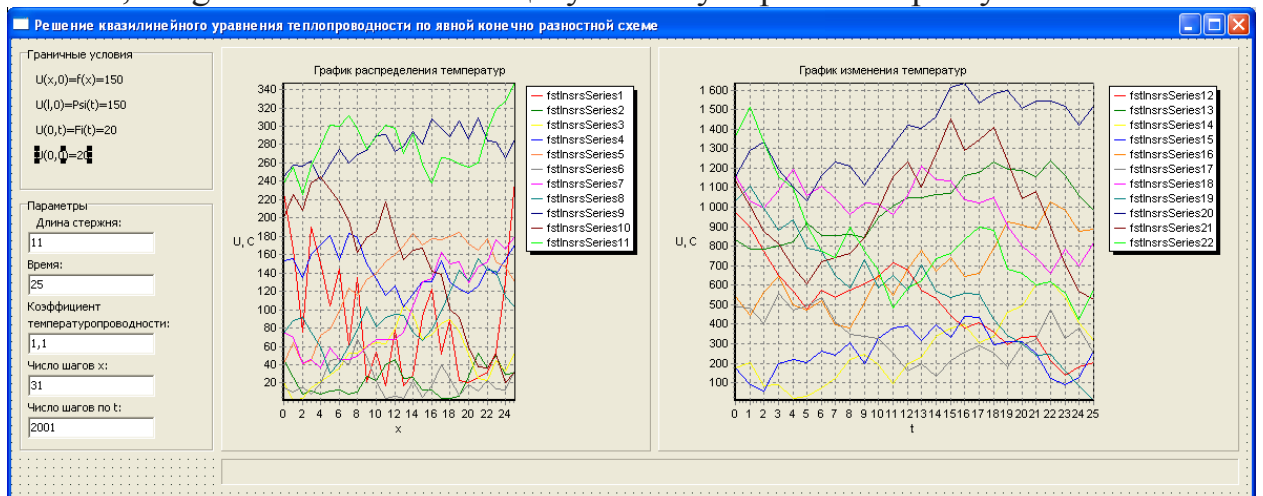
Деректерді енгізу үшін , біз ойламасақ , оны кері қайтарып алу туралы ойлауға енді қажет. Біз графиктер мен кестелер түрінде пайда болады деректерді есептелген . (Component палитра Қосымша қойындысында орналасқан) диаграмма құрамдас Диаграмманы пайдаланыңыз. Диаграммалар жүйелер (температура , уақыт пен кеңістік температурасын) үйлестіруге , сондықтан екі зат Shart компонент қосу екі салынады . Әрбір әрбір объект бойынша біз 10 деп аталатын жолдарды қосыңыз сондықтан жүйесі (ашықтық үшін) 11 графиктер көрсетеді үйлестіреді. Сіз нысан диаграммасында осы екі рет нұқу істей алады .

Сондай-ақ, онда редакциялауға болады осіне, қол қою, оларға және т. б.



Сурет 5. Қосу және нысандар компоненттері диаграмма редакциялау

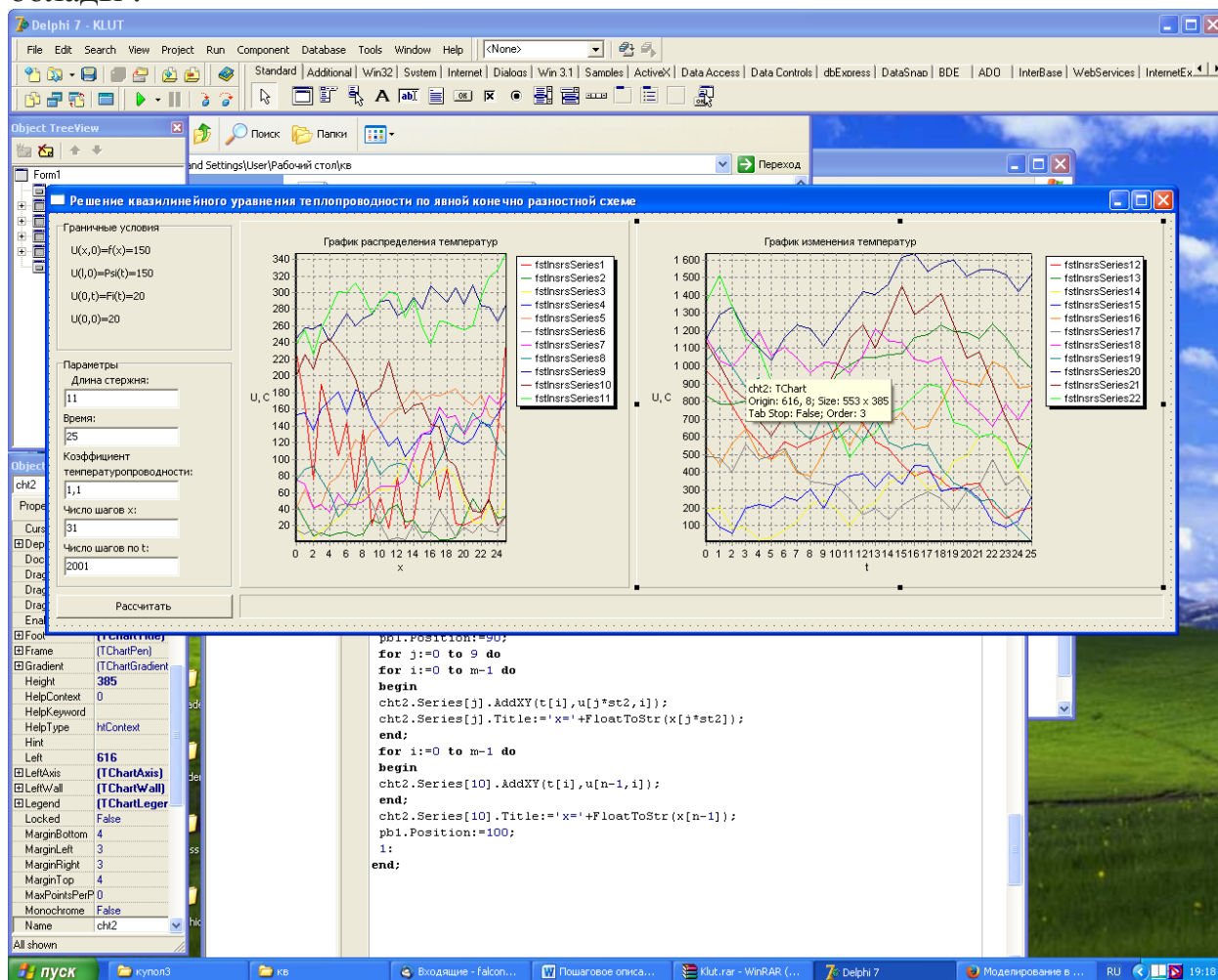
Келесі , ProgressBar қосу есептеу барысын көрсету .



Сурет 6. ProgressBar қосу

Соңында , біз интерактивті пайдаланушы бағдарламасымен өзара іс-қимылды жүзеге асыру қажет .

Бұл әрекетті орындау үшін, Түймешік Бөлік Vutton Bookmark стандарт қосыңыз. Қашан шертіп , және шикізат деректер есептеу және шығысын оқу болады .



Сурет 7. Нысан үшін түймешікті қосу

Біз бағдарламада барлық іс-әрекеттер жоғарыда аталған CNSA түймесін қосу сурет 7. түймесін басу арқылы іске асырылатын болады мен нысаны .

Сондықтан біз үшін батырманың OnClick оқиғаны шақыру және кодты жаза бастаңыз .

4 Жобаның техникалық-экономикалық бөлімі

4.1 Жұмыстың сипаттамасы мен қажеттілігінің негіздемесі

Осы дипломдық жобаның тақырыбы - **«ПАРАБОЛА ТИПІНДЕГІ КВАЗИСЫЗЫҚТЫҚ ТЕҢДЕУДІ ШЕШУДІҢ АЛГОРИТМДЕРІН ТАЛДАУ».**

Бұл жобаның мақсаты - осындағы есептеу схемаларын , формулаларды пайдаланып , программалар құрастыру керек. Осы екі алгоритмді салыстыру арқылы талдау жасалынады.

Бұл программа математика және физика кафедра оқытушылары мен студенттеріне арналған.

Бұл бөлімде жобаның экономикалық құрамдас бөлігін іске асыру және осы өнімде көрсететін уақытша, еңбек және қаржылық шығындарды қарастырады.

Жобалау және әзірлеу бойынша жұмыстың құнын есептеу

Көп бағдарламалық өнімді әзірлеу - күрделі және интеллектуалды бірге талап ететін , техникалық шығындар және қаржылық шығындары бар тынымсыз процесс. Сондықтан да даму құнын есептеу өнімі ең қажеттісі болып табылады .

шығындар

Бағдарламалық қамтамасыз пакетінің шығынын есептеу мына формула бойынша анықталады :

$$C = ETҚ + C_{\theta} + A + \mathcal{E} + C_{\theta} + E , \quad (4.1)$$

Мұндағы : ETҚ – еңбекақы төлеу қоры;

C_{θ} – әлеуметтік салық;

А – амортизациялық аударымдар;

Э – энергетикалық шығындар;

C_{θ} - өзге шығындар;

Е – есептік шығындар;

Қажет жалақы қоры мына формула бойынша есептеледі :

$$ETK = \mathcal{J}_n + \mathcal{J}_{қос} \quad (4.2)$$

где: \mathcal{J}_n - Негізгі жалақы ;

$\mathcal{J}_{қос}$ –қосымша жалақы;

Жұмыс барысында қатысқандары : Жетекшісі – міндеттер қою,
Жетекшісі – міндеттер қойып жобаның негізгі бизнес ережелерін
әзірлеу ;

Программист- әзірлеуші, есептің программасын әзірлеп, сүйемелдеу;

Экономикалық бөлігі бойынша кеңесшілер және ОБЖД бөлігі бойынша ;

Қызметкерлер мен олардың жалақысының жалпы саны 4.1- Кестеде көрсетілген.

Орындаушы	Адам саны	Айлық жалақы , теңге
Жетекшісі	1	40000
“Экономика” бөлігі бойынша кеңесші	1	35000
“Тіршілік қауіпсіздік” бөлігі бойынша кеңесші	1	30000
Программист- әзірлеуші	1	45000
Барлығы	4	150000

Кесте 4.1 – Жобаға қатысатын қызметкерлердің саны және олардың еңбекақысы

Жұмысқа қатысатын институт қызметкерлерінің еңбегі , АЭЖБУ жалақы туралы ережеге сәйкес төленеді, ал бағдарламашы-программисттің еңбегі шартты түрде ,келісім-шарт негізінде 45000 теңге көлемінде төленеді.

Еңбек шығындарының базалық ставкасының құрамдас бөліктерін анықтау мына формула бойынша есептеледі :

$$Q = q * c \quad (4.3)$$

где Q – командалардың шартты саны;

$q=4600$ – тапсырмаға түріне байланысты шартты тапсырмалар санын көрсететін коэффициент ,
 $c=1,08$ - назарға бағдарламаның жаңалығы және кешенділігі коэффициенті,
 $Q =4600*1.08=4968$. Таңдау коэффициенті Q шамасы 4.2-кесте өндірілген болатын таңдау

Кесте - 4.2 – q коэффициентінің мағынасы

Мәселенің түрі	Коэффициенттің өзгерістер шегі
Есепке алу мәселелері	От 1400 до 1500
Жедел басқару тапсырмалары	От 1500 до 1700
Жоспарлап міндеттеу	от 3000 до 3500
Көп нұсқалы міндеттер	от 4500 до 5000
Кешенді міндеттер	от 5000 до 5500

Дәрежесі бойынша жаңа бағдарламалық өнімдер жатқызылуы мүмкін , осы 4 топтың біріне :

- А тобы - жаңа міндеттер дамыту;
- Б тобы - түпнұсқа бағдарламаларын әзірлеу ;
- В тобы - стандартты шешімдерді пайдаланып бағдарламаларын әзірлеу
- .
- Топ Г- біржолғы міндет түрлері;

С коэффициентті таңдау қиылысында , күрделілігі мен жаңа дәрежесіндегі топтар 4.3 - кестеде өндіріледі.

Бағдарлама тілі	Қиындық тобы	Жаңа дәрежесі				Коэффициент
		А	Б	В	Г	
Жоғарғы деңгей	1	1 , 38	1 , 26	1 , 15	1 , 69	1 , 2
	2	1	1 , 19	1 , 08	1 , 65	1 , 35

		,30				
	3	1 ,20	1 ,10	1 ,00	1 ,60	1 ,5
Төменгі деңгей	1	1 ,58	1 ,45	1 ,32	1 ,79	1 ,2
	2	1 ,49	1 ,37	1 ,24	1 ,74	1 ,35
	3	1 ,38	1 ,26	1 ,15	1 ,69	1 ,5

Көп модульді бағдарламалық өнімді пайдалану кезінде, , оған сәйкес сілтеме шарттарын пайдалана отырып, назарға олардың шарттарын ескере отырып, белгілі бір заттар дәйекті орын өнімділігі қолданады.

Бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеу жұмыстарының графигі 4.4 кестеде ұсынылған.

Кесте 4.4 - Бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеу жұмыстарының графигі

Жұмыс коды	Жұмыс аты	Күтілу ұзақтығы,күндер	Белгіленуі
1	Проблеманың сипаттамасын дайындау	2	$T_{\text{пд}}$
2	сипаттамасын дайындау	3	$T_{\text{сд}}$
3	Алгоритмін әзірлеу	3	$T_{\text{а}}$
4	Негізгі модульді дамыту	2	$T_{\text{нм}}$
5	Бағдарлама интерфейсі жобалау және құру	7	$T_{\text{ин}}$
6	Бағдарламаның нег.бөлігін әзірлеу	14	$T_{\text{нег}}$

7	Тестілеу және негізгі модульдер қателерді анықтау мақсатында	3	$T_{\text{ТЕСТ}}$
8	Техникалық құжаттаманы дайындау	3	$T_{\text{ТЕХ}}$
9	“Экономика” дайындау бөлімі	7	$T_{\text{Э}}$
10	“Тіршілік қауіпсіздік” дайындау бөлімі	7	$T_{\text{ТҚ}}$

Қатысушылар іске қосылған жобада , әр түрлі уақыт аралығында жұмыс істейді , күндік және сағат бойынша еңбек ақы төлеуін есептеу қажет.

Жұмыс күніне бір қызметкердің жалақысы Ол мына формула бойынша есептеледі

Әрбір қызметкердің 1 жұмыс күнінің жалақысын есептеу мына формула бойынша есептелінеді:

$$D = \frac{O}{n} \quad (4.3)$$

где, O – қызметкердің теңгемен жалақысы;

n – жұмыс айдың күндер саны (бұл 24 күн - алты күндік жұмыс аптасы):

Жетекшіге : $D = \frac{40000}{24} = 1666$ тенге/күн;

“Экономика” бөлігі бойынша кеңесшіге: $D = \frac{35000}{24} = 1458$ тенге/күн;

“Тіршілік қауіпсіздігі” бөлігі бойынша кеңесшіге: $D = \frac{30000}{24} =$

1250 тенге/күн;

Программист- әзірлеушіге: $D = \frac{45000}{24} = 1875$ тенге/күн;

1 сағат үшін есептеленетін жалақы формуласы :

$$H = \frac{D}{z} \quad (4.4)$$

где: D – бір күн ішінде төленетін қызметкердің жалақысы,

z – жұмыс күнің сағат саны (8сағат):

Жетекшіге: $D = \frac{1666}{8} = 208,25$ тенге/час;

“Экономика” бөлігі бойынша кеңесшіге: $D = \frac{1458}{8} = 182,25$ тенге/час;

“Тіршілік қауіпсіздігі” бөлігі бойынша кеңесшіге”: $D = \frac{1250}{8} =$

156,25 тенге/сағ;

Программист- әзірлеушіге: $D = \frac{1875}{8} = \mathbf{234,375}$ тенге/час;

Уақыт адам-сағаты бойынша есептеледі , $T_{ПЗ}$ астам нақты жұмыс істелген уақыт және уақыт қалған кезеңдерінде анықталады , командалардың дәстүрлі саны бойынша есеп айырысу Q .

Қатысушылар іске қосылған жобада , әр түрлі уақыт аралығында жұмыс істейді , күндік және сағат бойынша еңбек ақы төлеуін есептеу қажет.

Біз бағдарламалық қамтамасыз құру кезеңінде әрбір жұмсалған уақытты анықтаймыз:

1. $T_{ПД}$ (Тапсырма Сипаттама дайындау үшін уақыт) , қабылданған және факт (3-тен 5 күнге дейін 8 сағат) болып табылады :

$$T_{ПД} = 32 \text{ адам / сағат}$$

2. $T_{СД}$ міндетті сипаттамасы (уақыты) мынадай формула бойынша айқындалады :

$$T_{СД} = \frac{Q \cdot B}{50 \cdot K} \quad (4.5)$$

мұндағы $B = 1,35$ – есепке алу коэффициенті өзгерістер міндеттері, B коэффициенті

мәселенің және өзгертулер санына күрделілігіне байланысты 1,2 - 1,5 интервалында

таңдалған. (4.5-кесте)

$K=1,2$ –коэффициенті, программистің біліктілігін есепке алатын.

$$T_{СД} = \frac{4968 \cdot 1,35}{50 \cdot 1,2} = \mathbf{111,78}$$
 адам/сағ;

Кесте 4.5 - Бағдарламашы біліктілігінің коэффициенттері

Жұмыс тәжірбиесі	Біліктілік коэффициенті
2 жылға дейін	0.8
2-3 жыл	1
3-5 жыл	1.1 - 1.2
5-7 жыл	1.3 - 1.4
7 жылдан астам	1.5- 1.6

3. T_A (алгоритм құруға кеткен уақыт) мына формуламен есептейміз:

$$T_A = \frac{Q}{50 \cdot K} \quad (4.6)$$

$$T_A = \frac{4968}{50 * 1,2} = 82,8 \text{ адам/сағ};$$

4. T_{HM} (негізгі модулін әзірлеу уақыты) анықталады, соған ұқсас T_A
 $T_{HM} = 82,8 \text{ чел/час};$

5. $T_{ИН}$ (бағдарлама интерфейсі дамыту және құру үшін уақыт) мынадай формула

бойынша анықталады:

$$T_{ИН} = \frac{4968 * 1,5}{50 * 1,2} = 124,4 \text{ адам/сағ};$$

6. $T_{НЕГ}$ (бағдарламаның негізгі бөлігін әзірлеу үшін уақыт) мынадай формула

бойынша анықталады:

$$T_{НЕГ} = \frac{4968 * 1,5}{50 * 1,2} = 124,4 \text{ адам/сағ};$$

7. $T_{ТЕСТ}$ (жөндеу уақыты және тестілеу бағдарламасы) мынадай формула бойынша анықталады:

$$T_{ТЕСТ} = \frac{4968 * 1,5}{50 * 1,2} = 124,4 \text{ адам/сағ};$$

8. $T_{НЕГ}$ (негізгі бөлігін әзірлеу үшін уақыт) мынадай формула бойынша анықталады:

$$T_{НЕГ} = \frac{4968 * 1,5}{50 * 1,2} = 124,4 \text{ адам/сағ};$$

9. $T_{ТЕСТ}$ (тест тапсыру уақыты) мынадай формула бойынша анықталады:

$$T_{ТЕСТ} = \frac{4968 * 1,5}{50 * 1,2} = 124,4 \text{ адам/сағ};$$

10. $T_{ТЕХ}$ (Техникалық құжаттаманы жасау үшін уақыты), шын мәнінде қабылданған, және ол (3-тен 5 күнге дейін, 8 сағат) болып табылады:

$$T_{ТЕХ} = 30 \text{ адам/сағ};$$

11. $T_{Э}$, $T_{ТК}$ (Экономика және Т.Қ. бөлімдерін дайындау уақыты), іс жүзінде қабылданған және бұл (8 сағат, 7 күннен 10 күнге дейін) болып табылады:

$$T_{Э} = T_{ТК} = 60 \text{ адам/сағ};$$

12. Өйткені жоба басшысы, уақыт есептеу үшін жалақы қамту қажет, және әр түрлі болып табылады, $T_{ЖЕТ}$ уақыт алды және ол орта есеппен тең. Уақыты орта есеппен алынады және тең алынады.

$$T_{ЖЕТ} = 80 \text{ адам/сағ};$$

$$T_{Э} = T_{БЖ} = 22 \text{ адам/сағ};$$

Барлығы еңбек шығындары оның құнының сомасы ретінде есептеледі формула 4.10:

$$T_{СТ} = T_{ПД} + T_{СД} + T_A + T_{HM} + T_{ИН} + T_{НЕГ} + T_{ТЕСТ} + T_{ТЕХ} + T_{Э} + T_{ТК} \quad (4.7)$$

$$T_{CT} = 32+111,78+82,8+82,8+124,4+124,4+30+60+60=832,58 \text{ адам/сағ};$$

Осылайша, жиынтық негізгі жалақы құрайды:

$$Z_{HEГ} = Z_{ИНЖ} + Z_{ЖЕТ} \quad (4.8)$$

$$Z_{HEГ} = 832,58 * 260,37 + 22 * 156,25 + 80 * 208,25 = 240886 \text{ тенге}$$

Қосымша жалақысы орта есеп мөлшерінде айқындалады , 10% - негізгі еңбекақы мына формула бойынша есептеледі:

$$Z_{КОС} = Z_{HEГ} * 10 \% \quad (4.9)$$

$$Z_{КОС} = 240886 * 10\% = 24088 \text{ тенге};$$

Жалпы еңбекақы төлеу қоры 4.2 формулаға сәйкес:

$$ЕТҚ = 240886 + 24088 = 264974 \text{ тенге};$$

Әлеуметтік салық ЕТҚ-тың 11% - ды құрайды және мына формула бойынша есептеледі

$$C_{\Theta} = (ЕТҚ - ПО) * 11\% \quad (4.10)$$

мұндағы: ЗЖ (зейнетақы жарналары) ЕТҚ-ның 10% құрайды және мына формула бойынша есептеледі :

$$ЗЖ = ЕТҚ * 10\% \quad (4.11)$$

Зейнетақы аударымдарының мөлшерін 4.11 формулаға сәйкес құрайды

$$ЗЖ = 264974 * 10\% = 26497 \text{ тенге};$$

Аударымдар әлеуметтік салық бойынша 4.10 формулаға сәйкес

$$C_{\Theta} = (264974 - 26497) * 11\% = 26232,47 \text{ тенге}$$

4.2 Амортизациялық шығындарды 4.2 есептеу

Амортизация белгіленген нормаларға сәйкес жүргізіледі амортизациялық , кітап құнының пайызбен мен жабдықтар мынадай формула бойынша есептеледі :

$$A = \frac{C_{\text{жабд}} * N_A * N}{100 * 12 * t} \quad (4.12)$$

где: N_A – амортизация нормасы;

$C_{\text{обор}}$ - жабдықтардың бастапқы құны;

N - жұмыстарды орындау үшін күндер саны;

t - жалпы дербес компьютерді пайдалану уақыты;

Амортизация нормасы N_A , мына формуламен есептеледі:

$$A = \frac{C_{\text{жабдық}} * C_{\text{тар}}}{T_{\text{норм}} * C_{\text{жабд}}} * 100\% \quad (4.13)$$

$C_{\text{тар}}$ - тарату құны, жабдық құнының 5.61 % құрайды;

$T_{\text{норм}}$ - стандартты қызмет ету мерзімі (жеке компьютер үшін - 4 жыл) .

Кесте 4.6 . бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеу кезінде пайдаланылатын жабдықтар :

Атауы	Модель	Құны,тг
-------	--------	---------

Процессор	Intel Core-i5-3470	40060
Монитор	Samsung S22C150NS	28450
Пернетақта	A4tech KRS-8572	1850
Компьютерлік тышқан	HP H2C21AA	860
Барлығы		71220

Сондықтан, тарату құны 5.61%, демек:

$$C_{\text{ТАР}} = 0,056 * C_{\text{ЖАБД}}$$

$$C_{\text{ЖАБД}} = 0,056 * 71220 = 3988,3 \text{ тг.}$$

Жалпы уақыт дербес компьютерді пайдалануды және компьютерде жұмыс істеу уақытын ескереді және мынадай формула бойынша есептеледі:

$$t = T_{\text{НМ}} + T_{\text{ИН}} + T_{\text{НЕГ}} + T_{\text{ТЕСТ}} \quad (4.7)$$

$$t = 82,8 + 124,4 + 124,4 + 124,4 = 331,61 \text{ адам/сағ} = 41 \text{ күн} \quad (4.14)$$

$$H_A = \frac{71220 - 3988,3}{4 * 71220} * 100 \% = 23,6 \%$$

$$A = \frac{71220 * 0,236 * 104}{100 * 12 * 41} = 35,5 \text{ теңге}$$

Электр энергиясының құны мына формула бойынша есептеледі:

$$\mathcal{E} = M * K_3 * T * C_{\text{кВт-ч}} \quad (4.15)$$

мұндағы: M – ЭВМ қуаты (600 Вт = 0,6 кВт);

K_3 - жүктеу коэффициенті (0.8);

$C_{\text{кВт-ч}}$ - Электр энергиясын 1 кВтс 14,935 Т.Г. құны;

T - жұмыс уақыты;

$$\mathcal{E} = 0,6 * 0,8 * 14,935 * 331.61 = 2377 \text{ тенге}$$

Процесінде пайдаланылатын материалдар мен бөлшектерден арналған шығындар бағдарламалық қамтамасыз ету ($C_{\text{ММБ}}$) жазбаша , сондай-ақ техникалық шығындар техникалық қызмет көрсету және жөндеу ($C_{\text{ТҚ}}$) , тиісінше , 2.06 % және 2,266 % құрайды , жабдықтарды құны - формуласы (4.16 - 4.17) :

$$C_{\text{ММБ}} = 0,0206 * C_{\text{обор}} \text{ тенге} \quad (4.16)$$

$$C_{\text{ТҚ}} = 0,02266 * C_{\text{обор}} \text{ тенге} \quad (4.17)$$

$$C_{\text{ММБ}} = 0,0206 * 71220 = 1467 \text{ тенге}$$

$$C_{\text{ТҚ}} = 0,02266 * 71220 = 1613 \text{ тенге}$$

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{ММБ}} * C_{\text{ТҚ}} \text{ тенге} \quad (4.18)$$

$$C_{\text{пр}} = 1467 + 1613 = 3080 \text{ тенге}$$

Басқару және техникалық қызмет көрсету байланысты үстеме шығындар , техникалық қызмет көрсету және пайдалану жабдықтарды және басқа да қосымша бағдарламалық қамтамасыз ету және өндірістік айналымы процесін құны құрайды, Формуламен есептеледі жалпы құны , 50% :

$$H = (E_{\text{ТҚ}} + C_{\text{н}} + A + \mathcal{E} + C_{\text{пр}}) * 0,5 \quad (4.19)$$

$$H = (264974 + 26232,47 + 35,5 + 2377 + 3080) * 0,5 = 148349 \text{ тенге}$$

Осылайша, бағдарламалық кешенді қамтамасыз етуді дамыту құны 4.1 формулаға сәйкес болып табылады:

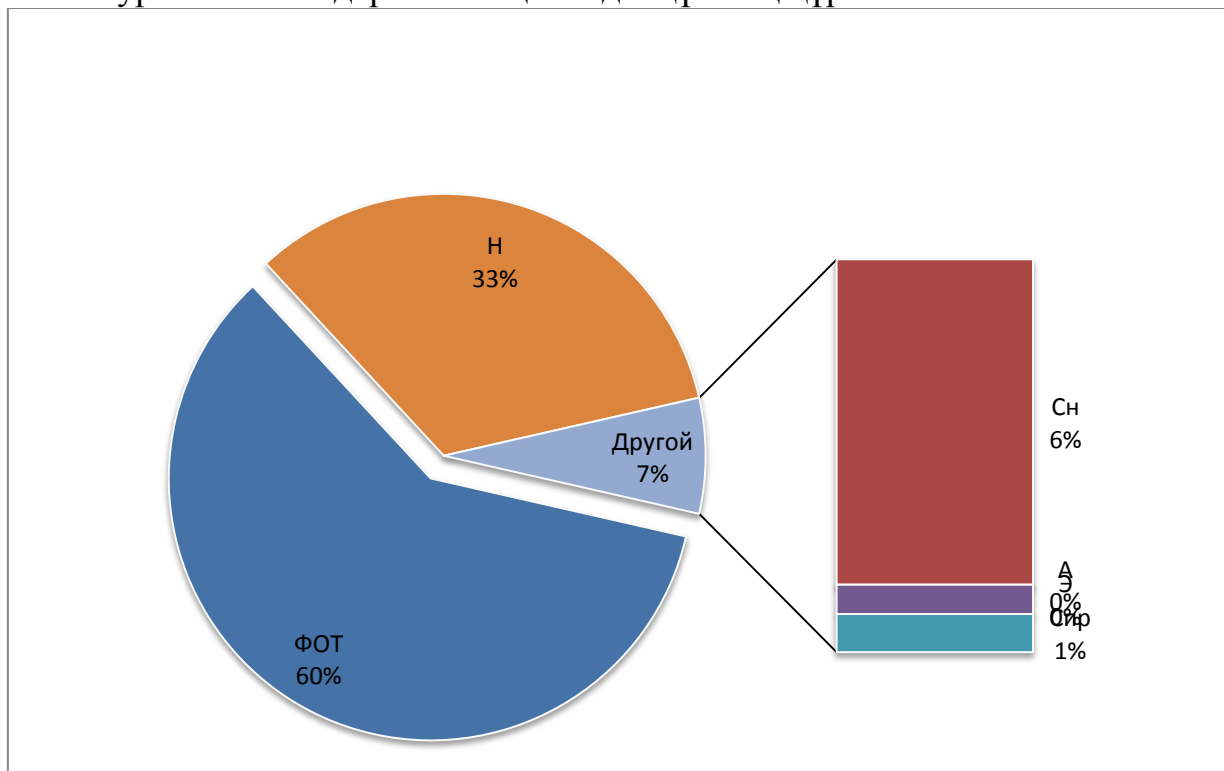
$$C = 264974 + 26232,47 + 35,5 + 2377 + 3080 + 148349 = 445047,97 \text{ тенге}$$

Бағдарламалық өнімді құнын есептеу қысқаша қорытындылары шығындарды көрсететін кесте түрінде , сондай-ақ олардың сомасында көзделген даму жалпы құны үлесі :

Кесте – 6 Бағдарламаның өзіндік құны әзірлеу қорытқы кестесі

Шығыстар бабы	Құны, тг.	Жалпы құнының пайызы ретінде ,%
Еңбекақы төлеу қоры (ЕТҚ)	264974	59,5
Әлеуметтік салық (СӘ)	26232,47	5,89
Амортизация (А)	35,5	0
Энергия шығындары (Э)	2377	0,53
Өзге шығындар (Сө)	3080	0,69
Есептік шығындар(Н)	148349	33,3
Барлығы:	445047,97	100

Сурет 4.1 – Бағдарламаның өзіндік құнның құрылымы



4.3 Бағдарламалық өнімнің бағасы

Бағдарламалық өнімнің ең төменгі бағасы келесі формула:

бойынша есептеледі:

$$B_{\min} = C_{\text{пп}}(1+P/100) \text{ д.ед.} \quad (21)$$

Мұндағы : $\Theta_{\text{бк}}$, д.ед.- бағдарламаның өзіндік құнның құрылымы.

$P, \%$ - жоспарланған пайыз рентабельділік қатынасы бойынша өзіндік құны.

Сонда, 21-формула бойынша,

$$B_{\min} = (445047,97) * (1+0.1938) = 531298 \text{ тг.}$$

Әрі қарай сату баға шот салығы іске асыру ескеріле отырып анықталады

Қосылған құн салығы (ҚҚС) (формуласы 22) :

$$B_1 = B_{\min} + \text{ҚҚС.} \quad (22)$$

Салық 268-бабында сәйкес , 2014 жылы ҚҚС мөлшерлемесі,

ҚР кодексі 12 % құрайды.

$$Ц_1 = 531298 + 63755 = 595053 \text{ тг.}$$

Қорытынды

Бұл дипломдық жобада барлық қойылған мақсаттар мен тапсырмалар іске асырылды. Бағдарламаның өзіндік құны қосымша құн салығынсыз 445048 теңгені қамтиды. Біз сурет 4.1 суреттен , негізгі шығыстардың баптары – бұл еңбек ақы төлеу қоры 59,5 % (264974 тг.) және үстеме шығыстары 33,3 % (148349 тг.) екенің көріп тұрмыз. Тауардың сату бағасы – 595053 . Жалпы дамыту уақыты 109 күн ..

5 Тіршілік қауіпсіздігі

5.1 Ықтимал қауіпті және зиянды өндірістік факторларды талдау

Табиғат пайда болғаны туралы қауіпті және зиянды өндірістік факторлар мынадай топтарға бөлінеді:

- физикалық ;
- химиялық ;
- физиологиялық ;
- биологиялық .

Зерттеу жұмысын жасау « **ПАРАБОЛА ТИПІНДЕГІ КВАЗИСЫЗЫҚТЫҚ ТЕҢДЕУДІ ШЕШУДІҢ АЛГОРИТМДЕРІН ТАЛДАУ**» арнайы санатқа жататын жоғары тәуекел жоқ бөлмеде (офисте) өтеді. Бөлме құрғақ, температурасы, ондағы салымдар деңгейінде 20°C – 25°C, ылғалдылығы 60% мөлшерінде. Зерттеу шарттары ГОСТқа сәйкес : ылғалды және өткізетін шаң жоқ .

Бұл жұмыс бағдарлама құруды ұсынады. Сондықтан, бұл бағдарламамен жұмыс істеуге , бізге дербес компьютер қажет етеді. Химиялық қауіпті факторларға тұрақты жұмыс істейтін бағдарламалаушыға мыналар жатады: пайда болуы, нәтижесінде-жайлардағы ауаның жұмыс істеу кезінде компьютер, белсенді бөлшектер. Осы бөлмеде Биологиялық зиянды өндірістік факторлардың қол жетімді емес.

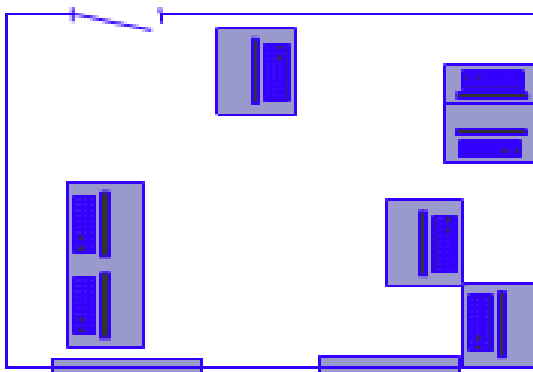
- Психологиялық тұрғыдан зиянды факторлар әсер ететін оператордың ішінде оның жұмыс ауысымына мыналарды жатқызуға болады:

- нейро- эмоционалдық шамадан ;
- психикалық стресс ;
- асқын Көру талдағышы .

Егжей-тегжейлі осы жүйенің дамуымен байланысты шеккен бағдарламаушы қозғайтын қауіпті және зиянды факторлар қаралады.

Үй-жайларды талдау

- Жұмыс үй-жайы орналасқан 2 қабатта.
 - Түрі аудитория: офис
 - Үй-жайға ұсынады бөлме, мөлшері 8x10x3 (ені, ұзындығы)
 - Жарық көздері: 4 люминесцентті шамдар.
 - Екі терезе (2x4).
 - Бояу кабинетінің және жиһаз бойынша стандарттың болуы үшін қолайлы жағдайлар жасауға жәрдемдесетін көзбен қабылдау.
 - Қорғау үшін артық жарықтық терезе қолданылуы мүмкін жалюзи.
 - Бөлмеде отыруға-6 адам. Олар күндізгі ауысым жұмыс істейді. Жұмыс тәртібі:9: 00-ден 18:00-де.
- Кеңістік диаграмма сурет қате көрсетілген ! анықтама көзі табылған жоқ ..



1-сурет. Қабат жоспары : 1 - КҚ, 2 – принтер/сканер, 3 – кондиционер.

Жабдық сипаттамасы

1-кесте пайдаланылатын жабдықтардың сипаттамалары көрсетілген.
1- кесте . Жабдық және оның сипаттамалары

Жабдықтардың атауы	Сипаттамалары
Стационарлық компьютер	Windows 7, Intel® Atom (TM) CPU D525 @1.80 GHz, 2048МБ, 320ГБ, Intel GMA HD, DOS, 15.6", DVD±RW (DL), VGA, HDMI, RJ-45, Super Multi Dual Layer, Intel HD Graphics) Саны– 3 шт., Қуат – 40Вт;
Жабдықтарды атауы	Сипаттамалары
Принтерлер , сканерлер , немесе қайталайтын машиналар	МФУ Canon MF 4430 Adf “3d 1”, i-sensys MF 4340d Саны-2шт.
Қабырғаға ілінетін Кондиционер Gree -09 GW	Суық қуаты 16.7 кВт Компрессордың қуаты 4.5 кВт Электр қыздырғыштардың қуаты 6.6 кВт

ДК жұмыс істей отырып - бұл ойнап жатыр тез және дәл пайдаланушы қабылданбауы дисплейдегі көрнекі ақпарат .

Компьютермен жұмыс істейтін адамдарға өнімділігіне әсер ететін негізгі фактор , ыңғайлы және қауіпсіз еңбек жағдайлары болып табылады.

Еңбек жағдайларын Пайдаланушылар , дербес компьютермен жұмыс , анықталады :

- жұмыс орнында ұйымдастыру ерекшеліктері;
- - Жұмыс қоршаған ортаны (жарықтандыру , микроклимат , шу , электромагниттік және электростатикалық өріс , дисплей параметрлерін көзбен эргономика , т.б. ...) мерзімі;
- адам өзара іс-қимыл және жеке электрондық компьютерлер Ақпараттық - тән .

Дербес компьютерлерді (ДК) жұмыс істеген кезде мына факторлармен орын алуы мүмкін :

- ДК жоғары беттердің температура;
- ауаның жоғары немесе төменгі температурасы жұмыс аймағы;
- бөлу жұмыс аймағының ауасына бірқатар химиялық заттар;
- ауаның жоғары немесе төменгі ылғалдылығы;
- Теріс және оң иондардың жоғары немесе төмен деңгейі ;
- жоғары мәні кернеу электр тізбегіндегі тұйықталу;
- статикалық электр жоғары деңгейі ;
- Электромагниттік сәуле жоғары деңгейі;
- Электр өрісінің арттыру қарқындылығы ;
- Табиғи жарық болмауы немесе болмауы;

- Жұмыс аймағының жасанды жарықтандыру болмауы;
- Жарық жарықтығын арттыру ;
- Контрастын арттыру ;
- Тікелей және бекітті көрініс ;
- Кернеуі ;
- Жұмыс процесінде біркелкі ;
- Нейро- эмоционалдық шамадан .

ДК пайдаланушылар жоғары статикалық және динамикалық жүктер из артқы ауыруы шағымдар , омыртқаның мойын бөлігі және қолына алып келеді. көп таралған болып табылады компьютерлерде жұмыс туындаған барлық аурулардың пернетақта қолданумен байланысты сол . Өзгерту үшін және қол саусақтарының ұсақ стереотиптік қозғалыстардың кіріс деректер санының операциялар кезеңінде 60 мың асып кетуі мүмкін , сол еңбек гигиенасы жіктелімі бойынша қауіпті жіктеледі. Әрбір батырманың бас-бұлшық қысқарту байланысты болғандай, сіңір үздіксіз осылайша ауыр дамытуға болады , сүйектің бойымен және тіндердің байланыста сырғытыңыз қабыну процестері .

Ұпай саны бойынша , компьютерлік технологиялар пайдаланушылар денсаулығының жай-күйін бүлінген ауаның иондық құрамы мен бөлменің жергілікті климаттық сипаттамаларын өзгерту , электростатикалық және электромагниттік өрістер , акустикалық гул болып табылады. Ең соңғы рөл монитор экранында (монитор) және эргономика жері , жұмыс орнында жарықтандыру мемлекет атқарады, жиһаз сипаттамалары қатты компьютерлік жабдықтарды орналасқан. Физикалық зиянды және қауіпті сәттерді қамтиды: электромагниттік, рентген, ультракүлгін және инфрақызыл сәулелену өсті құндылықтарын; жұмыс аймағының шегінен тыс статикалық электр және шаң өсті деңгейі; пайдалы аэрондардың мазмұнын өсті және жұмыс саласындағы теріс аэрондар деңгейлерін қысқарды; бекітті және бекітті, ол көтеріңкі деңгейі; ескере саласындағы жарықтық біркелкі бөлу; жеңіл кескіннің жарықтығын бағалау; электр тізбегіндегі, адам денесі арқылы орын алуы мүмкін тізбегіндегі кернеудің артты мәні.

Химиялық зиянды және қауіпті факторлар келесі: жоғары жұмыс аймағының ауасында көміртегі қос тотығы, озон, аммиак, фенол және формальдегид.

Психофизиологиялық зиянды және қауіпті себептері : көздің шаршауын және көңіл ; ақылды , сезімтал және ұзақ статикалық шамадан ; еңбек біркелкі ; уақыт бірлігіне өңделетін ақпараттың үлкен көлемі ; орынсыз жұмыс орны ұйымдастыру . ДК жылу эффектісі жылу энергиясына көшу ДК нәтижесінде безгегі , жасушалар , тіндер мен органдардың жергілікті селективті жылыту сипатталады.

Оларға бірінші кезекте кристал көз, шел басудың салдарынан дамуы мүмкін.ЭМП жылу әсерлер , сондай-ақ паренхиматозных органдарының (

бауыр, ұйқы безі) және сұйықтық (қуық , асқазан) бар қуыс органдар жатады. Жылыту созылмалы аурулардың асқынуы тудыруы мүмкін .

Компьютерде жұмыс істеу кезінде қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін шаралар

Эргономика талаптарын сәйкес жұмыс орындарын ұйымдастыру . Жұмыс орнына астында символды қызметкері немесе қызметкерлер санаты әр күні немесе осы күнге дейін 1 жұмысты орындауға жеткілікті техникалық құралдармен жабдықталған аумақты , білу немесе операция лау.

Дұрыс жоспарлау жұмыс орны айтарлықтай адамды жұмыс істейтін ДК міндетін атқарушы , қолайсыз факторлардың бірқатар әсерін азайтуға болады.

Санитарлық ережелермен қарастырылған келесі нормалар: ВДТ қабатында (бейне дисплей терминалдар) және ДК табиғи және жасанды жарықтандыру болуы тиіс .

Табиғи жарықтандыру солтүстігінде және солтүстік-шығысында негізінен svetoproemy арқылы жүзеге асырылуы тиіс және табиғи жарық коэффициенті (Кео) 1.2 -ден төмен емес қамтамасыз ету .

ВДТ мен компьютер ішкі безендіру ішкі көрініс төбеге бар диффузиялық шағылыстыратын материалдарды пайдаланылуы тиіс – 0.7 – 0.8; қабырғалар үшін – 0.5 – 0.6; еден үшін – 0.3 – 0.5.

ВДТ және ДК жұмыс істеу кезінде жұмыс кафедрасының (кафедра) жобалау ұтымды жұмыс жағдайын ұстауды қамтамасыз етуге тиіс , сіз статикалық бұлшық шиеленіс иық және мойын аймақты азайту және артқы шаршау дамуының алдын алу мақсатында ұстанымын өзгертуге мүмкіндік береді.

Жұмыс кафедрасы (кафедра) реттелетін - тент және орындық пен оның арқасын көлбеу биіктігі және бұрыштары болуы , сондай-ақ кез келген параметр барлық осы реттеу, тегін болуы талап ғана орындалады және дұрыс қонды бар отырып , орындықтың алдыңғы шетінен артқы қашықтық бар .

Экран видеомониторы пайдаланушы көзінен оңтайлы қашықтықта 600 – 700 мм, бірақ жақын емес 500 болуы тиіс.

Жұмыс үстелі аяққа арналған кеңістік биіктігі 600 мм кем емес, ені – кемінде 500 мм, тізе деңгейінде – 450 мм кем емес және жайылған аяқ деңгейінде – кем дегенде 650 мм болуы керек.

Негізгі столошницаның бөлініп , пайдаланушыны қаратып шетінен 300 мм , немесе арнайы , биіктігі реттелетін жұмыс бетіне - пернетақта 100 қашықтықта үстел бетіне түсірілуі тиіс .

Еңбек және тынығу ұтымды ұйымдастыру . Жұмысына байланысты аурулардың алдын алу мақсатында , сіз санитарлық ережелерге сәйкес стандартталған жұмыс және демалыс ұтымды ұйымдастыру , болуы тиіс .

Компьютермен жұмыс істеу кезінде жұмыс және қалғандары түрі мен топтық жұмысты негізінде ұйымдастыруға қажет.

Жұмыс істеу қабілетін қамтамасыз ету жақсы пайдаланушылар денсаулығын сақтау және тіпті жұмыс ауысымының (тренингтер) кезінде шаршау пайда болуына жол бермеу үшін реттелетін үзілістер орнатылған болуы тиіс.

5.2 Жасанды жарықтандыру нысандарын есептеу

Еңбек жағдайларын жақсарту бойынша іс-шаралар әзірлеу

Пайдалануға арналған аудандарда тиімді жарықтандыру ДК табиғи және жасанды , екі қатысуымен құрылған жарықтандыру . Төмен стресс көз жеткіліксіз жарық сымдарды шаршау, миопия , тозған орындау, некеде өсуі. Ашық жарық торын , жалюзи тітіркендіреді, көз тез шаршайды, өсіп өндірістік жарақаттану.

Жасанды жарықтандыру электр арқылы жүзеге асырылады қыздыру және люминесцентті шамдар : екі түрлі жарық көздері .

Біз люминесцентті шамдар салыстырғанда бұл пайдалануға болады шамдар , айтарлықтай артықшылықтары бар :

- Жарық спектрлік құрамы туралы , олар күнделікті жақын табиғи жарық .
- Жарық тиімділігін қарағанда жоғары тиімділігін бар (1,5-2 есе жоғары қыздыру) .
- Шамдар қарағанда 3-4 есе жоғары (жоғары , жылтыр тиімділігін бар қыздыру) .
- Ұзақ қызмет ету мерзімі.

Қалыпты жағдай , жұмыс орны мінез-құлық жасау үшін кемсітушілікке объектінің көлеміне байланысты жарық қалыпқа фон бар объектінің контрасты .

Нормаланған жарықтылықты анықтау , атақтар және жұмыс сыныбы болып табылады .

Жұмысы үшін , әзірлеушілер жүзеге асыратын , төртінші санатта сыныбы және «В» беріледі.

Ең төменгі мәні нормаланған жарықтандыру СНиП 23-05-95 $E_{min}=200$

Лк жалпы

жарықтандыру жүйесі.

Біз кеңсе кеңістігін 10×5 қамту жалпы өлшемін есептеу 10×5

нормаланған жарықтандыру - 300 лк.

Ортақ люминесцентті жарықтандыру жүйесі қабылданғаннан ішінде ЛБ шам (ақ) , 40 Вт және жарық ағыны $\Phi_{л}=3750$ Лк , 40 мм диаметрі . және ұзақ ұшта 1213,6 мм .

Биіктік жұмыс беті $h_p=0,8$ с м .

Қабат индексі, жарықтандырған қабат мөлшер ара-қатынасымен анықталады.

$$h = \frac{A*B}{h(A+B)} \quad (5.1)$$

Лампалар арасындағы қажетті қашықтықты анықтаңыз:

$$L = \lambda * h \quad (5.2)$$

Мұндағы: $\lambda=1,2/1,4$

Жұмыс бетінің жоғары аспалы шамдар биіктігі :

$$h = H - h_{раб} = 3 - 0,8 = 2,2 \text{ мм} \quad (5.3)$$

Осы деректерден біз арасында қажетті қашықтық шамдарды табамыз:

$$L = \lambda * h = 2,2 * 1,3 = 2,86 = 3 \text{ мм}$$

Сонда біз , қабат индексі сияқты анықтаймыз:

$$h = \frac{A*B}{h(A+B)} = \frac{10*5}{2,2(10+5)} = 1,515 \quad (5.4)$$

Біз шам ЛД- 65 қабылдауға ретінде екі лампалар үшін әзірленген 40 мм ұзын және диффузор 1213,6 мм 40 Вт . Жарық ағыны шамдар ЛД-65 40 Вт құрайды Лк, жарық ағыны,

сәулелену үлкен шаммен тең:

$$\Phi_{CB} = \Phi_{л} * 2 = 3750 * 2 = 7500 \text{ лм}, \quad (5.5)$$

Біз формула (5.14) арқылы шамдарды санын анықтау :

$$N = \frac{E * K_3 * S * Z}{n * \Phi_{л} * \eta} \quad (5.6)$$

мұндағы S - бөлме , S = 50m² алаңы ;

K₃. қауіпсіздік коэффициенті, K₃=1,5

E - ең төменгі жарық көрсетілген , E = 300лк ;

Z - жарықтандыру біркелкі коэффициенті ; Z=1,1/1,2;

N – Шамның шамдар саны, n=2;

$\Phi_{ш}$ - Таңдалған шам жарық ағыны, $\Phi_{CB}=3750$ лм;
 η - пайдалану коэффициенті , $\eta=0,61$

$$N = \frac{300*1,5*50*1,2}{2*3750*0,61} = \frac{27000}{4575} = 5,90 = 6 \text{ шт}$$

Орналастырамыз (2 қатардағы шамдардың 2 шам бірқатар қашықтықпен шамдар арасындағы қатарында 3. Нормаланған жасау жалпы 300 люкс, жарық 40 ватт 4 шам LD - 65 электр болуы тиіс.

Содан кейін есептелген жарық ағыны мынадай формула бойынша анықталады:

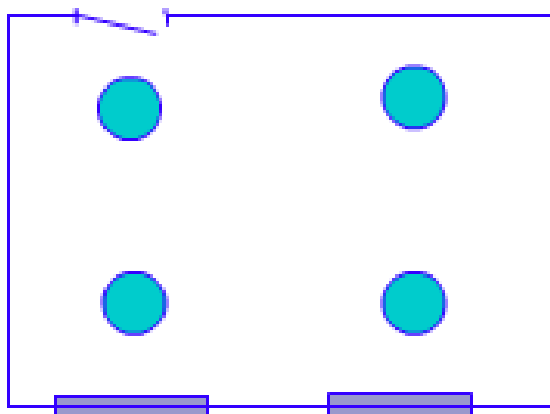
$$F_p = \frac{E*K_3*S*Z}{N*\eta} \quad (5.7)$$

$$F_p = \frac{300*1,5*10*5*1,1}{6*2*0,61} = \frac{24750}{7*32} = 3381 \text{ лм}$$

Жарық ағынының тексеру :

$$\Delta F = \frac{F_L * F_p}{F_L} * 100\% \quad (5.8)$$

Алынған мән $-10\% \leq \Delta F \leq +20\%$, қаражат шегінде болып табылады жарық ағынының қайта есептеу талап етілмейді.



2-сурет - операциялық бөлмеде шамдарды орналастыру

Осы есептеу нәтижесі қажетті есептелген қауіпсіздік және еңбек жағдайлары инженері сәйкес ақпараттық және коммуникациялық жабдықтар, стандарттар СНиП және ГОСТ. Жұмыс бетінің қажетті жарықтандыруды жасау. Берілген , оның жарық ағынының жарық көзі таңдаулы түрі нормаланған жарықтандыру . Орналасқан жерін есептеу және жарық көздері көрсету .

Кеңсенің суыту жүйесін есептеу

Кеңсенің салқындату жүйесін есептеуді келтірейік.
Кондиционер үздік микроклимат қамтамасыздандырады, кеңсе мен жұмыс жағдайлары дәл және сезгіш құрылғыларға арналған, сондай-ақ Ол ҚНЖЕ - тарауына 11 сәйкес жүзеге асырылуға тиіс 11-33-75 « Жылыту, желдету және ауаны баптау » .

L м³ / сағ болуы керек: әуе сомасын анықтау бөлмеден бір сағат шығыс, жою үшін бірлесіп онымен артық жылу Q_{H36} формула бойынша анықталады:

$$L = \frac{Q_{ИЗБ}}{C_B * t_{уВ}} \text{ м}^3 / \text{сағ} \quad (5.9)$$

Мұнда: C_B – құрғақ ауаның жылусиымдылығы, ккал/кг ($C_B = 0,24$ ккал/кг град):

$t = t_{уХ} - t_{вХ}$ есеп айырысу кезінде $t = 10^\circ\text{C}$ алайық;

$у$ – тығыздығы ағымдағы ауа айқындалатын, температурасына, кг/м³ (есептеу кезінде қабылданады $уВ = 1,20$ кг/м³).

Артық жылу $Q_{ИЗБ}$ ккал/сағ екенін анықтайық:

$$Q_{ИЗБ} = Q_{П} - Q_{ОТ}, \quad (5.10)$$

Мұндағы: P Q - жылу саны бөлме ауаны енгізу, ккал / сағ ;

Q - Қоршаған ортаға сыртқы жылу семсерлесу арқылы (жылырақ айларда, есептеулер нөлге қабылдануы мүмкін) . Жылу жылу бөлінулер P Q саны қуатына байланысты жабдықтар, жұмыс істейтін адамдар саны және жылу терезе тесіктері арқылы бөлмеге енгізілген:

$$Q_{П} = Q_{ОБ} + Q_{Л} + Q_{Р} - Q_{ОСВ}, \quad (5.11)$$

Мұндағы: $Q_{ОБ}$ – жылу бөлінетін өндірістік жабдықпен, ккал/сағ;

$Q_{Л}$ - жылу бөлінетін адамдар, ккал/ч;

$Q_{Р}$ – жылу енгізілетін күн радиацияға, ккал/сағ.

Жылу бөлінетін өндірістік жабдықтармен жұмыс пайдалануға өндірістік жабдықтармен жылуына қарай айқындалады:

$$Q_{ОБ} = 860 * P_{ОБ} * n * N, \quad (5.12)$$

мұндағы 860-жылу эквиваленті 1 кВт·сағ, яғни жылу, балама 1 кВт·сағ электр энергиясы;

$P_{ОБ}$ – қуаты, тұтынатын құрал-жабдықтармен $P_{ОБ} = 350$ Вт.

n – өту коэффициенті жылу кеңсесіне, $n = 0,75$;

N – саны өндірістік жабдықтардың

$$Q_{СВ} = 860 * 0,35 * 0,75 * 6 = 1354,5 \text{ ккал/сағ};$$

Жылу енгізілетін күн радиация қатынасы бойынша анықталады:

$$Q_{ОБ} = m * F * g_{ост} \quad (5.13)$$

Мұндағы: m – кеңсенің терезелер саны;

F – бір терезе ауданы $F = 8 \text{ м}^2$;

g- шыныланған беті арқылы күн радиациясының , жылу мөлшері шыны 1 ауданы арқылы 1 сағат m^2 арқылы енгізіледі.

$$Q_p = 1 * 8 * 145 = 1160 \text{ ккал/сағ}$$

Босатылған жылу мөлшері бөлме адамдар болып табылады

$$Q_L = N * q_l, \text{ ккал/сағ} \quad (5.14)$$

мұндағы: N - бөлмеде адамдар саны

q_l , ккал/сағ - жылу бөлу бір адам $q_l = 60$

$$Q_L = 6 * 60 = 360 \text{ ккал/сағ}$$

Жарықтандыру жүйесін шығаратын жылу мөлшері

$$Q_{осв} = 860 * P_{осв} * \alpha * b * \cos(\varphi) , \text{ ккал/сағ} \quad (5.15)$$

мұндағы : φ - коэф.ауыстыру электр энергиясын, жылу, люминесцентті шамдар $\varphi = 0,46 - 0,48$;

b - (барлық операциялық мезгілде операция қатынасы шамдар $b = 1$) ;

$\cos(\varphi)$ - 0,7 - 0,8 - қуат коэффициенті;

$R_{осв}$, кВт - электр жарықтандыру жүйесі;

$$Q_{осв} = 860 * 0,48 * 0,8 * 0,04 * 8 = 105,68 \text{ ккал/сағ};$$

Сол кезде жылу бөлу құрайды:

$$Q_{изб} = 1354,5 + 1160 + 360 + 105,68 = 2980,18 \text{ ккал/ч}$$

Қажетті ауа алмасуын есептейміз:

$$L = \frac{2980,18}{0,24 * 10 * 1,20} = 1035 \text{ м}^3 / \text{сағ}$$

Арналған бөлмесіне кіріп ауаның сомасының қатынасы кеңістік көлемі бір сағат ауаның еселігі деп аталады :

$$K = \frac{L}{V_{п}} \quad (5.16)$$

$V_{п}$ –кенсенің көлемі $V_{п} = 10 * 5 * 3 = 150 \text{ м}^3$;

$$K = \frac{1035}{150} = 6,9$$

Біз кондиционер қажетті өнімділігін табамыз:

$$W_K = k_3 * L, \quad (5.17)$$

Мұндағы: k_3 - қор коэффициенті, $k_3 = 1,3/2,0$;

$$W_K = 2 * 1035 = 2070 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Арналған жабдықтармен бөлмеде есептеулерге негізделген орындау қажет микроклимат параметрлерін орнату керек $2070 \text{ м}^3 / \text{сағ}$ кем емес сыйымдылығы бір кондиционер .

Таңдалған кондиционер York ЕАНС 09 FS-R

Ауа шығыны (ішкі/ сыртқы), $\text{м}^3 / \text{сағ}$: 950/3310

Қорытынды

Осы есептеу нәтижесі СНиП және ГОСТ стандарттарына сәйкес инженер ақпараттық-коммуникациялық құрал-жабдық жұмысының қауіпсіздігі мен шарттарын қажетті шараларды , есептелген .

Жұмыс бетінің қажетті жарықтандыруды жеткізіңіз. Нормаланған жарықтандыру негізінде оның жарық ағынының таңдалған жарық көзінің түрі . Жарық көздері орналасқан жерін көрсету есептелді.

ДК ұзақ және ыңғайлы қалыпты жұмыс істеу үшін диапазонында жасанды және табиғи жарықтандыру. Микроклимат параметрлерін сақтауға міндетті жабдықтармен бөлмеде есептеулерге негізделген кем емес 2070 -ден $\text{м}^3 / \text{с}$ өнімділікке бір кондиционер орнату керек .

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыста қарастырылуға тиісті мәселелердің барлығы дерлік қарастырылды; зерртелуге тиісті проблема – квазисызықтық теңдеулер үшін қойылатын математикалық есептің шешу әдістеріне талдау жасалынды. Жұмыстың нәтижесі бойынша келесі қорытындылар жасалынады:

1. Квазисызықтық дифференциалдық теңдеулерге келтірілетін практикалық есептер қарастырылып, олардың математикалық модельдері құрастырылды. Математикалық модельдердің негізінде математикалық есептің жалпы түрдегі қойылымы тұжырымдалды.

2. Математикалық әдебиеттерде қарастырылған әдістерге шолу жасалынып, аналитикалық әдістерді квазисызықтық теңдеулерді шешу үшін қолданылмайтындығы тұжырымдалды. Сондықтан сандық әдістерді пайдаланудың қажеттілігі, оның ішінде торлар әдісі туралы мәліметтер берілді.

3. Торлар әдісінің есептеу схемаларының жиі пайдаланатын түрлеріне талдау жасалынып, екі түрлі әдістің алгоритмдері талқыланды. Талдау жасау үшін осы әдістердің алгоритмдерінің негізінде құрастырылған компьютерлік программаның көмегімен мысалдар қарастырылған.

4. Жүргізілген сандық эксперимент нәтижесінде әрбір есептеу схемасының ерекшеліктері, артықшылықтары мен кемшіліктері көрсетілді.

5. Квазисызықтық теңдеу үшін қойылған математикалық есепті шешкенде пайда болатын алгебралық теңдеулер системасын шешу үшін прогонка әдісі, ал сызықтық емес есептеу схемасы үшін итерация әдісі қолданылды.

Дипломдық жұмыстың мақсаты толығымен орындалды.

ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТ

- 1 Будущее прикладной математики: Лекции для молодых исследователей. От идей к технологиям/ Под ред. Г.Г. Малинецкого. - М.: КомКнига, 2008.- 512 с.
- 2 Тихонов А.Н. , Самарский А.А. Уравнения математической физики.- М.: Наука, 1977.- 736 с.
- 3 Лаврентьев М.А., Шабат Б.В. Проблемы гидродинамики и их математические модели. – М.: Наука, 1973.- 416 с.
4. Королев А.Л. Компьютерное моделирование. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.- 230 с.
5. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике. – М.: Наука, 1977. – 348 с.
- 6 Современные проблемы вычислительной математики и математического моделирования: в 2 т. Т.1.: Вычислительная математика. – М.: Наука, 2005. – 343 с.
7. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2000. – 624 с.
8. Куралбаев З.К. Модельное исследование тектонических движений в системе «литосфере-астеносфере». – Алматы: 2008.-212 с.
9. Гофман В. Хомоненко А. Delphi 5. — СПб.: БХВ-Петербург, 2001.
10. Дантеманн Джефф, Мишел Джим. Программирование в среде Delphi.
11. Экономика, организация и управление на предприятии Учебник/ Корсаков М.Н., Ребрин Ю.И., Федосова Т.В., Макареня Т.А., Шевченко И.К. и др.; Под ред. М.А.Боровской. – Таганрог: ТТИ ЮФУ, 2008. – 440с.
12. Экономика, организация и управление на предприятии, Москва: Инфра-М, 2004, серия "Высшее образование", 496 с.
13. Дудорин В. И. Управление экономикой производства: Учебник. – М.: Экзамен, 2005. – 480 с.
14. ГОСТ 12.1.028-80. Определение шумовых характеристик источников шума.
15. СНиП РК 2.04-05-2002. Естественное и искусственное освещение. Общие требования.
16. Скала Н.В. Основы организации охраны и безопасности труда в Республике Казахстан. – Алматы, 2007.

Қосымша

```
unit Unit1;
```

```
interface
```

```
uses
```

```
Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,  
Dialogs, StdCtrls, Grids, TeEngine, Series, ExtCtrls, TeeProcs, Chart,  
ComCtrls;
```

```
type
```

```
TForm1 = class(TForm)
```

```
  btn1: TButton;
```

```
  grp1: TGroupBox;
```

```
  edt1: TEdit;
```

```
  lbl1: TLabel;
```

```
  lbl2: TLabel;
```

```
  edt2: TEdit;
```

```
  lbl3: TLabel;
```

```
  edt3: TEdit;
```

```
  edt4: TEdit;
```

```
  lbl4: TLabel;
```

```
  edt5: TEdit;
```

```
  lbl5: TLabel;
```

```
  cht1: TChart;
```

```
  fstlnsrsSeries1: TFastLineSeries;
```

```
  cht2: TChart;
```

fstlnsrsSeries2: TFastLineSeries;
fstlnsrsSeries3: TFastLineSeries;
fstlnsrsSeries4: TFastLineSeries;
fstlnsrsSeries5: TFastLineSeries;
fstlnsrsSeries6: TFastLineSeries;
fstlnsrsSeries7: TFastLineSeries;
fstlnsrsSeries8: TFastLineSeries;
fstlnsrsSeries9: TFastLineSeries;
fstlnsrsSeries10: TFastLineSeries;
fstlnsrsSeries11: TFastLineSeries;
fstlnsrsSeries12: TFastLineSeries;
fstlnsrsSeries13: TFastLineSeries;
fstlnsrsSeries14: TFastLineSeries;
fstlnsrsSeries15: TFastLineSeries;
fstlnsrsSeries16: TFastLineSeries;
fstlnsrsSeries17: TFastLineSeries;
fstlnsrsSeries18: TFastLineSeries;
fstlnsrsSeries19: TFastLineSeries;
fstlnsrsSeries20: TFastLineSeries;
fstlnsrsSeries21: TFastLineSeries;
fstlnsrsSeries22: TFastLineSeries;
grp3: TGroupBox;
lbl6: TLabel;
lbl7: TLabel;
lbl8: TLabel;
lbl9: TLabel;
lbl10: TLabel;
pb1: TProgressBar;

```
procedure btn1Click(Sender: TObject);
```

```
private
```

```
  { Private declarations }
```

```
public
```

```
  { Public declarations }
```

```
end;
```

```
var
```

```
  Form1: TForm1;
```

```
implementation
```

```
{ $R *.dfm }
```

```
Function F(z:real):real;
```

```
  Begin
```

```
    F:=150;
```

```
  end;
```

```
Function Psi(z1:real):real;
```

```
  Begin
```

```
    Psi:=150;
```

```
  end;
```

```
Function Fi(z2:real):real;
```

```
  Begin
```

```
    Fi:=20;
```

```
  end;
```

```

procedure TForm1.btn1Click(Sender: TObject);

label // белгісін өткізетіндігі туралы хабарлайды
1;

var

U:array of array of Real; // температура Екі өлшемді динамикалық алабын
жариялайды
t,x: array of Real; // уақыты мен орналасқан жері бір өлшемді динамикалық
массивтер деп жариялады

st2,st,n,m,i,j:Integer; // қосалқы айнымалылар
h,tau,l,tt,a:Real; // h-қадам, таушаг уақыт, l - сырықтың ұзындығы, tt-уақыт,
a-температуропроводность

begin

// Бастапқы деректерді оқу
l:=StrToFloat(edt1.Text);

tt:=StrToFloat(edt2.Text);

a:=StrToFloat(edt3.Text);

n:=StrToInt(edt4.Text);

m:=StrToInt(edt5.Text);

pb1.Position:=10;

// Біз қадамдар санын есептеу
h:=l/(n-1);

tau:=tt/(m-1);

// Біз сызу үшін қосалқы мәндерді есептеу
st:=Trunc(m/10);

st2:=Trunc(n/10);

// Алаптың ұзақтығын орнатыңыз
SetLength(x,n);

SetLength(t,m);

SetLength(u,n,m);

pb1.Position:=20;

// Уақыты мен координаттарын толтырыңыз
for i:=0 to n-1 do

```

```

begin
  x[i]:=i*h;
end;
for j:=0 to m-1 do
begin
  t[j]:=j*tau;
end;
// Шекаралық шарттар толтырыңыз
pb1.Position:=30;
for i:=0 to n-1 do
begin
  u[i,0]:=F(x[i]);
end;
for j:=0 to m-1 do
begin
  u[0,j]:=Fi(t[j]);
  u[n-1,j]:=Psi(t[j]);
end;
pb1.Position:=40;
// Жинақталу шарттарын тексеріңіз
if Sqr(a)*tau/sqr(h)>0.5 then
begin
  if MessageDlg(' Таңдалған әдісі төзімсіз кезінде деректер параметрлері.
Уақыт қадамдар санын ұлғайту және x қатысты қадамдар санын азайту .
Немесе басқа әдісін таңдаңыз.
Егер бәрібір келсе, жалғастыру түймешігін басыңыз YES. Күшін жою үшін
операция NO түймесін басыңыз,

      mtConfirmation, [mbYes, mbNo], 0) = mrNo

  then goto 1;

```

```

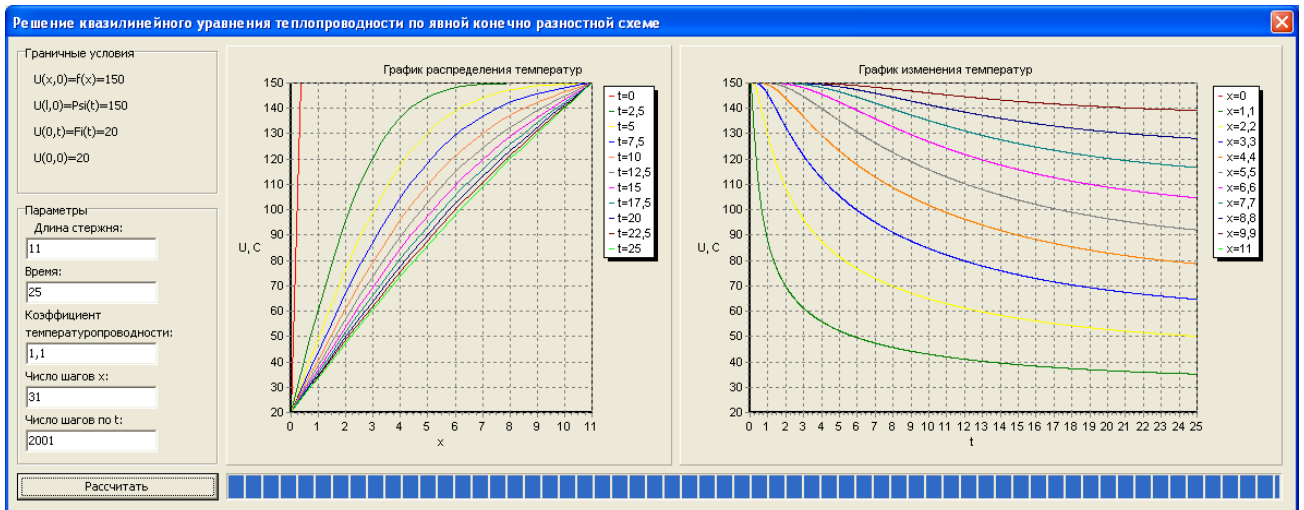
end;
pb1.Position:=50;
// температураның белгісіз мәндері есептейміз.
for j:=0 to m-2 do
for i:=1 to n-2 do
begin
u[i,j+1]:=(sqr(a)*tau/sqr(h))*(u[i+1,j]-2*u[i,j]+u[i-1,j])+u[i,j];
end;
pb1.Position:=70;
// графикті тазалаймыз
for i:=0 to 10 do
begin
cht1.Series[i].Clear;
cht2.Series[i].Clear;
end;
pb1.Position:=80;
//графиктің суретін саламыз
for j:=0 to 9 do
for i:=0 to n-1 do
begin
cht1.Series[j].AddXY(x[i],u[i,st*j]);
cht1.Series[j].Title:='t='+FloatToStr(tau*st*j);
end;
for i:=0 to n-1 do
begin
cht1.Series[10].AddXY(x[i],u[i,m-1]);
end;
cht1.Series[10].Title:='t='+FloatToStr(t[m-1]);

```

```

pb1.Position:=90;
for j:=0 to 9 do
for i:=0 to m-1 do
begin
cht2.Series[j].AddXY(t[i],u[j*st2,i]);
cht2.Series[j].Title:='x='+FloatToStr(x[j*st2]);
end;
for i:=0 to m-1 do
begin
cht2.Series[10].AddXY(t[i],u[n-1,i]);
end;
cht2.Series[10].Title:='x='+FloatToStr(x[n-1]);
pb1.Position:=100;
1:
end;
end.

```



9. сурет . Бағдарламаның нәтижесінде