

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТИ

кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»
Кафедра меңгерушісі
Құралбаев З.К.
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)
« » 20__ ж.
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: Электрондо -оптикалық элементтердің
фокусстандығын қисықтармен зерттеуге арналған
дифракциялық кәсіпшілік құрастыру

Есептеу техникасы мен бағдарламалық
қамтамасыз ету мамандығы бойынша

Орындаған Нуржанова Деміржан С. ВТК-12-2
(аты - жөні) (тобы)

Жетекші Биссербаев С.Б., ф.и.ғ.д., профессор
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Кенесшілер :

Экономикалық бөлім бойынша :

Түзелбаев Б.И., Ғ.Ғ.К., доцент
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
« 26 » 05 20 16 ж.
(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

Т.Ғ.Хика заманар докторы, профессор Хамиджанов Т.Ғ
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
« 26 » мамыр 20 16 ж.
(қолы)

Есептеу техникасын қолдану бойынша :

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
« » 20__ ж.
(қолы)

Мөлшер бақылаушы:

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
« » 20__ ж.
(қолы)

Пікір жазушы :

И.Ғ.Д., профессор Сағымбаев О.С.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
« » 20__ ж.
(қолы)

Алматы 2016

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Аэротарлаш және ақпараттық технологиялар факультеті
Әсіресе Техникалық және бағдарламалық қамтамасыздау мамандығы
Компьютерлік технологиялар кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Нурасинова Әсетжану Садүрбекқызы
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы Электрондо-оптикалық элементтердің фокусстаситан қасиеттерін зерттеу арналған бағдарламалық кешенді құрастыру
ректордың «19» қазан 2015 ж. №148 бұйрығы бойынша бекітілген.

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

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

Бастапқы деректер - электрондо айнама қасиеттері;
электрондо микрано қасиеттері;

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


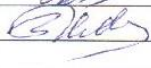
- Электрондо айнама қасиеттерінің екі түрлі жолмен істеу ретіменін қарастыру;
- Кезеңдік-қимыл-уақыттық фокусстасу шартын қарастыру;
- Қорытынды алынған формулаларға ескеріп, бағдарламаны жазу;
- Бағдарламаның тестілеу.

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1. Билмурзаев С.Б. «Метод расчета электронных линз», оқу құралы — Алматы, 2001.
2. Кельман В.М., Свар С.Л. «Электронная оптика» — М. Наука, 1968.
3. Баранова П.А., Свар С.Л. «Электростатическая электронная линза» — М. Наука, 1986.

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
экономика	Туделбаев Б	21.01-28.05.15	
Научно-исследовательский институт	Билмурзаев С.Б		
Билмурзаев С.Б			

ДИПЛОМ ЖОБАСЫН ДАЙЫНДАУ

КЕСТЕСІ

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1	Дипломдық жұмыстың тақырыптарын алу	24.02.2016	
2	Кезігі жобалар тізімін бекіту	26.02.2016	
3	Дипломдық жұмыста алға қойтын мақсаттарды таңдау	28.02.2016	
4	Бағдарламашылар тізбегін және ортасын таңдау	02.03.2016	
5	Теориялық есептеулерді бастау	10.03.2016	
6	Өріп есептеу үшін формулаларды түрлендіру	15.03.2016	
7	Потенциалдың тарауын есептеу	17.03.2016	
8	Өзін бағдарламашылармен жұмыс жасауды үйрену	23.03.2016	
9	Кезеңділік-шығу-жақындық формуласы шартын есептеу	5.04.2016	
10	Шетелділер мен дифференциалды теңдеулерді шешу үшін арнайы әдістерді таңдау	7.04.2016	
11	Бағдарламашылардың өкілінің құрастыру	15.04.2016	
12	Тестілеу және дұрыстау	21.05.2016	

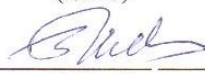
Тапсырманың берілген уақыты « 24 » ақпан 2016 ж.

Кафедра меңгерушісі

(КОЛЫ)

(АТЫ-ЖӨНІ, ҒЫЛЫМИ ДӘРЕЖЕСІ, АТАҒЫ)

Жоба жетекшісі



Бимурзаев С.Б

(КОЛЫ)

(АТЫ-ЖӨНІ, ҒЫЛЫМИ ДӘРЕЖЕСІ, АТАҒЫ)

Орындалатын тапсырманы қабылдаған студент



(КОЛЫ)

Сурасимова Д.

(АТЫ -ЖӨНІ)

Аннотация

В данной дипломной работе путем численных расчетов исследована пропускная способность двухэлектродного электростатического зеркала, электродами которого служат два соосных цилиндра равного диаметра. Определены кардинальные элементы, а также формы траекторий частиц для двух режимов работы данного зеркала: 1) в первом режиме главная плоскость времяпролетной фокусировки совмещена с плоскостью, проходящей через центр кривизны зеркала; 2) во втором – через его вершину.

По части безопасности жизнедеятельности человека были произведены расчеты шума в рабочем помещении программиста.

В экономической части был произведен расчет эффективности, актуальности разработанного ПО.

Annotation

In this diploma the carrying capacity of two-electrode electrostatic mirror, which electrodes are two coaxial cylinders of equal diameter, has been investigated by numerical settlements. Fundamental elements and trajectories for particle shape of two modes of operation of such a mirror have been identified: in the first one, the main time-of-flight focus plane is aligned with a plane passing through the center of curvature of the mirror; the another one - through its vertex.

On the part of vital activity safeness calculations of workroom noise have been done. In the economical part project's efficiency and topicality calculations were performed.

Андатпа

Дипломдық жұмыста сандық тәсілмен екі электродты электростатикалық айнаның тасымалдық қабілеті қарастырылған. Айнаның электродтары ретінде диаметрлері бірдей өс бойынша орналасқан цилиндрлер алынған. Осы айнаның кардиналдық элементтері және жұмыс істеуінің екі режимі қарастырылған: бірінші режимде айнаның ұшу уақыттық фокустаудың басты жазықтығы оның қисықтық центрі арқылы өтеді; екінші режимде – оның төбесі арқылы өтеді.

Өмір тіршіліктің қауіпсіздігі жағынан бағдарламалаушының жұмыс бөлмесінде шу мөлшерінің саналымдары өткізілген.

Экономикалық жағынан БӨ – нің тиімділігі және өзектілігі саналған.

МАЗМҰНЫ

1 Аналитикалық бөлім.....	13
1.1 Тапсырманың қойылуы	13
1.2 Дипломдық жұмыстың мақсаты	13
1.3 БҚ мақсаты.....	14
1.4 БҚ өзектілігі.....	14
1.5 Бағдарламалау тілін және ортасын таңдау	14
1.6 Бағдарламалық қамтамаға қойылатын талаптар.....	16
2 Негізгі бөлім.....	17
2.1 Электрондық айна түсінігі	17
2.2 Зерттеу саласының сипаттамасы	18
2.2.1 Айналмалы симметриялы екі электродты айнаның жұмыс істеу режимдері.....	20
2.3 Есептеулерде қолданылатын формулалар.....	21
2.3.1 Есептеуге арналған формулалар.....	21
2.3.2 Кеңістіктік-ұшу-уақыттық фокустау	22
2.3.3 Есептеулер әдістемесі.....	23
2.4 Траекториялар теңдеуі.....	26
2.5 Өрісті есептеу	28
2.6 Лаплас теңдеуі	29
2.7 Кеңістіктік таралудың қатарының жалпы берілуі.....	29
2.9 Дипломдық жұмыста қолданылған сандық әдістер	32
2.9.1 Екінші ретті дифференциалды теңдеулерлерді сандық әдіспен шешу үшін төртінші ретті Рунге-Кутта әдісі	32
2.9.2 Анықталған интегралдарды сандық анықтауға арналған Симпсон әдісі	34
2.10 Қолданушы нұсқаулығы.....	34
3 Экономикалық бөлім	49
3.1 Жұмыс сипаттамасы	49
3.2 Жұмыста қолданылған еңбек ресурстары	49
3.3 Бағдарламамен қамтамасыз етудегі еңбек сыйымдылығы	50
3.4 Бағдарламалық қамтамасыздандыру шығынының есебі.....	53
3.5 Интеллектуалдық еңбектің бағасы.....	57
3.6 Қорытынды	58
4.1 Бағдарламалаушының денсаулығына әсер ететін зиянды факторларды талдау.....	59
4.2 Бағдарламалаушының жұмыс орнының микроклиматы	60
4.3 Жұмыс орнын жарықтандыру.....	61
4.4 Электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету шаралары	62
4.5 Электромагниттік сәулелену мен электрлік өрістің әсері. Статикалық электрлену.....	63
4.6 Шу мен вибрация	65
4.7 Бағдарламалаушының денсаулығына әсер етуші басқа зиянды	

факторлар	65
4.8 Жұмыс бөлмесінің сипаттамасы.....	65
4.8 Қолданылған жабдықтар	66
4.9 Есептеу бөлімі	66
4.9.1 Компьютер шығаратын электромагниттік сәулеленуді есептеу.....	66
4.9.2 Өрт қауіпсіздігін есептеу.....	68
4.10 Қорытынды	69
Қорытынды	70
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі.....	71

Кіріспе

Электрондық оптика зарядталған бөлшектердің (электрондар мен иондар) қозғалысы қарастырылатын физика ғылымының бөлімі болып табылады. Оған қоса физиканың аталған бөлімінде зарядталған бөлшектер ағынының пайда болуы мен фокустаусы және электрондық пен иондық шоқтардың көмегімен кескіндемелер алынуы қарастырылады.

Сондықтан, алынған тақырыпқа сәйкес бағдарламаны жұмысқа кезде, ең алдымен, физиканың теоремаларына және теңдеулеріне жүгінуге тура келеді.

Электрондық айна – электрондар қозғалысының бағытын өзгертуге және электрондар шоғының көмегімен оптикалық кескінді алу қабілеті бар, электрондар шоғын шағылдыратын электрлік немесе магниттік жүйе. Көп жағдайда бұл жүйелер салыстырмалы түрде кейбір оське қатысты симметриялы болады.

Бұл жұмыс жоғары дисперсиялы екі электродты электростатикалық айнаның тасымалдық қабілетін зерттеуге арналған. Сандық есептеулер арқылы электродтары бір өс бойында орналасқан диаметрлері бірдей цилиндрлерден тұратын екі электродты электростатикалық айнаның кардиналдық элементтері және траектория түрлері анықталған.

Корпускулярлық оптика (немесе электрондық оптика) көп аспаптардың теориялық негізі болып табылады. Олардың арасында электронды-сәулелік түтіктер, электрондық микроскоптар, электрондық және масс-спектрометрлер, электронды-оптикалық түрлендірушілер, электрондық балқытып біріктіруге арналған аспаптар, электронды-сәулелік литография және т.б. Аталған аспаптарда электростатикалық корпускулалық-оптикалық элементтер пайдаланылады. Олардың қатарына электрондық линзалар, эмиссиондық және айналық жүйелер жатады. Осы элементтердің корпускулалық-оптикалық қасиеттері аспаптардың жұмыс істеу сапасына әсер етеді.

1 Аналитикалық бөлім

1.1 Тапсырманың қойылуы

Зарядталған бөлшектердің қозғалысына әсер ететін өрісті есептеу, бөлшектердің қозғалысының траекториясын есептеу, абберрацияларды есептеу.

Алға қойылған мақсатты іске асыру үшін, яғни тапсырманы орындау келесі іске асыру сатыларынан тұрады:

– Лаплас теңдеуін ескере отырып, өрістің таралуының формулаларын есептеу;

– Потенциалдың электростатикалық таралуын және оның екінші ретті туындыларын есептеу;

– Параксиалды қасиеттерінің формулаларын және хроматикалық абберрацияның формуласын алу;

– Дифференциалды теңдеулерлерді шешу үшін Рунге-Кутта сандық әдістерін зерттеу және анықталған интегралдарды шешуге арналған Симпсон әдісімен танысу;

– Екінші ретті біртекті емес дифференциалды теңдеулердің дербес шешімдерін табу;

– Хроматикалық абберрациялардың коэффициенттерін анықтау;

– Потенциалдың таралуына байланысты бөлшектің траекториясының және абберрацияның графиктерін тұрғызу;

– Бағдарламалық өнімді жасау;

– Бағдарламалық өнімнің кодының реттелуі;

– Бағдарламалық қамтаманы оптимизациялау және тестілеуден өткізу;

– Қолданушыға түсінікті болатындай интерфейсті жасау.

1.2 Дипломдық жұмыстың мақсаты

Жасалған жұмыстың мақсаты электрондық айна үшін аналитикалық және сандық әдістерінің қолданылуымен есептеулерді жүргізуге көмек болуы болып табылады.

Жұмысты іске асыру үшін келесі тапсырмалар тізімінде келтірілгендер алға қойылады:

- таңдап алынған бағдарламалау тілін меңгеру;
- электродты және ионды оптика жүйелерінің фокустаушы қасиеттерін сандық және аналитикалық тәсілдермен есептеуді қолдану;
- электрондық айна үшін есептеулер жасайтын бағдарлама құру;
- бағдарламаны тестілеу;
- нәтижелерді бағалау.

1.3 БҚ мақсаты

Жұмысланып жатқан БҚ мақсаты жоғары дисперсиялы екі электродты электростатикалық айнаның тасымалдық қабілетін зерттеуді бағдарламалау тілінде жазып, кестелер мен графиктер көмегімен визуализациялау, дифференциалды теңдеулерлер мен интегралдарды есептеуді автоматтандыру болып табылады.

1.4 БҚ өзектілігі

Қазіргі уақытта ұшу-уақыттық масс-спектрометрия заманауи ғылымдардың әр түрлі (молекулярлық биология, протеомика, медицина және т.б.) салаларындағы теңдесі жоқ зерттеу құралы болып тұр. Сондықтан ұшу-уақыттық масс-спектрометрлердің жаңа түрлерін жобалау және оларды практикалық түрде іске асыру - заманауи ғылыми аспаптар жасау саласының ең маңызды мәселелерінің бірі. Масс-рефлектор типтес ұшу-уақыттық масс-спектрометрлердің заманауи түрлерінде олардың ажырату қабілеті мен сезімталдығын жоғарылату үшін шағылдырушы жүйе (иондық рефлектор) ретінде электростатикалық айналар қолданылады. Олай болса, электрондық айнаның фокустау және тасымалдау (трансмиссия) қасиеттерін зерттеу - күмәнсіз өзекті мәселе.

1.5 Бағдарламалау тілін және ортасын таңдау

Turbo Delphi — CodeGear компаниясымен жасалған біріктірілген бағдарламалау ортасы. Ол студенттерге, жеке қолданушыларға және орта деңгейлі бағдарламалашыларға арналған.

Delphi – қосымшаларды қысқа уақытта жасауға арналған Borland International өнімі. Жоспарланған бағдарламаның интерфейсін жасау аталған ортада өте оңай болады. Онда графикалық редактордай керекті элементтерді таңдап, формадағы белгілі бір орынға қою керек. Сондықтан RAD-орталарды бағдарламалаудың визуалды орталары деп те атайды. Жоспарлау кезінде терезелер қалай көрінеді, бағдарламаны жұмыс істеткен кезде де ол сол қалпында қалады.

Жоғарыда аталған орта жоғары өнімді визуалды бағдарламалау құралы болып табылады. Оның ішінде шынайы компилятор және визуалды бағдарламалау құралдары бар. Ол құралдар Microsoft Visual Basic (ол RAD-жүйесі емес) немесе басқа да визуалды жұмысқау құралдарына ұқсас болып келеді. Delphi негізі Object Pascal тілі болып табылады. Object Pascal тілі Pascal тілінің объектке бағытталған кеңейтілімі болып табылады. Windows-ортасына бағдарламаларды жұмысқауанда бағдарламалаушыға ыңғайлы болу үшін Delphi тілімен жұмыс жасау ортасында SQL-сервер, хабарламалар генераторы, физуалды компоненттер кітапханалары және тағы да басқа мүмкіндіктер жинақталған. Ең алдымен, Delphi клиент-сервер архитектураында қосымшаларды тез бағдаламалауды қалайтын

жұмысшыларға арналған. Delphi өлшемдері кішігірім болатын жоғары өнімді орындалушы модульдерді (.exe және .dll) жасайды. Сондықтан Delphi тілімен жұмыс жасауға сатуға арналған қосымшаларды жазып жатқан бағдарламалаушы назар аударуға тиіс. Модульдердің өлшемі кішігірім болғаны жінә жоғары өнімді болуы клиенттердің жұмыс орындарына қойылатын талаптардың төмендеуіне алып келеді. Бұл жағдай клиенттерге, яғни қолданушылар үшін өте маңызды.

Delphi тілінің басқа аналогты бағдарламалық өнімдерге қатысты салыстырғандағы артықшылықтары:

- Қосымшаларды жұмысшының жылдам болуы (RAD);
- Жасалған қосымшаның жоғары өнімді болуы;
- Жасалған қосымшаның компьютерге қоятын талаптарының төмен болуы;
- Delphi ортасына жаңа компоненттер мен құралдардың қосылуының арқасында Delphi ортасы кеңейтіледі;
- Delphi ортасының құралдарын пайдаланып, жаңа компоненттер мен құралдар жасауға болады;
- Объекттердің иерархиясының сәтті жасалуы.

Delphi бағдарламалау ортасы әр түрлі қосымшаларды жасауға арналған және бұл мақсатта көптеген құралдар мен компоненттерді қолдануға жол береді. Осыған қоса, жұмыс берушілер бағдарламаны жасау уақыты мен оның сапасына қызығушылық танытады. Аталған қасиеттерді тек қана визуалды бағдарламалау ортасы қамтамасыз ете алады. Delphi күрделі қосымшаларды жасауға мүмкіндік береді.

Origin - Microsoft Windows амалдық жүйесі іске қосылған компьютерде жұмыс сандық талдау және ғылыми графика үшін OriginLab корпорациясы ұсынған бағдарламалары. Орындау үшін операциялар графикалық пайдаланушы интерфейсі құралы (диалогтар / мәзірі) ретінде пайдаланылатын, және сіздің бағдарламалар оларды қоңырау болады. Тегі векторлық және матрицалық есептеулер қолдау және оңтайландыру өз C / C ++ компилятор енгізілген.

Origin пайдаланушы редакциялау үшін қол жетімді дайын үлгілерінің көмегімен құрылған екі өлшемді, үш өлшемді графика ғылыми, жасау үшін әзірленген. Ол жаңа реттелетін үлгілерді құруға, сондай-ақ мүмкіндігі бар.

Суретті жасағаннан кейін, ол оның элементтерінің екі рет басу арқылы туындаған мәзірлер мен тілқатысу көмегімен өңдеуге болады. Сіз осындай PDF, EPS, WMF, TIFF, JPEG, GIF, және т.б., форматтағы бірқатар графиктер мен кестелерді экспорттай алады.

Тегі, сіз, әртүрлі статистикалық деректерді операцияларды қоса алғанда, сандық талдау, жүзеге асыруға, сигналдарды өңдеу және т.б. болады.

1.6 Бағдарламалық қамтамаға қойылатын талаптар

Бағдарламалық қамтамаға қойылатын талаптар төменде келтірілген тізімде сияқты болуы керек:

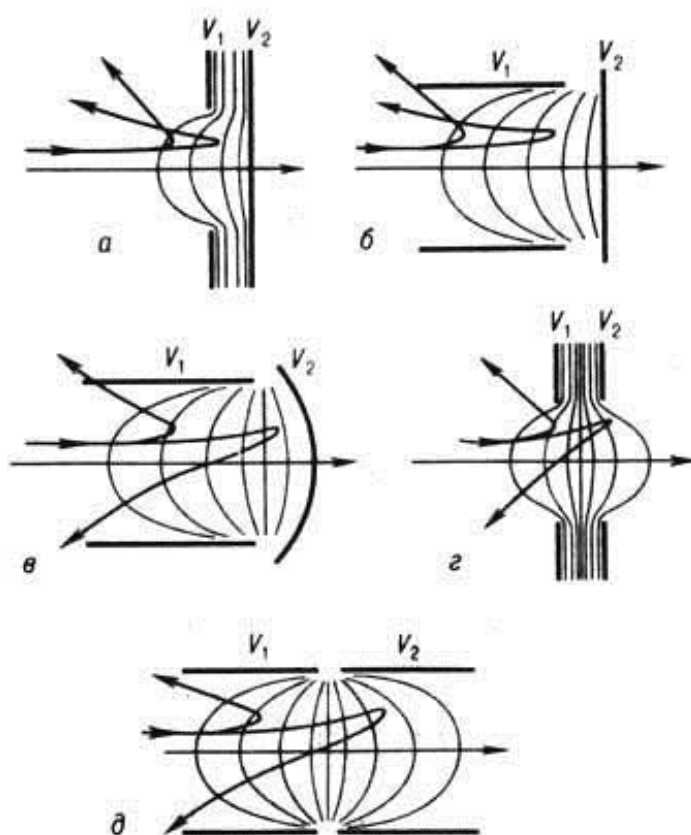
- ОЖ: Microsoft Windows XP.
- Процессор: Intel Core 2 Duo 2.0 GHz.
- Жедел жады: 2 GB RAM.
- Видеоадаптер: NVIDIA GeForce 8800 GT / ATI Radeon HD 3870 / Intel HD Graphics 4000.
- Қатты диск: 2 Gb бос орын HDD.

2 Негізгі бөлім

2.1 Электрондық айна түсінігі

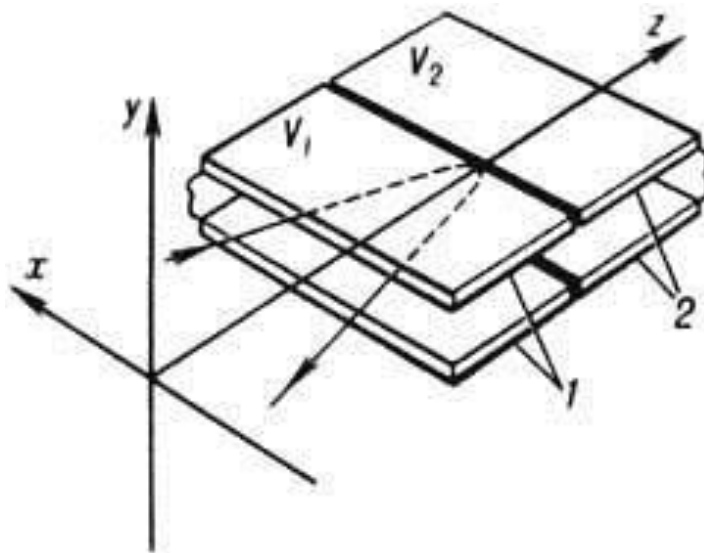
Электрондық айна – электрондар шоқтарын шағылдыратын электрлік немесе магниттік жүйе. Ол осындай шоқтар көмегімен электронды оптикалық бейнелерді алу үшін немесе электрондар қозғалысының бағытын өзгерту үшін арналып жасалған. Электростатикалық бір оське қатысты симметриялы электрондық айналарды (сурет 1) объекттің дұрыс электронды оптикалық бейнесін жасауда қолданады. Егер осындай электрондық айнаның соңғы электроды тұтас болса және электрондар оның бетіне жақындаған кезде бағытын өзгертсе, онда осы беттің микрорельефінің үлкейтілген кескінін алуға болады. Айналы электрондық микроскопта электрондық айнаның тура осы аталған қасиеті қолданысқа ие.

Цилиндрлік электрондық айналар екі өлшемді (x координатасынан тәуелсіз) электрлік (сурет 2) немесе магниттік өрісті электрондар шоғының бағытын өзгерту үшін қолданады. Бұған қоса, айнаның ортадағы жазықтығында қозғалған электрондар үшін түсу бұрышы мен шағылу бұрышы бірдей болады. Бұл жағдай жарық сәулесінің оптикалық айнадан шағылуына да тән.



Сурет 2.1 - Оське қатысты симметриялы екі электродты электрондық айна

Жоғарыда келтірілген суретте (сурет 2.1) оське қатысты симметриялы екі электродты электрондық айна бейнеленген. Бұл жерде: V_1 және V_2 - электродтар потенциалы. Жіңішке түзулер – эквипотенциал беттермен кескін жазықтығының қима жасауы. Бағыттаушысы бар түзулер – энергиясы әр түрлі электрондар траекториясы. Суретте a және b айналары үнемі шашыратушы болады. Ал c , d және e айналары шашыратушы да, жинаушы да болуы мүмкін.



Сурет 2.2 - Электростатилық цилиндрлік электрондық айна

Жоғарыда келтірілген суретте (сурет 2.2) электростатилық цилиндрлік электрондық айна кескінделген. Мұнда 1 және 2 - потенциалдары V_1 және V_2 болатын электродтар.

Алынған бейненің сапасы абберация деп аталатын шамамен анықталады.

Айналмалы симметриялы өрістермен жасалған электрондық айнарға қызығушылық танылады. Өйткені, осындай айнарлар көмегімен дұрыс электронды оптикалық кескіндер алуға, энергия бойынша зарядталған бөлшектердің ұшууақыттық фокустауды жасауға болады.

Оптикалық системаның көмегімен алынған кескіннің бұлдырлау болуының бірнеше себепшісі болуы мүмкін. Ең алдымен, бұл жағдай оптикалық жүйенің өзіндік ақауларынан тууы мүмкін.

Бағдарламалық қамтаманы жасау үшін электронды оптиканың көп аспектерін оқып, ескеру жөн.

2.2 Зерттеу саласының сипаттамасы

Электрлік және магниттік өрістерде зарядталған бөлшектердің қозғалысын электрондық оптика зерттейді. Бұл ғылымның атауы жарықтың әртекті оптикалық ортада таралуы мен зарядталған бөлшектердің электрлік пен магниттік өрістерде қозғалысы арасында ұқсастыққа байланысты қойылған.

Бұл ұқсастық электрондық оптиканың дамуына зор үлес қосты. Әсіресе, электрондық микроскопты жасаумен байланысты жұмыста көмектесті.

Алайда, жарық оптикасының электрондық оптикаға жасаған ықпалын соншама жоғарлатуға болмайды. Жарықтық геометриялық оптикаға тән әдістермен анықталған электрондық оптиканың заңдылықтары электрлік мен магниттік өрістерде зарядталған бөлшектердің нақты зерттелуі арқасында да анықтала алады. Аталмыш қозғалысты сипаттайтын дифференциалды тендеулерлер материалдық нүктенің динамикасына ұқсатып аламыз. Электрондық оптиканың дамуы өзіне ғана тән жолдармен дамыды. Көптеген электронды-оптикалық аспаптар жарықтық оптикамен ешқандай байланысы жоқ. Бұған мысал ретінде, зарядталған бөлшектерді үдеткіштер, бета- мен масс-спектрометрлердің кейбір типтерін жатқызуға болады. Оптикалық элементтердің санымен электронды оптика жарықтықтан әлдеайда асып кетті.

Электростатикалық электрлік айналар масс-рефлектрон (ВПМР) типіндегі заманауи уақыт бойынша ұшатын масс-спектрометрлерде шағылдырушы жүйе рөлін атқарады. Сонымен қатар иондық өзекпен түзілген иондық пакеттердің кеңістік-ұшу-уақыттық фокустау және массалар анализаторының функциялары айнаға жүктеледі. Жоғары рұқсатты және үлкен сезгіштік қасиеттері бар ВПМР-ді жасау барысында үлкен машықтанушылық маңызы бар басты факторлар: айнаның фокустау сапалылығы және уақыттық ұшу дисперсиясының шамасы.

УҰМР рұқсаттылығын шектейтін негізгі себебі туралы айтатын болсақ, иондық өзекпен түзілген иондық пакеттердің біріншілік уақыттық фокуста шашырауы аталған себеп болып табылады. Осыған қоса, аталмыш шашыраудан пайда болатын иондық пакеттің ені иондық өзектің параметрлерімен анықталады. Ал айнаның рөлінің мәні пакеттің бастапқы еніне жақын болатындай детектор жазықтығында бейнесін алу болып табылады [1].

Масса бойынша УҰМР шектік рұқсаттылығы келесі теңдікпен анықталады [2]:

$$R = \frac{D}{\Delta t}, \quad (2.1)$$

Мұндағы, D - масса бойынша ұшу-уақыттық аспаптың дисперсиясы;
 Δt - біріншілік уақыттық фокустағы иондар пакеттің шашырауы.

Рұқсаттылыққа біріншілік фокуста иондардың уақыттық шашырауының салыстырмалы әсерінің мөлшері кеми түсетіндіктен, құрылғының ұшу-уақыттық дисперсиясын үлкейту арқылы УҰМР рұқсаттылығын арттыруға болады, оны біз жоғарыда келтірілген (2.1) формуладан көруге болады. Ал ұшу-уақыттық дисперсияны арттыру мақсатында иондардың бастапқы уақыттық фокустың жазықтығынан детектор жазықтығына дейін ұшу уақытын ұлғайтыла түседі.

Бұл сұрақты екі түрлі әдіспен шешуге болады. Бірінші әдістің мәні электростатикалық айналар жүйесінде иондардың көп рет бейнеленуі арқылы олардың жүріп өткен жолының ұзындығын ұлғайту болып табылады [3–5]. Осындай аспаптардың кемшіліктер қатарына олардың құрылымының күрделілігі мен салыстырмалы төмен сезгіштігін жатқызуға болады. Салыстырмалы төмен сезгіштік айналар жүйесінен иондар өткенде олардың жоғалуынан туындайды. Екінші әдіс ұшу уақытын ұлғайту үшін жоғары дисперсиялы айнаны қолдануға негізделген. Жоғары дисперсиялы айнада дисперсияны үлкейту үшін айна өрісіне иондардың тереңірек ену фокустау режимі қолданылады. Бұл жағдайда аспап құрылымы анағұрлым қарапайымдау болып, ендеше, оның сезгіштігі арта түседі. Өйткені, айналар жүйесімен шағылдыру санының көп болуына байланысты иондар жоғалуы төмендейді.

2.2.1 Айналымы симметриялы екі электродты айнаның жұмыс істеу режимдері

[6]-да алғаш рет екі электродты электростатикалық айнаның ұшу-уақыттық фокустаусы зерттелді. Оның электродтары ретінде бірдей бір ось бойынша орналасқан диаметрлері мәндес цилиндрлер алынған. Осындай айнада бірдей жазықтықта заттың (зарядталған бөлшектердің стационарлы емес ағындардың ұшу-уақыттық фокустаусының іске асуы) дұрыс нүктелік кеңістіктік және уақыттық кескіндер алынатыны көрсетілді, егер келесі теңдік орындалса:

$$z_{1,2} = z_T \pm \sqrt{(z_T - z_C)(z_T - z_V)}. \quad (2.2)$$

Мұнда $z = z_1$ және $z = z_2$ - бір-бірімен байланыстағы жазықтықтар, олар үшін кеңістіктің және ұшу-уақыттық фокустау іске асырылады, $z = z_T$ - ұшу-уақыттық фокустауның басты жазықтығының, $z = z_C$ және $z = z_V$ - айнаның қисықтық орталығының және оның төбесінің орны. Ұшу-уақыттық фокустауның екі режимі есептеулермен зерттелді. Бірінші режимде ұшу-уақыттық фокустауның басты жазықтығы айнаның қисықтық орталығынан ($z = z_C$) өтетін жазықтықпен қиыстырылған. Ал екінші режимде, керісінше, оның төбесі ($z = z_V$) арқылы өтетін жазықтықпен басты жазықтық қиыстырылған.

Жүргізілген есептеулер нәтижесі екінші режимде бірінші режимге қарағанда айнаның дисперсиясы әлдеқайда көбірек екенін көрсетті. Бұл фактқа қарамастан, жоғары ұшу-уақыттық дисперсиялы фокустау режимі жарықтандыру қабілеті аз деп, артқа қойылды. Өйткені, жүріп өткен жолдың ұзындығының ұзаруына байланысты апертуралық бұрыштардың өзіндік азайуы байқалады. Осыған қоса, бұл жайттың басқа себебі қарастырылудан тыс қалды. Ол – оның өткізгіштік қабілеті.

Бұл жұмыста екі бір осьте орналасқан бірдей диаметрлі цилиндрден тұратын электростатикалық айнаның жоғарыда аталған жұмыс істеу режимдерінің екі түрі үшін сандық есептеулер арқасында зарядталған бөлшектер шоқтарының траекторияларының жолы анықталды. Ол көрсетілімді түрде осындай айнаның өткізгіштік қабілетін көрсетеді.

2.3 Есептеулерде қолданылатын формулалар

2.3.1 Есептеуге арналған формулалар

(2.2)-ден көріп отырғанымыздай, айнаның кеңістіктік-ұшу-уақыттық фокустауның қасиеттері z_T , z_C және z_V шамаларының мәндерімен, төменде келтірілген теңдікпен анықталады [7]:

$$z_T = z_u + \frac{2\Phi_0}{\Phi'_u} \left\{ 1 + \frac{1}{2} \int_{z_u}^z \left[\sqrt{\frac{\Phi_0}{\Phi}} \left(\frac{\Phi' - \Phi'_u}{\Phi} \right) + \frac{\Phi'_u}{\Phi_0} \right] dz \right\}, \quad (2.3)$$

$$z_C = z - p / p', \quad (2.4)$$

$$z_V = z - g / g'. \quad (2.5)$$

Мұндағы $\Phi = \Phi(z)$ - айнаның z оптикалық осінің бойындағы электростатикалық потенциалдың таралуы, $z = z_u$ - айнада бөлшектердің бұрылу жазықтығының орналасуы, ал $p = p(z)$ және $g = g(z)$ - параксиалды теңдеудің сызықтық тәуелсіз жеке шешімдері

$$\Phi r'' + \frac{1}{2} \Phi' r' + \frac{1}{4} \Phi'' r = 0, \quad (2.6)$$

мұндағы r - z осінен бөлшектің арақашықтығы.

Штрихтар z бойынша дифференциалдауды білдіреді, ал «0» және «u» төменгі индекстерімен шамалар мәні сәйкесінше заттық жазықтықта $z = z_0$ және бөлшектердің бұрылу жазықтығында $z = z_u$ мәндер белгіленген.

Масса бойынша айнаның ұшу уақыттық дисперсиясы келесі теңдікпен анықталады [7]

$$D = L / v_0, \quad (2.7)$$

Мұндағы $v_0 = \sqrt{-\frac{2e}{m} \Phi(z_0)}$ - бөлшектің бастапқы жылдамдығы, ал

$$L = z_T^{(0)} - z_T \quad (2.8)$$

- эффективті қалқу араашықтығы, мұнда

$$z_T^{(0)} = z_u + \frac{1}{2} \int_{z_u}^z \sqrt{\frac{\Phi_0}{\Phi}} \frac{(z_u - z)\Phi'}{\Phi} dz. \quad (2.9)$$

- Айнаның шағылдыру эффективті жазықтығы.

2.3.2 Кеңістіктік-ұшу-уақыттық фокустау

1. ұшу-уақыттық фокустау шарты

$$z_1 + z_2 = 2z_T \quad (2.10)$$

2. Кеңістіктік фокустау шарты

$$(z_1 - z_F)(z_2 - z_F) = f^2 \quad (2.11)$$

3. Кеңістіктік-ұшу-уақыттық фокустау шарты

$$z_1 + z_2 = 2z_T \quad (2.12)$$

$$(z_1 - z_F)(z_2 - z_F) = f^2 \quad (2.13)$$

$$z_0 = 2z_T - z,$$

$$(2z_T - z - z_F)(z - z_F) = f^2,$$

$$(2z_T)(z - z_F) - (z + z_F)(z - z_F) = f^2,$$

$$2z_T z - 2z_T z_F - (z^2 - z_F^2) = f^2,$$

$$z^2 + pz + q = 0, \quad (2.14)$$

$$p = -2z_T,$$

$$q = -z_F^2 + 2z_T z_F + f^2,$$

$$z_{1,2} = -p/2 \pm ((p/2)^2 - q)^{1/2},$$

$$\text{егер } (p/2)^2 - q = 0,$$

$$\text{онда } z_{1,2} = -p/2 = z_T,$$

$$\begin{aligned} (p/2)^2 - q &= z_T^2 - (-z_F^2 + 2z_T z_F + f^2) = (z_T - z_F)^2 - f^2 = \\ &= [(z_T - z_F) - f][(z_T - z_F) + f] = 0, \end{aligned}$$

$$(z_T - z_F) - f = 0,$$

$$(z_T - z_F) - f = [z_T - (z_b + z_c)/2] - (z_b - z_c)/2 = z_T - z_b = 0,$$

$$(z_T - z_F) - f = [z_T - (z_b + z_c)/2] + (z_b - z_c)/2 = z_T - z_c = 0,$$

$$z_{1,2} = -p/2 \pm ((p/2)^2 - q)^{1/2} = z_T \pm [(z_T - z_b)(z_T - z_c)]^{1/2} \quad (2.15)$$

2.3.3 Есептеулер әдістемесі

Электрондық айнада z оптикалық осінде бір ерекше нүкте бар екенін айта кету керек. Ол - $z = z_u$. Бұл нүктеде $\Phi(z_u) = 0$, ал $\Phi'(z_u) \neq 0$ болады. Бұл нүкте (6) формулада r және r' коэффициенттері үшін үнемі ерекше нүкте болып табылады. Осындай теңдеулердің теориясына сәйкес [7] аталған (6) өрнектің екі жеке шешімдеріден $p = p(z)$ аналитикалық функция, ал басқасы, яғни $g = g(z)$ төменде келтірілген түрімен жазыла алады.

$$g = \sqrt{\Phi} q, \quad (2.16)$$

мұнда $q = q(z)$ - аналитикалық функция, ол келесі теңдеуді қанағаттандырады

$$\Phi q'' + \frac{1}{2} \Phi' q' + \frac{3}{4} \Phi'' q = 0, \quad (2.17)$$

(6) мен (10) шығады. Мұнда $p = p(z)$ және $q = q(z)$ функциялары төмендегі бірдей бастапқы шарттарды қанағаттандырады:

$$p_u = q_u = 1, \quad p'_u = q'_u = -\frac{\Phi''_u}{2\Phi'_u}. \quad (2.18)$$

Айнаның электродтары екі бір осьте орналасқан цилиндрлер, олардың d диаметрі бірдей болып келеді. Цилиндрлер арасындағы қашықтық шексіз кіші шама болып табылады. Олардың потенциалдары V_1 және V_2 (сурет 2.3-2.4) мәндеріне ие. Осы айна үшін электростатикалық потенциалдың таралуы төменде келтірілген формуламен анықталады.

$$\Phi(z) = \frac{1}{2} \left[(V_1 + V_2) + (V_2 - V_1) \operatorname{th} \left(2.63 \frac{z}{d} \right) \right]. \quad (2.19)$$

Электрондық айнаны есептеу кезінде екінші цилиндрдің потенциалы V_2 бұрылу нүктесінде $\Phi(z_u) = 0$ осьтік потенциалдың нольге теңдігі шартынан анықталады. Координаталар жүйесін z осі айна симметриясына сәйкес орнатамыз. Ал координаталар басын цилиндрлер арасындағы арақашықтықтың ортасында орналасады. Бұған қоса, осьтің оң бағыты зарядталған бөлшектердің шоғының бағытымен бағыттас.

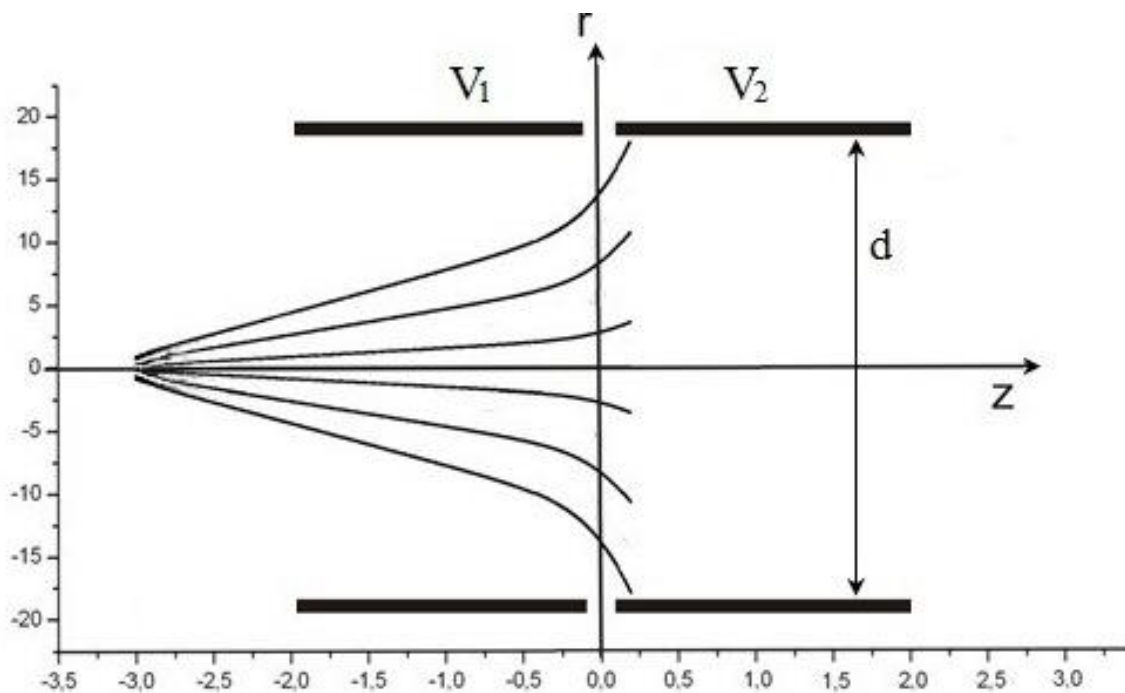
Айнаны есептеу келесі ретпен орындалады. Айнады $z = z_u$ бұрылу нүктесінің берілген мәнінде V_2 потенциалының мәнін анықтау керек. Бұдан кейін (13) формуланы пайдаланып, $\Phi(z)$ потенциалдың таралуын есептеуге болады. Осыдан кейін оның бірінші және екінші туындыларын, яғни $\Phi'(z)$ және $\Phi''(z)$ шамаларын есептеуге болады. Ал келесі кезекте сәйкес төмендегі формулаларды пайдаланып, мына шамаларды анықтаймыз: z_T , z_C , z_V және L .

Екі режим үшін айнаның кеңістіктік-ұшу-уақыттық сипаттамаларын есептеудің нәтижелері:

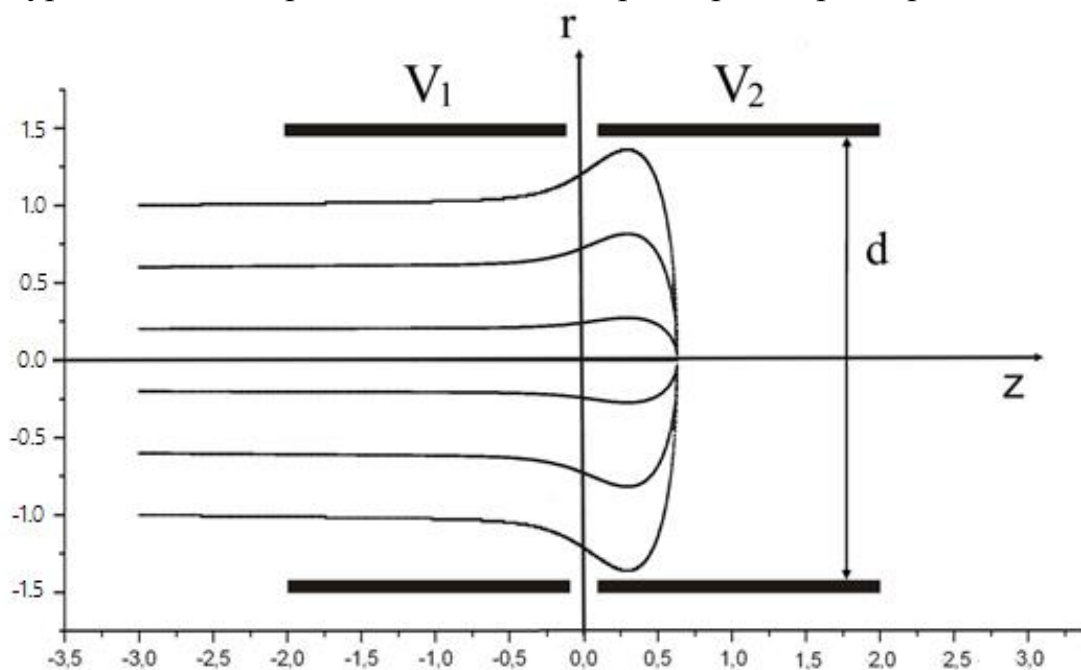
$$z_T = z_C = -3.30d, \quad V_2 = -0.346V_1, \quad L = 4.16d;$$

$$z_T = z_V = -87.6d, \quad V_2 = -0.0381V_1, \quad L = 90.6d.$$

Бұл ақпарат көрсетті: айнаның жұмыс істеуінің екінші режимінде масса бойынша айнаның ұшу-уақыттық дисперсиясын анықтайтын L эффективті дрейфтік арақашықтық шамасы бірінші режимдегіге қарағанда анағұрлым жоғары (20 еседен астам) болып келеді. Сонымен қатар, фокустаудың екінші режиміндегі өткізушілік қабілеті бірінші режимнен гөрі жақсырақ болып келеді (2.3 және 2.4 сурет).



Сурет 2.3 – $z_T=z_c$ режимінде бөлшектердің траекториялары



2.4 сурет $-z_T=z_v$ режимінде бөлшектердің траекториялары

Айна үшін негізгі элементтер келесі түрде анықталады [39]:

$$z_c = z - p(z) / p'(z), \quad (2.20)$$

$$z_b = z - g(z) / g'(z). \quad (2.21)$$

$$R = z_b - z_c, \quad (2.22)$$

$$f_0 = f = \frac{R}{2}, \quad (2.23)$$

$$z_{F_0} = z_F = \frac{z_b + z_c}{2}, \quad (2.24)$$

$$\frac{1}{z_0 - z_c} + \frac{1}{z - z_c} = \frac{2}{R}, \quad (2.25)$$

$$\frac{1}{z_0 - z_b} + \frac{1}{z - z_b} = -\frac{2}{R}, \quad (2.26)$$

$$M = \frac{f}{z_0 - z_F} = \frac{z - z_F}{f}, \quad (2.27)$$

$$[z_0 - z_F][z - z_F] = f^2, \quad (2.28)$$

мұндағы z_c , z_b және R – сәйкесінше айнаның центрі, төбесі және радиусы.

Айна үшін,

$$z_\varepsilon^{(l)} = 2 z_T^{(l)}. \quad (2.29)$$

Айна үшін ($n = 1$), $J_2^* = 0$ интегралы, ал J_1^* және J_3^* интегралдары тең:

$$J_1^* = \frac{4\sqrt{\Phi_0}}{\Phi'_u} p_0'^2 J_1, \quad (2.30)$$

$$J_3^* = \frac{4\sqrt{\Phi_0}}{\Phi'_u} g_0'^2 J_3. \quad (2.31)$$

2.4 Траекториялар теңдеуі

Хроматикалық абберацияларды есептеу үшін параксиалды траекториялар теңдеуі $\Phi(z)$ орнына $\Phi(z) + \varepsilon$ қойып, аламыз

$$\frac{d^2r}{dz^2} + \frac{\Phi'}{2\Phi} \frac{dr}{dz} + \frac{\Phi''}{2\Phi} r = 0, \quad (2.32)$$

$$\frac{(\Phi+\varepsilon)d^2r}{dz^2} + \frac{\Phi'}{2} \frac{dr}{dz} + \frac{\Phi''}{2} r = 0, \quad (2.33)$$

$$2(\Phi + \varepsilon)r'' + \Phi'r' + \Phi''r = 0, \quad (2.34)$$

$$\Phi r'' + \frac{\Phi'r'}{2} + \frac{\Phi''r}{2} = -\varepsilon r'' \quad (2.34)$$

Теңдеу (2.34) - біртекті сызықты екінші ретті дифференциалдық теңдеу. Ол біртекті сызықты екінші ретті теңдеудің жалпы шешімі соған сәйкес сызықтық теңдеулер және сызықтық емес теңдеудің кез келген нақты шешу жалпы шешімінің сомасы болып табылатыны белгілі.

Теңдеу (2.34) теңдеудің жалпы шешімі ретінде жазуға болады

$$r = ap(z) + bg(z) + \chi(z) \quad (2.35)$$

мұндағы χ –теңдеудің дербес шешімі (2.34).

(2.43) теңдігін (2.42)-ге қоямыз, келесі шартпен

$$r' = ap'(z) + bg'(z) + \chi'(z), \quad (2.36)$$

$$r'' = ap''(z) + bg''(z) + \chi''(z) \quad (2.37)$$

Аламыз:

$$\Phi\chi'' + \frac{\Phi'}{2}\chi' + \frac{\Phi''}{2}\chi = -\varepsilon r'' \quad (2.38)$$

Ерікті тұрақтыларды вариациялау әдісін пайдалана отырып, біз аламыз

$$\chi(z) = \frac{\varepsilon}{W} \left[p(z) \int_{z_0}^z \frac{g(z)r''}{\sqrt{\Phi}} dz - g(z) \int_{z_0}^z \frac{p(z)r''}{\sqrt{\Phi}} dz \right] \quad (2.39)$$

χ келесі түрде көрсетеміз

$$\chi = \varepsilon(a\chi_1 + b\chi_2) \quad (2.40)$$

онда (2.40)-ден шығатыны

$$\chi_1 = \frac{1}{W} \left(p \int_{z_0}^z \frac{gp''}{\sqrt{\Phi}} - g \int_{z_0}^z \frac{pp''}{\sqrt{\Phi}} \right) = pJ_2 - gJ_1, \quad (2.41)$$

$$\chi_2 = \frac{1}{W} \left(p \int_{z_0}^z \frac{gg''}{\sqrt{\Phi}} - g \int_{z_0}^z \frac{pg''}{\sqrt{\Phi}} \right) = pJ_4 - gJ_3 \quad (2.42)$$

мұндағы

$$J_1 = \frac{1}{W} \int_{z_0}^z \frac{pp''}{\sqrt{\Phi}} dz, \quad J_2 = \frac{1}{W} \int_{z_0}^z \frac{gp''}{\sqrt{\Phi}} dz,$$

$$J_3 = \frac{1}{W} \int_{z_0}^z \frac{pg''}{\sqrt{\Phi}} dz, \quad J_4 = \frac{1}{W} \int_{z_0}^z \frac{gg''}{\sqrt{\Phi}} dz$$

Соңында траекториялар теңдеуін келесі түрде жазуға болады

$$r = r_0 + \Delta r, \quad (2.42)$$

мұнда

$$r_0 = ap(z) + bg(z) \quad (2.43)$$

– параксиалды траектория теңдеуі, ал

$$\Delta r = \varepsilon(a\chi_1 + b\chi_2) \quad (2.45)$$

– екінші ретті сомалық хроматикалық абберация.

2.5 Өрісті есептеу

Электронды оптика үшін айналмалы симметрия өрістерімен қатар жазық симметриялы өрістер де маңызды роль атқарады. Жазық өрісті зарядталған электродтар тудырады, олар бір бағытқа қарай бағыттталып, және осы электродтардың жазықтықпен жасалатын қималары аталған бағытқа перепендикуляр және бәрі бір біріне теңбе тең. Осындай өрісті «шағылдырушы пластиналар» жасайды.

X осіне перепендикуляр «жазық өрістер» деп аталатын барлық жазықтықтарда, егер жоғарғы және төменгі электродтарға жақын аймақтарды қарастырмайтын болсақ, потенциалдық таралуы бірдей болып келеді. Сондықтан өріс x координатасынан байланысты емес, ол y және z координаталарына байланысты болып келеді.

$$\varphi = \varphi(r, z) \quad (2.46)$$

Бұл теңдеу «жазық» потенциалдық өрісті сипаттайды. X осінің бағытымен потенциал өзгеруі жоқ болғандықтан, онда электрлік өрістің кернеулігінің компонентасы нөлге тең.

$$E_x = -\frac{\partial \varphi}{\partial x} = 0 \quad (2.47)$$

Бастапқы жылдамдығы өріс жазықтығына жататын электрон сол себепті ары қарай осы жазықтықта қозғалады. Яғни оның траекториясы жазық болады.

Егер x - z жазықтығы өрістің симметрия жазықтығы болса, яғни егер

$$\varphi(r, z) = \varphi(-r, z) \quad (2.48)$$

онда бұл жазық симметриялы өрістің бірінші белгісі.

2.6 Лаплас теңдеуі

Кез келген жүйенің потенциалдар таралуы Лаплас теңдеуіне бағынады. Жазық электрлік өрісте φ потенциалы x координатасына тәуелді емес болып келеді.

$$\varphi = \varphi(r, z)$$

Бұл жағдайда Лаплас теңдеуі жеке туындыларда келесі түрде жазылуы мүмкін

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial r^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = 0 \quad (2.49)$$

2.7 Кеңістіктік таралудың қатарының жалпы берілуі

Егер

$$\varphi(r, z) = \Phi(z) + r\Phi_1(z) + r^2\Phi_2(z) + \dots = \sum_{v=0}^{\infty} r^v \Phi_v(z) \quad (2.50)$$

деп қарастырсақ, онда функция

$$\Phi(z) = \varphi(0, z)$$

потенциалды жазықтықта x -г ($r = 0$) береді, ал $E = -\Phi_1(z)$ $r - r = 0$ болғанда өрістің компонентасы болып табылады: $\Phi_1(z) = \left(\frac{\partial \varphi}{\partial r}\right)_{r=0}$. Бұл қатынасты ескере отырып, теңдеуді келесі түрде алуға болады:

$$\varphi(y, z) = \Phi(z) - \frac{1}{2!} \Phi''' r^2 + \frac{1}{2} \Phi^{(4)}(z) r^4 - \dots - y \left[E - \frac{1}{3!} E''(z) r^2 + \frac{1}{5!} E^{(4)} r^4 - \dots \right]$$

Реті жұп болып келетін жақ тек қана $\Phi(z)$ өрістің аксиалды таралуымен анықталады, ал тақ реттілер тек қана E электрлік өрістің ауытқу компонентасымен анықталады.

Төменде жазылған шартты қанағаттандыратын жазық симметриялы өрістер үшін

$$\varphi(r, z) = \varphi(-r, z), \quad (2.51)$$

жұп емес жақ жоқ болып кетеді. Онда ауытқу өрісі нөлге тең.

Жазық симметриялы өріс үшін потенциал таралуының қатарынан бастапқы үшеуін алатын болсақ

$$\varphi(y, z) = \Phi(z) - \frac{1}{2!} \Phi''' r^2 + \frac{1}{2} \Phi^{(4)}(z) r^4 + \dots \quad (2.52)$$

Бұл жерде барлық кеңістікте өріс оның осьте таралуымен анықталады.

2.8 Электронды-оптикалық қасиеттер

2.8.1 Параксиалды жақындау

Еңістеу траекторияларға арналған дифференциалды теңдеулерлер сызықты біртекті екінші ретті дифференциалды теңдеулерлер болып табылады. Бұл тұжырымнан, оське перпендикуляр жазықтық элементінен пайда болатын оське қатысты электрондық траекториялар жиынтығы сол бетте электронды-оптикалық кескінді тудырады деп тұжырымдаса болады.

Сызықты біртекті екінші ретті дифференциалды теңдеулердің екі бір бірінен тәуелсіз шешімі болады. Оның жалпы шешімі аталған екеуінің сызықты комбинациясымен табылады.

Бұл қасиет екінші ретті дифференциалды теңдеулер үшін тән болып келеді. Осы қасиетке сүйене отырып, электронды-оптикалық кескіннің негізгі заңын дәлелдей аламыз. Дифференциалды теңдеудің $p(z)$ және $g(z)$ екі дербес интегралдарын қарастырамыз. Олар $z=z_0$ нүктесінде төменде келтірілген шарттарды қанағаттандырады.

$$\begin{cases} p(z_0) = 1, p'(z_0) = 0, \\ g(z_0) = 0, g'(z_0) = 1 \end{cases} \quad (2.53)$$

Бұл шешімдер өске жақын траекторияларға жатпайды, бірақ өске жақын траектория олардың сызықтық комбинациясынан алынуы мүмкін.

$$r(z) = ap(z) + bg(z), \quad (2.54)$$

мұндағы a және b – ерікті (сәйкесінше аз) тұрақты шамалар.
Келесі өрнекпен

$$r(z_0) = ap(z_0) + bg(z_0) = a \quad (2.55)$$

ерікті a тұрақтысы анықталған. Ал келесі b параметрі (2.54) дифференциалдау арқасында және $z=z_0$ мәнін қою арқылы анықталады.

$$r'(z_0) = c_1 p'(z_0) + c_2 g'(z_0) = c_2, \quad (2.56)$$

$$r(z) = r_0 p(z) + r'_0 g(z) \quad (2.57)$$

$c_2=r'(z_0)$ параметрі P_0 шоғынан шығатын әр сәуленің бастапқы бағытын анықтайды. Оны γ деп белгілейік. Сонымен, (2.54), (2.55) және (2.56) өрнектеріне сәйкес сәулелер шоғы төмендегі теңдеумен анықталады.

$$r(z) = r(z_0)p(z) + \gamma g(z) \quad (2.58)$$

$z = \bar{z}$ жазықтығының өсіне перпендикуляр ерікті бір бөлігін қарастырып көрейік. Сонда $\gamma(\gamma', \gamma'', \dots)$ әр түрлі мәндеріне P'_1, P''_1 , әр түрлі қиылысу нүктелері сәйкес келеді. Олардың координаталары келесі теңдеумен анықталады:

$$r(\bar{z}) = r(z_0)p(\bar{z}) + \gamma g(\bar{z}) \quad (2.59)$$

Егер $z = z_1$ болғанда $g(z)$ функциясы келесі нөлдік нүктесі болу үшін экранның жазықтығының орналасуын таңдап алсақ,

$$r(z_1) = r(z_0)p(z_1) \quad (2.60)$$

теңдеу мына түрге келеді.

Осылай, бізде γ -дан тәуелсіз теңдеу пайда болды. Осы жағдай P_0 –ден шыққан барлық траекториялар P_1 бейне нүктесінде жинақталады. P_1 координаталары $z=z_1$ және $r_1=r_0p_1$ болып табылады. $z=z_1$ жазықтығын кескін жазықтығы немесе $z=z_0$ дене жазықтығымен қиыстырылған жазықтық деп атайды. r_1 кескін өлшемiнiң r_0 дене өлшеміне қатынасы барлық қиыстырылған нүктелер үшін тұрақты болып келеді. Өсінде орналасқан $(0, z_0)$ дене нүктесі $(0, z_1)$ кескін нүктесімен қиыстырылған. Ол да өстің бойында орналасқан. Сонымен, өске жақын траекториялар дене жазықтығының кескін жазықтығында көлденең сызықтық үлкейтумен анық кескінді жасайды. Үлкейту келесі өрнекпен нықталады.

$$M = p(z_1) \quad (2.61)$$

Егер екі тәуелсіз электрондық траекториялар табылған болса, олардың сызықтық комбинациясы көмегімен бастапқы шарттарды қанағаттандыратын $p(z)$ және $g(z)$ «негізгі шешімдерді» табуға болады. $g(z)$ шешімі $z=z_0$ дененің нөлдік нүктесінде келесі $z=z_1$ кескін нүктесін қиыстырады. $p(z)$ шешімі бізге $z=z_1$ нүктесінде сәйкес үлкейтуді береді, ал $g(z)$ – көлденең бұрыштық үлкейту.

$$\Gamma = t'(z_1) \quad (2.62)$$

2.8.2 Хроматикалық аберрациялар коэффициенттерін анықтау

Бастапқы шарттарды ескере отырып,

$$\Delta r = \varepsilon(r_0K_1 + r'_0K_2) \quad (2.63)$$

мұндағы

$$K_1 = pJ_2 - gJ_1, \quad (2.64)$$

$$K_2 = pJ_4 - gJ_3 \quad (2.65)$$

2.9 Дипломдық жұмыста қолданылған сандық әдістер

2.9.1 Екінші ретті дифференциалды теңдеулерлерді сандық әдіспен шешу үшін төртінші ретті Рунге-Кутта әдісі

Рунге-Кутта әдісі – қарапайым дифференциалды теңдеулерді және олардың жүйесін шешуге арналған сандық алгоритмдер жиынтығы.

Рунге-Кутта әдісі Эйлер әдісінің жөнделген және модификацияланған

үлгісі болып саналады. Олар екінші ретті нақтылық сұлбалары болып есептеледі.

Екінші ретті дифференциалды теңдеу деп төменде келтірілген түрдегі теңдеуді айтуға болады:

$$F(x, y, y', y'') = 0 \quad (2.66)$$

Теңдеуге $y(x)$ функциясын қойғанда теңдеу тепе-теңдікке айналса, онда бұл дифференциалды теңдеудің шешімі деп аталады.

Сандық әдіспен (1.59) шешімі ізделінеді. Сол шешім баспатқы шарттарды қанағаттандыруы тиіс. Коши есебі шығарылады.

Екінші ретті дифференциалды теңдеуді шешу үшін екі бірінші ретті дифференциалды теңдеулер жүйесіне, яғни (1.60) түріне келтіру керек. Осыны іске асыру үшін $y_1 = \frac{dy}{dx}$ функциясы енгізіледі, жүйенің әрбір теңдеуде сол жақ белгісіз функцияларын тек алғашқы туынды қалдырылды, және туынды оң тараптарда болмауға тиіс

$$\begin{cases} \frac{dy_1}{dx} = f_1(x, y_1, y), \\ \frac{dy}{dx} = y_1 = f_2(x, y_1, y) \end{cases} \quad (2.67)$$

(3) жүйесінде $f_2(x, y_1, y)$ функциясы ресми түрде енгізілген, төменде көрсетілген әдістері бірінші ретті дифференциалдық теңдеулер кез келген жүйесін шешуге пайдаланылуы мүмкін болуы үшін енгізілді. (3) жүйесін шешу үшін кейбір сандық әдістерді қарастырайық. Интеграция $i + 1$ қадамдарға сәйкес төмендегідей есептеледі. Жоғарыда N теңдеулер формулалардың жүйесін шешу үшін берілген.

Төртінші ретті Рунге-Кутта әдісі

$$y_{1,i+1} = y_{1,i} + (m_1 + 2m_2 + 2m_3 + m_4)/6, \quad (2.68)$$

$$y_{i+1} = y_i + (k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4)/6, \quad (2.69)$$

$$m_1 = hf_1(x_i, y_{1,i}, y_i), \quad (2.70)$$

$$k_1 = hf_2(x_i, y_{1,i}, y_i), \quad (2.71)$$

$$m_2 = hf_1(x_i + h/2, y_{1,i} + m_1/2, y_i + k_1/2), \quad (2.72)$$

$$k_2 = hf_2(x_i + h/2, y_{1,i} + m_1/2, y_i + k_1/2), \quad (2.73)$$

$$m_3 = hf_1(x_i + h/2, y_{1,i} + m_2/2, y_i + k_2/2) \quad (2.74)$$

$$k_3 = hf_2(x_i + h/2, y_{1,i} + m_2/2, y_i + k_2/2) \quad (2.75)$$

$$m_4 = hf_1(x_i + h, y_{1,i} + m_3, y_i + k_3), \quad (2.76)$$

$$k_4 = hf_2(x_i + h, y_{1,i} + m_3, y_i + k_3), \quad (2.77)$$

$$x_{i+1} = x_i + h, \quad (2.78)$$

мұндағы h – интегралдау қадамы. Сандық интегралдау үшін бастапқы шарттары нөлдік сатысында ескеріледі: $i=0, x=x_0, y_1=y_{10}, y=y_0$.

2.9.2 Анықталған интегралдарды сандық анықтауға арналған Симпсон әдісі

Симпсон (Simpson және Ньютон) формуласы сандық интегралдау құралдарына жатады. Ол британдық математик Томас Симпсон (1710-1761) атымен аталған.

Әдістің мәні (а, б) аралығында интегралданып жатқан екінші дәрежелі интерполяция көпмүшесі $p_2(x)$ жақындатуда, бұл аралықта параболаның графигін жақындату болып табылады. Симпсон әдісі қате 4 және дәлдігі 3 алгебралық тәртібі болып табылады.

Симпсон формуласы (а, b) аралығындағы екінші дәрежелі интерполяция көпмүшесінің интегралы

$$\int_a^b f(x)dx \approx \int_a^b p_2(x)dx = \frac{b-a}{6} (f(a) + 4f\left(\frac{a+b}{2}\right) + f(b)) \quad (2.79)$$

мұндағы $f(a)$, $f\left(\frac{a+b}{2}\right)$ және $f(b)$ – тиісті нүктелері (соңғы нүктелерінде және ортасында) бойынша функциясының мәндері.

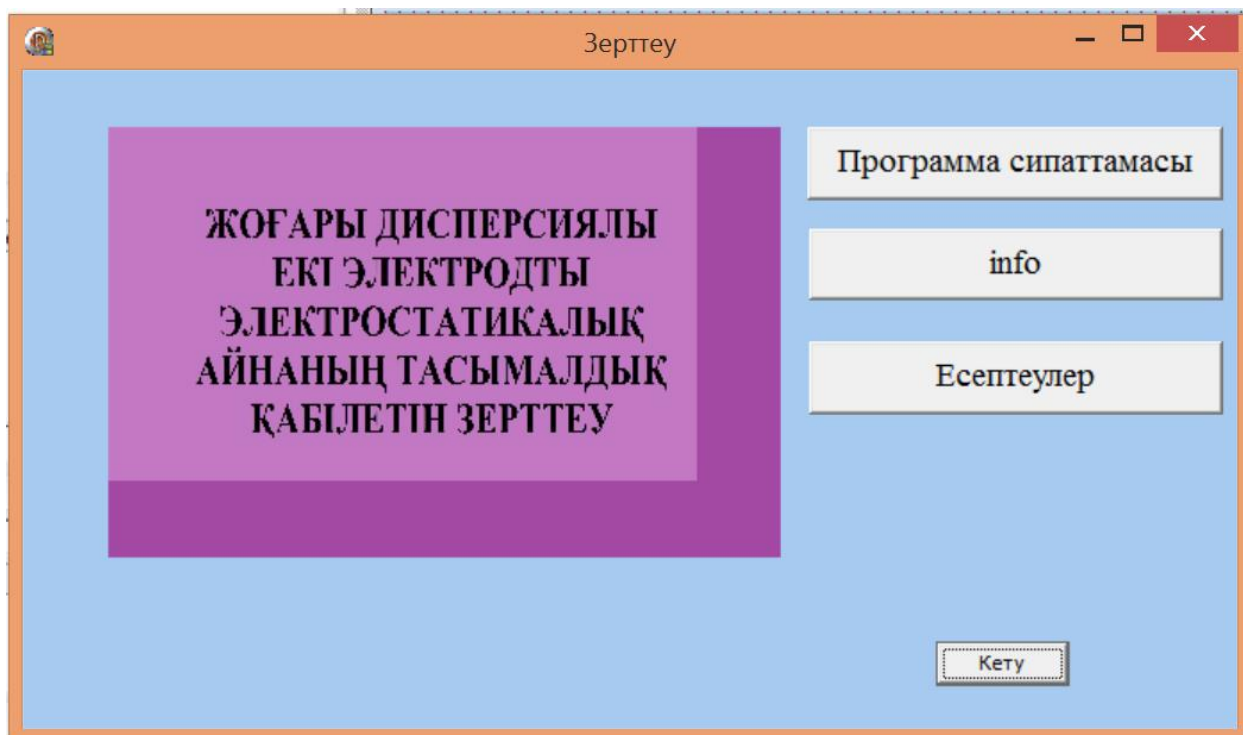
2.10 Қолданушы нұсқаулығы

«Электронды-оптикалық элементтердің фокустайтын қасиеттерін зерттеу» бағдарламасының басты мәзірі 2.1 суретінде келтіріген.

Формада үш батырма бар:

- «Программа сипаттамасы»;
- «info»;
- «Есептеулер».

Суреттің оң және төменгі жағында «Кету» батырмасы бар. Оны басып бағдарламадан шығуға болады.



2.10.1 сурет – «Электронды-оптикалық элементтердің фокустайтын қасиеттерін зерттеу» бағдарламасының басты мәзірі

Жоғарыда аталған батырмаларды басқан кезде, бағдарламаның басқа формалары ашылады. Осы форманың жасалуының бағдарламалық тілде жазылған коды төменде келтірілген.

Алынған бағдарламалық тіл – delphi. Delphi негізі Object Pascal тілі болып табылады. Object Pascal тілі Pascal тілінің объектке бағытталған кеңейтілімі болып табылады.

```

unit Unit3;
interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls,
  Forms,
  Dialogs, jpeg, ExtCtrls, StdCtrls, unit2, unit4, unit5, unit6;

type
  TForm3 = class(TForm)
    Image1: TImage;
    Button1: TButton;
    Button2: TButton;
    Button3: TButton;
    Button4: TButton;
    procedure Button2Click(Sender: TObject);
    procedure Button3Click(Sender: TObject);
  end;

```



```

    procedure Button4Click(Sender: TObject);
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
private
    { Private declarations }
public
    { Public declarations }
end;

var
    Form3: TForm3;

implementation

{$R *.dfm}

procedure TForm3.Button1Click(Sender: TObject);
begin
    Form3.Close;
end;

procedure TForm3.Button2Click(Sender: TObject);
begin
    Form4.Show;

end;

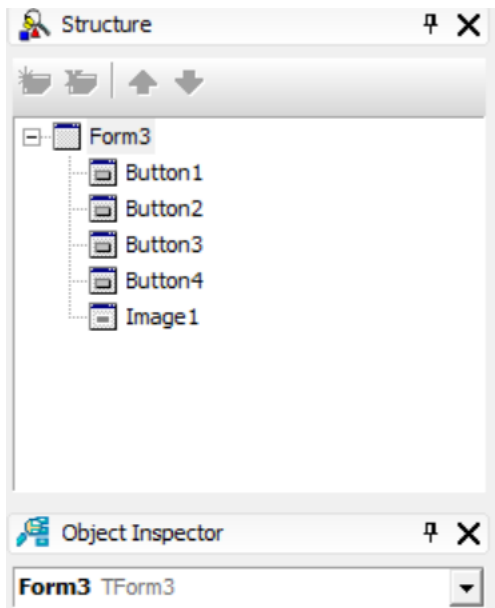
procedure TForm3.Button3Click(Sender: TObject);
begin
    Form6.Show;
end;

procedure TForm3.Button4Click(Sender: TObject);
begin
    Form5.Show;
    //Form3.Close;
end;

end.

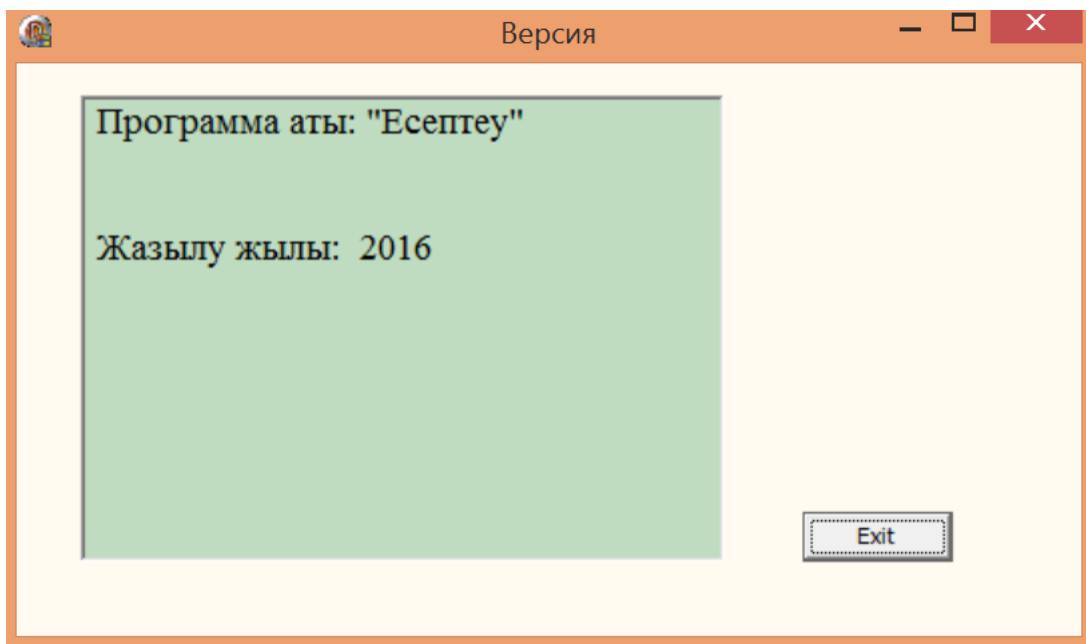
```

2.2 суретте «Электронды-оптикалық элементтердің фокустайтын қасиеттерін зерттеу» бағдарламасының басты мәзірінде орналасқан компоненттер көрсетілген.



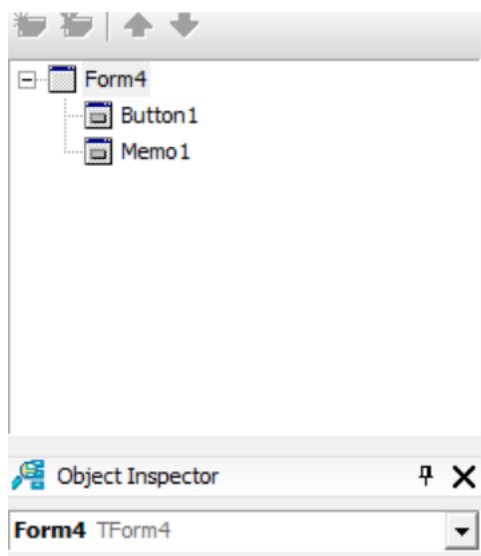
2.10.2 сурет – «Электронды-оптикалық элементтердің фокустайтын қасиеттерін зерттеу» бағдарламасының басты мәзірінде орналасқан компоненттер

2.10.3 суретте басты формада орналасқан «Программа сипаттамасы» батырмасын басқан кездегі экранға шығатын форма келтірілген. Бұл формада бағдарламаның аты және жасалу жылы келтірілген. Берілген формада оң және төмен жақта шығу батырмасы бар. Оны басып, басты формаға қайтып келуге, яғни бағдарламаны ары қарай қолдана беруге болады.



2.10.3 сурет – Программа сипаттамасы

2.10.3 суретте басты формада орналасқан «Программа сипаттамасы» батырмасын басқан кездегі экранға шығатын форма келтірілген, ал 2.10.4 суретте осы формада қолданылған компоненттер тізімі келтірілген.



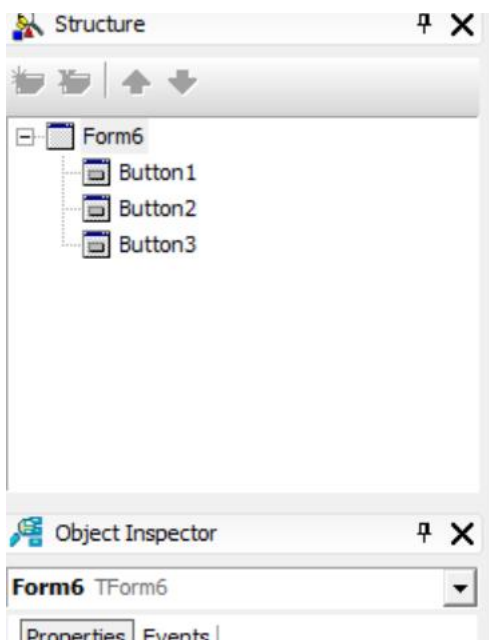
2.10.4 сурет – екінші форма компоненттері

2.10.5 суретте басты формадағы «info» батырмасын басқан кездегі ашылатын форма келтірілген. Бұл жерде үш батырма көрсетілген. Олардың әр қайсысын басқанда керекті ақпартапен файлдар ашылады.



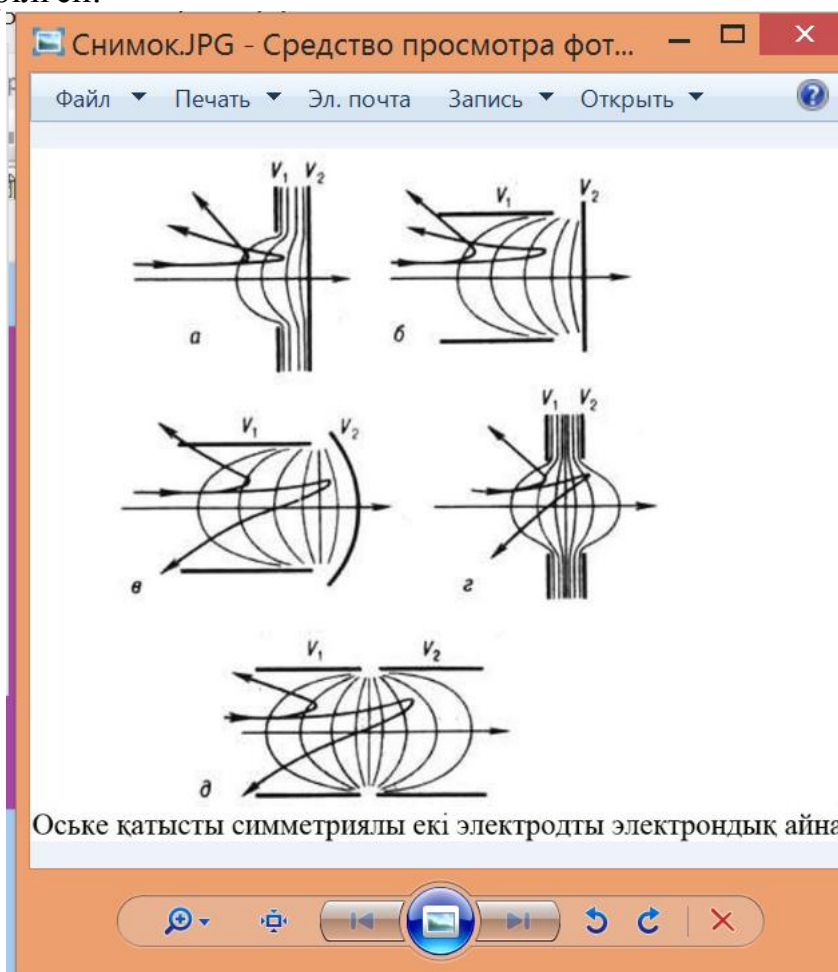
2.10.5 сурет – «info» батырмасын басқанда шыға келетін форманың бейнесі

2.10.6 суретте үшінші форманың компоненттері келтірілген.



2.10.6 – үшінші форманың компоненттері

Үшінші формада орналасқан «айна» батырмасын басқанда, төменде келтірілген айнаның сұлбасын көруге болады. Ашылатын сурет 2.7 суретте келтірілген.



2.10.7 сурет – Электронды айна сұлбасы

«Электронды айна» батырмасын басқанда шыға келетін форманың сол жағында орналасқан екі батырма анықтамалық ақпаратты бере алатын файлдарды ашу үшін пайдаланады. Файлды ашу үшін төменде келтірілген кодты пайдаланамыз.

```
unit Unit6;
interface
uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls,
Forms,
  Dialogs, jpeg, ExtCtrls, StdCtrls,ShellApi;
type
  TForm6 = class(TForm)
    Button1: TButton;
    Button2: TButton;
    Button3: TButton;
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
    procedure Button2Click(Sender: TObject);
    procedure Button3Click(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;
var
  Form6: TForm6;
implementation

{$R *.dfm}
procedure TForm6.Button1Click(Sender: TObject);
var
  h: hwnd;
begin
  ShellExecute(h,'open','D:\2015\diplomaaaa\оптика.txt',nil,nil,SW_SHOW);
end;

procedure TForm6.Button2Click(Sender: TObject);
var
  h: hwnd;
begin
  ShellExecute(h,'open','D:\2015\diplomaaaa\делфи.txt',nil,nil,SW_SHOW);
end;
```

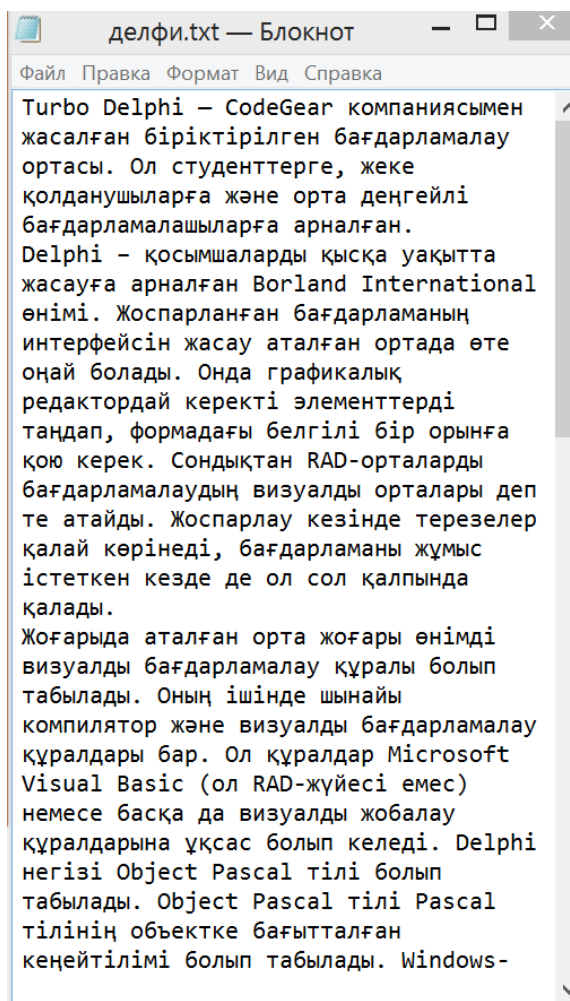
```

procedure TForm6.Button3Click(Sender: TObject);
var
h: hwnd;
begin
ShellExecute(h,'open','D:\2015\diplomaaaa\СНИМОК.JPG',nil,nil,SW_SHO
W);

end;

end.

```



2.10.8 сурет – ашылатын файл

«Электронды-оптикалық элементтердің фокустайтын қасиеттерін зерттеу» бағдарламасының басты мәзірінде орналасқан үшінші батырмасын, яғни «есептеу» атты батырмасын басқан кезде экранда көрінетін форма 2.10.9 суретте келтірілген.

Егер бос орындарға керекті сандық мәндер енгізілмеген болса, онда 2.10.10 суретте келтірілген қате туралы хабарлама шыға келеді. Олар енгізілгенше бағдарлама осы хабарламаны көрсетіп, бағдарламамен ары қарай жұмыс істеуге кедергі болады. Әрине, хабарламаны жауып басты мәзірге

қайтып, басқа формаларды жүктеп, олармен жұмыс жасауға болады. Бірақ есептеулер жүргізу үшін бастапқы мәндерді енгізу шарт.

Қате туралы хабарлама келесі кодпен ұйымдарстырылады:

...

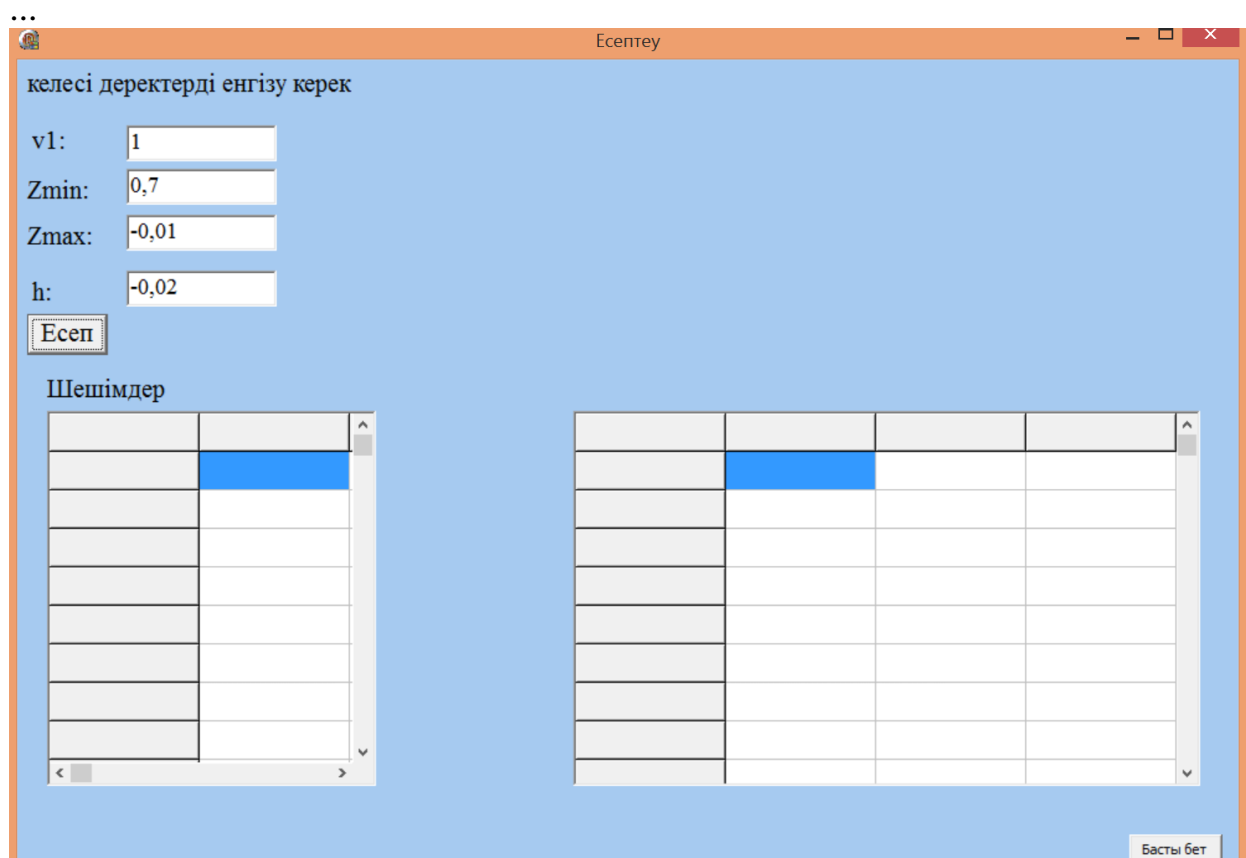
uses

Windows, SysUtils, Classes, Graphics, Forms, Controls, Menus,
StdCtrls, Dialogs, Buttons, Messages, ExtCtrls, ComCtrls, StdActns,
ActnList, ToolWin, ImgList, Grids, Math, jpeg;

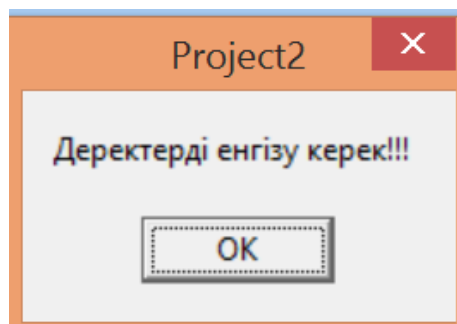
...

```
if((length(edit1.text)=0) or (length(edit2.text)=0) or (length(edit3.text)=0) or  
(length(edit4.text)=0)) then begin
```

```
  ShowMessage('Деректерді енгізу керек!!!');
```



2.10.9 сурет – Есептеулер формасы



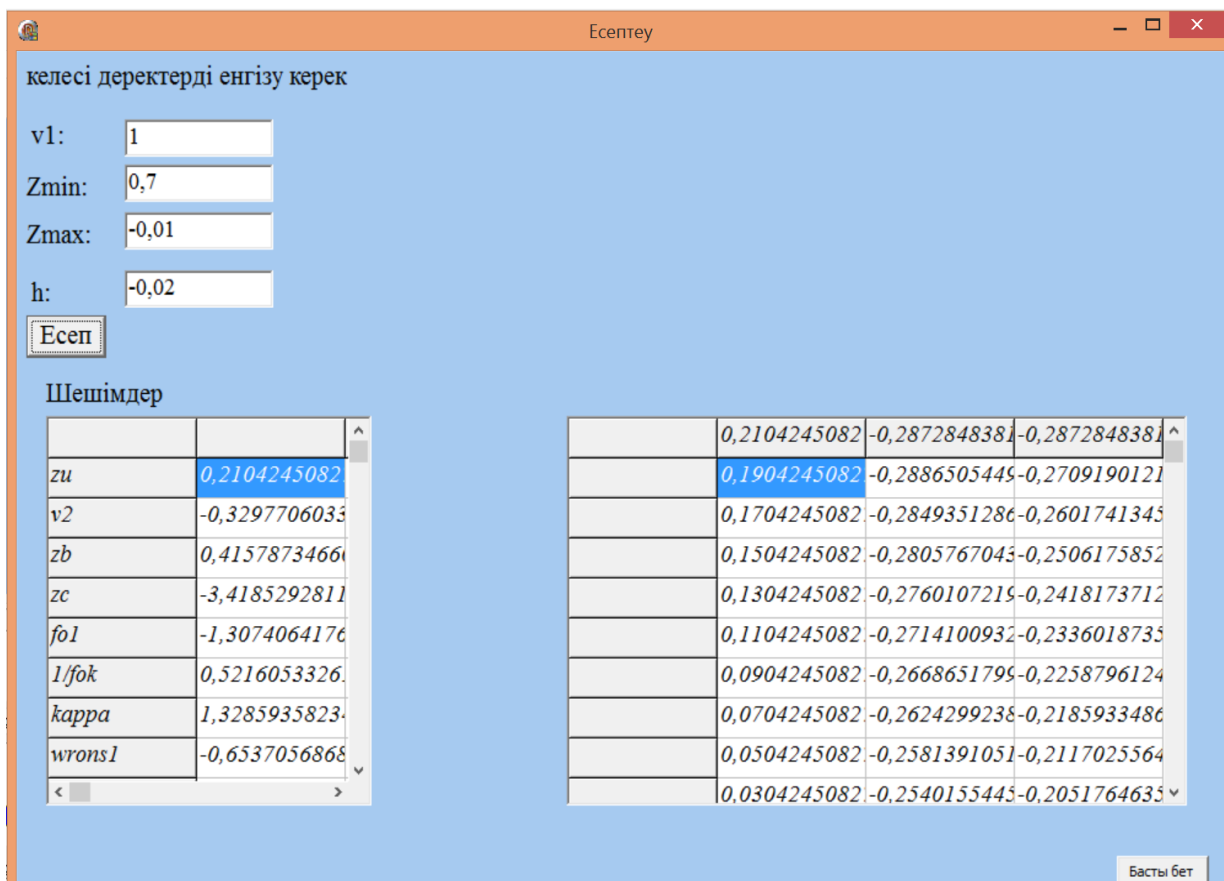
2.10.10 сурет – Қате туралы хабарлайтын хабарлама

Егер барлық бастапқы мәндер дұрыс түрде енгізілген болса, онда «есеп» атты батырманы басып, төменде келтірілген 2.10.11 суретте келтірілген нәтижелерді аламыз. Есептеулер нәтижелері TStringGrid көмегімен кесте түрінде экранда көрсетіледі. Ал осы нәтижелерді ары қарай қолдану үшін олар арнайы таңдалынған папкада мәтіндік файл түрінде сақталады.

Төменде келтірілген кодта форманың оң жағындағы кестені толтыру қарастырылған.

```
...
for j:=0 to jmax do
  begin
    z:=zu+j*h;
    pj:=pmas[j];
    qj:=qmas[j];
    traektory(1.0,0.0);
    writeln(fil2,z:11,' ',y1*mult:11,' ',y2*mult:11);
    stringgrid1.rows[j][1]:=FloatToStr(z);
    stringgrid1.rows[j][2]:=FloatToStr(y1*mult);
    stringgrid1.rows[j][3]:=FloatToStr(y2*mult);
  end; mult:=mult+mult;
...
Файлдармен жұмыс жасау келесі кодпен ұйымдастырылады:
...
assignFile      (fil,'C:\Users\User\Documents\Borland      Studio
Projects\222\12.txt');
rewrite (fil);
...
writeln(fil,":3,'zu',":10,'v2',":10,'zb',":10,'zc',":10,'fo1',":9,'1/fok',":8,'kappa',":1
0,'wrons1');

writeln(fil,":3,'ut',":10,'zt0',":9,'zt1',":9,'ldr',":9,'fb',":10,'gb',":10,'rad',":10,'wrons1');
...
closeFile(fil);
...
```

2.10.11 сурет – Есептеулер формасы

2.10.12 суретте жоғарыда келтірілген есептеулер формасының компоненттері келтірілген.

Енгізілген мәндерді оқу және бағдарламадағы айнымалыларға оны қою төмендегі кодта келтірілген.

```

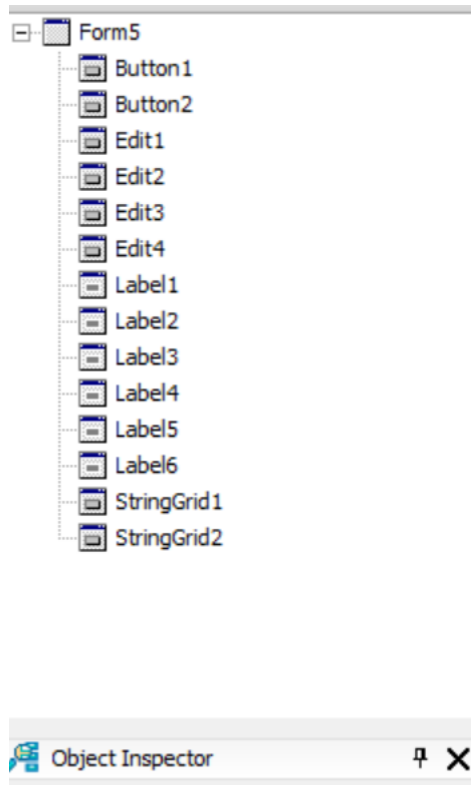
...
v1:=strtof(float(form5.Edit1.Text));
zmin:=strtof(float(form5.Edit2.Text));
zmax:=strtof(float(form5.Edit3.Text));
h:=strtof(float(form5.Edit4.Text));
...
Сол жақтағы кестені толтыру:
stringgrid2.cells[0,1]='zu';    stringgrid2.cells[1,1]:=floattoStr(zu);
stringgrid2.cells[0,2]='v2';    stringgrid2.cells[1,2]:=floattoStr(v2);
stringgrid2.cells[0,3]='zb';    stringgrid2.cells[1,3]:=floattoStr(zb);
stringgrid2.cells[0,4]='zc';    stringgrid2.cells[1,4]:=floattoStr(zc);
stringgrid2.cells[0,5]='fo1';   stringgrid2.cells[1,5]:=floattoStr(fo1);
stringgrid2.cells[0,6]='1/fok'; stringgrid2.cells[1,6]:=floattoStr(1/fok);
stringgrid2.cells[0,7]='kappa'; stringgrid2.cells[1,7]:=floattoStr(kappa);
stringgrid2.cells[0,8]='wrons1'; stringgrid2.cells[1,8]:=floattoStr(wrons1);
stringgrid2.cells[0,9]='ut';    stringgrid2.cells[1,9]:=floattoStr(funcx);
stringgrid2.cells[0,10]='zt0';  stringgrid2.cells[1,10]:=floattoStr(zt0);

```

```

stringgrid2.cells[0,11]='zt1';   stringgrid2.cells[1,11]:=floattoStr(zt1);
stringgrid2.cells[0,12]='ldr';   stringgrid2.cells[1,12]:=floattoStr(ldr);
stringgrid2.cells[0,13]='fb';   stringgrid2.cells[1,13]:=floattoStr(fb);
stringgrid2.cells[0,14]='gb';   stringgrid2.cells[1,14]:=floattoStr(gb);
stringgrid2.cells[0,15]='rad';  stringgrid2.cells[1,15]:=floattoStr(rad);
stringgrid2.cells[0,16]='wrons1';
stringgrid2.cells[1,16]:=floattoStr(wrons1);

```

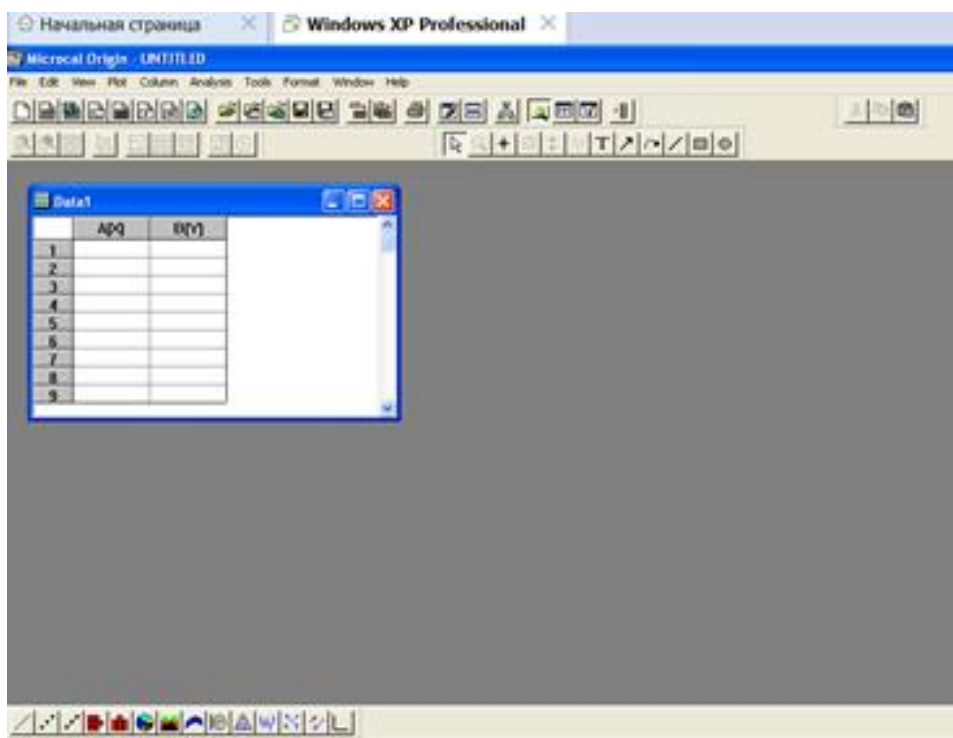


2.10.12 сурет – Есептеу формасының компоненттері

Графиктерді тұрғызу үшін Origin бағдарламасын пайдаланамыз.

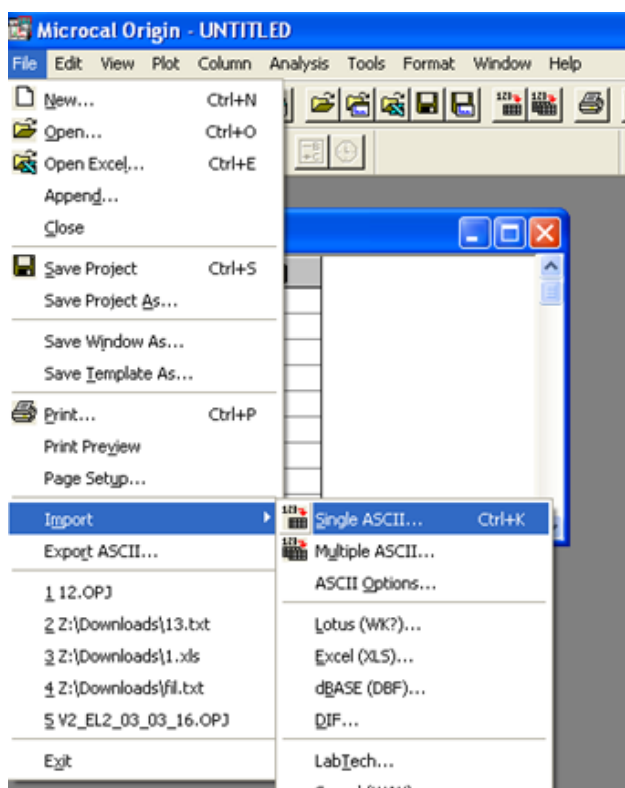
Ең алдымен, электрондық кесте алдыңғы соңында бар GUI бағдарламалық қамтамасыз ету болып табылады. Excel сияқты танымал электрондық кестелерге қарағанда, шыққанның жұмыс парағы баған бағдарланған болып табылады. Әрбір баған атауы, бірлік және басқа да пайдаланушы анықталатын жапсырмалар сияқты атрибуттары байланысты болды. Оның орнына шаршы формула, тегі есептеу үшін баған формуланы пайдаланады.

Шығарылған соңғы нұсқаларын көптеген күнделікті операцияларды бағдарламалау қажет жою мақсатында, пакеттік мүмкіндіктеріне енгізілді және кеңейтті. Оның орнына пайдаланушы теңшелетін Graph үлгілерінің операцияларды нақты Suite сақтап талдау диалогтық терезесі Тақырыптар, жұмыс кітабының ішіндегі операциялардың жиынын сақтап деректерге немесе талдау параметрлерін өзгерістер, сондай-ақ талдау үлгілер TM автоматты қайта есептеу сүйенеді.

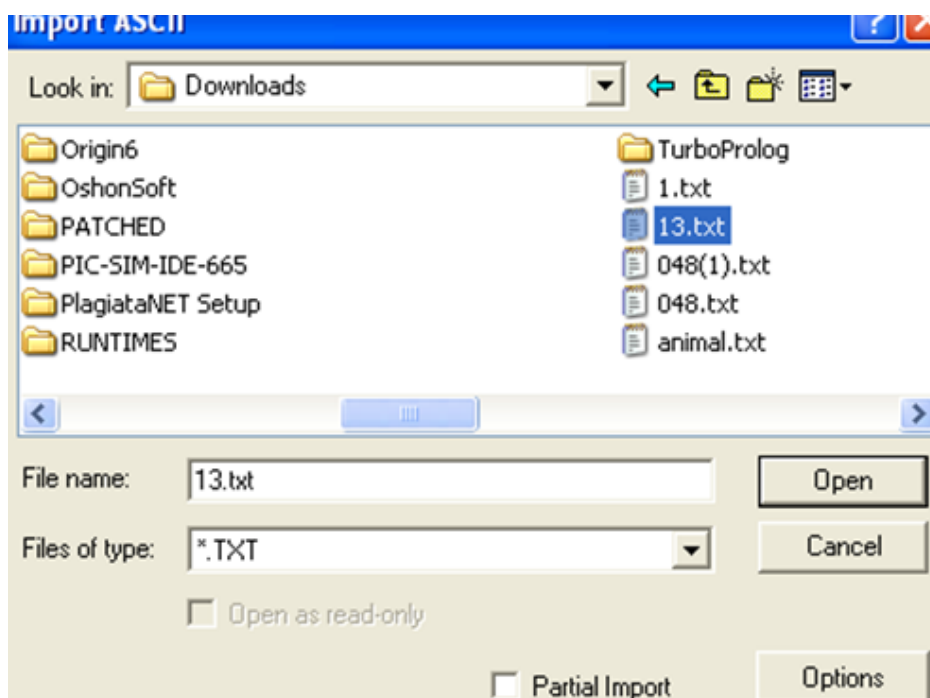


2.10.13 сурет – Origin бағдарламасын ашқанда ашылатын терезе.

Бұл жерде файлды импорттау керек.



2.10.14 сурет – Импорттау

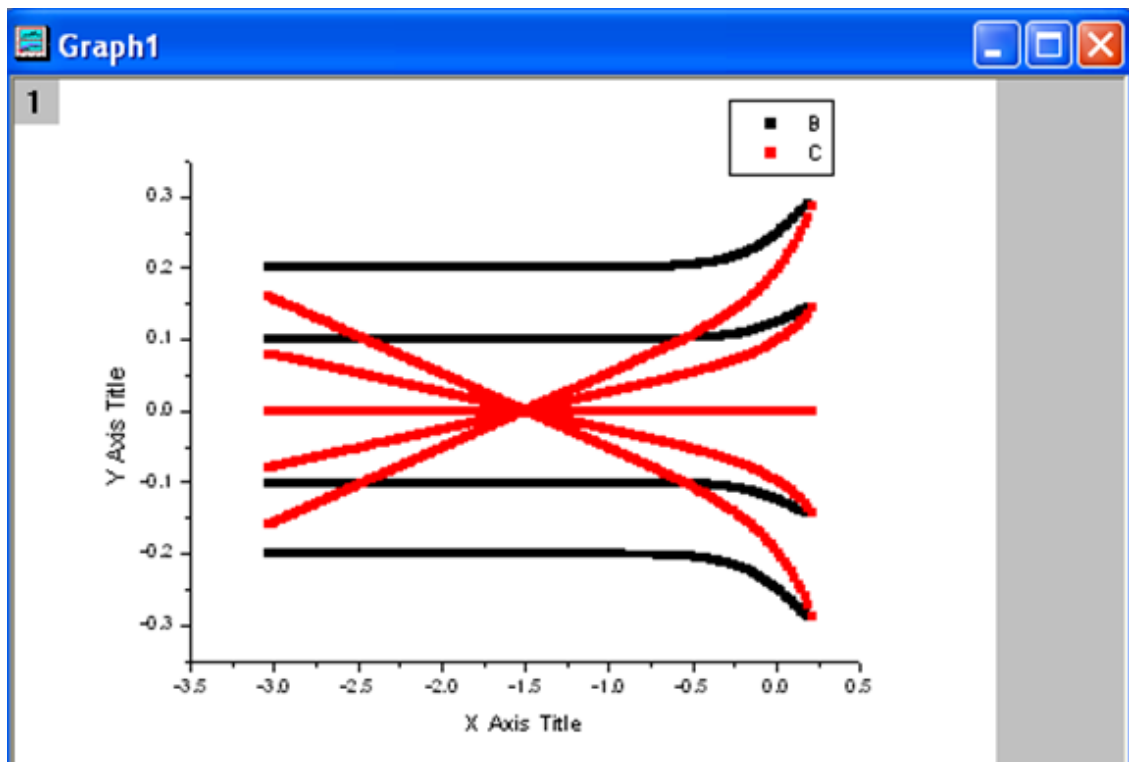


2.10.15 сурет – Импортталатын файлды таңдау

	A[X]	B[Y]	C[Y]
1	0.21	0.287	0.287
2	0.19	0.289	0.271
3	0.17	0.285	0.26
4	0.15	0.281	0.251
5	0.13	0.276	0.242
6	0.11	0.271	0.234
7	0.0904	0.267	0.226
8	0.0704	0.262	0.219
9	0.0504	0.258	0.212
10	0.0304	0.254	0.205
11	0.0104	0.25	0.199
12	-0.00958	0.246	0.193
13	-0.0296	0.243	0.188
14	-0.0496	0.239	0.182
15	-0.0696	0.236	0.177
16	-0.0896	0.233	0.172
17	-0.109	0.231	0.168
18	-0.13	0.228	0.164
19	-0.15	0.226	0.159
20	-0.17	0.223	0.155
21	-0.19	0.221	0.152
22	-0.21	0.219	0.148
23	-0.23	0.218	0.145

2.10.16 сурет – Импортталған файлдың кесте түрінде берілуі

Графикті жасауды таңдап, біз пайда болған мезірде өстерді бағандардан таңдаймыз.



2.10.17 сурет – График

2.10.17 суретте есептеулерден алынған үш бағанда пайдаланып сызылған график келтірілген.

3 Экономикалық бөлім

3.1 Жұмыс сипаттамасы

Бұл дипломдық жобада жоғары дисперсиялы екі электродты электростатикалық айнаның тасымалдық қабілетін зерттеуге арналған бағдарлама құрылды.

Берілген бөлімде алынған тақырыптағы жобаның жүзеге асырылуының экономикалық құрамының қарастырылуы, есептелуі сипатталады. Ол уақыттық пен еңбектік, қаржылай шығындарды көрсетеді. Бұл бағдарлама:

- 1) Электрондық айна туралы ақпарат береді;
- 2) Пайдаланушыда бірнеше экрандық формаларды қолдануға мүмкіндігі бар;
- 3) Арнайы жазылған формулаларды пайдаланып есептерді оңай шешуге болады;

3.2 Жұмыста қолданылған еңбек ресурстары

Жобаны іске асыруда жұмыс істегендер:

- жоба жетекшісі – мәселелерді, тапсырмаларды анықтайды;
- инженер – бағдарламалаушы - сызықтық алгебралық теңдеулер жүйесін шешу бағдарламасын құрады, әдістердің тиімділігін зерттейді;
- жобаның экономикалық және өміртіршілігі қауіпсіздігі бөлігі үшін жауапты кеңес берушілер;

Жұмысшылардың саны және олардың төлемақысы 3.1 кестеде көрсетілген.

3.1 кесте – Жобаға қатысушы жұмысшылар және олардың төлемақысы

Орындаушы	Адам саны	Айлық төлемақы,тенге
Жоба жетекшісі	1	73000
Инженер-бағдарламалаушы	1	73755
Жобаның экономикалық бөлігі жөніндегі кеңесшісі	1	39000
Жобаның өміртіршілігі қауіпсіздігі жөніндегі кеңесшісі	1	39000
Барлығы	4	224755

Біркүндік төлемақыны есептеу формуласы

$$D = Y / n, \quad (3.1)$$

мұндағы

Y – жұмысшының төлемақысы, тенге;

n – жұмыс айларындағы күн саны (24 күн – алтыкүндік жұмыс аптасы);

Жоба жетекшісі

$D = 73000 / 24 = 3041,667$ тенге/күн.

“Экономика” бөлімінің кеңесшісі

$D = 39000 / 24 = 1625$ тенге/күн.

“Өміртіршілігі қауіпсіздігі” бөлімінің кеңесшісі

$D = 39000 / 24 = 1625$ тенге/күн.

Инженер-бағдарламалаушы

$D = 73755 / 24 = 3073,125$ тенге/күн.

Бір сағаттық төлемақы формуласы

$$H = D / v, \quad (3.2)$$

мұндағы

D – жұмысшының бір күнде алатын төлемақысы;

V – жұмыстың сағаты (8 сағат).

Жоба жетекшісі

$H = 3041,667 / 8 = 380,2083$ тенге/сағат.

“Экономика” бөлімінің консультанты

$H = 1625 / 8 = 203,125$ тенге/сағат.

“Өміртіршілігі қауіпсіздігі” бөлімінің консультанты

$H = 1625 / 8 = 203,125$ тенге/сағат.

Инженер-программист

$H = 3073,125 / 8 = 384,1406$ тенге/сағат.

3.3 Бағдарламамен қамтамасыз етудегі еңбек сыйымдылығы

Еңбек шығынын есептегенде есептеудегі базалық көрсеткіш келесі формуламен есептелінеді:

$$Q = q \times c, \quad (3.3)$$

мұндағы Q – шартты нұсқаулар саны;

q – есеп түріне қарай шартты командалар санын ескеретін коэффициент;

c – бағдарламаның қиындығы мен жаңалығын ескеретін коэффициент.

Алынған тақырып бойынша бұл жұмыста:

Төменде келтірілген 5.1-кестеден q коэффициентінің мәнін таңдап алуға болады. Бұл проектіте $q=5000$ –ге тең.

Кесте 5.1 – q коэффициентінің мәндері

Тапсырма типі	Коэффициент өзгеруінің шектері
Бухгалтерлік тапсырмалар	1400 – 1500
Операциондық басқару тапсырмалары	1500 – 1700
Жоспарлау тапсырмалары	3000 – 3500
Көпнұсқалы тапсырмалар	4500 – 5000
Кешенді тапсырмалар	5000 – 5500

Проектіті іске асыру үшін таңдап алынған тіл күрделілігі жоғары тілге жататындықтан $c=1,26$ – ге тең. Оның күрделілік тобы бірінші топ бола отырып, жоғары деңгейді бағдарламалау тілінде жазылған, ал жаңалылық дәрежесі бойынша В тобына енетіндіктен, яғни типтік шешім қолданылған бағдарламаларды дайындау тобына жатқандықтан, келтірілген мәндердің кестеде қиылысуы арқылы арнайы кестеден алынды.

Сандық мәндерді орындарына қойып, базалық көрсеткішті есептейміз.

$$Q = 5000 * 1,26 = 6300$$

Бағдарламалық өнімді даярлауға кететін әр кезеңнің уақытын анықтаймыз:

$T_{МСД}$ (мақсат сипатын дайындау уақыты), нақтылы деректер бойынша және келесі мәнге тең деп алынады (3-тен 5 күнге дейін, 8 сағаттан):

$$T_{МСД} = 24 \text{ адам / сағ.}$$

$T_{МС}$ (мақсат сипаттамасы уақыты) төмендегі формуламен есептелінеді:

$$T_{МС} = Q \times B / (50 \times K), \quad (3.4)$$

мұндағы B – мақсат есебі өзгерісінің коэффициенті, ол өзгеріс саны мен мақсат күрделілігіне тәуелді – 1,2-ден 1,5-ке дейінгі мәндердә қабылдайды;

Кесте 5.2 – с коэффициентінің мәндері

Бағдарламалау тілі	Күрделілік тобы	Жаңалылық дәрежесі			
		А	Б	И	Г
Жоғары деңгейлі	1	1,38	1,26	1,15	0,69
	2	1,3	1,19	1,08	0,65
	3	1,2	1,1	1,0	0,6
Төменгі деңгейлі	1	1,58	1,45	1,32	0,79
	2	1,49	1,37	1,24	0,74
	3	1,38	1,26	1,15	0,69

K – бағдарламалаушы квалификациясын ескеретін коэффициент (бағдарламалаушының тәжірибесі екі жыл болса, $K=0,8$).

$$T_{MC} = 6300 * 1.2 / (50 * 0.8) = 189 \text{ адам / сағ.}$$

T_A (алгоритмді құрастыруға кеткен уақыт) төмендегі формуламен есептейміз:

$$T_A = Q / (50 \times K), \quad (3.5)$$

$$T_A = 6300 / (50 * 0.8) = 157,5 \text{ адам / сағ.}$$

T_{BC} (блок – сұлба құрастыруға кеткен уақыт) алгоритмді құрастыруға кеткен уақыт сияқты (5.3) формуламен анықталады.

$$T_{BC} = 6300 / 50 * 0.8 = 157,5 \text{ адам / сағ.}$$

T_{BT} (бағдарламаның бағдарламалау тілінде жазуға кеткен уақыт) төменде келтірілген формуламен есептеледі:

$$T_{BT} = Q \times 1,5 / (50 \times K), \quad (3.6)$$

$$T_{BT} = 6300 * 1.5 / (50 * 0.8) = 236,25 \text{ адам / сағ.}$$

T_{MT} (бағдарламалық өнімнің мәтінін теру уақыты) келесі формуламен анықтаймыз:

$$T_{MT} = Q / 50, \quad (3.7)$$

$$T_{MT} = 6300 / 50 = 126 \text{ адам / сағ.}$$

T_{PT} (бағдарламаны реттеу мен байқау, яғни тестілеу уақыты) келесі формуламен анықталады:

$$T_{PT} = Q * 4,2/50 * K, \quad (3.8)$$

$$T_{PT} = 6300 * 4.2 / 50 * 0.8 = 661,5 \text{ адам / сағ.}$$

T_D (күжаттарды рәсімдеу мерзімі), шындыққа сәйкес деректер бойынша алынады да, содан кейін ғана құрылады (3-тен 5 күнге дейін, күніне 8 сағат):

$$T_D = 24 \text{ адам / сағ.}$$

Еңбек шығындарының барлығы еңбек шығынының құрама қосындысы ретінде (5.7) формуламен есептеледі:

$$T = T_{MCT} + T_{MC} + T_A + T_{BC} + T_{BT} + T_{MT} + T_{PT} + T_D, \quad (3.9)$$

$$T = 1575,75 \text{ адам/сағ.}$$

3.4 Бағдарламалық қамтамасыздандыру шығынының есебі

Еңбек ақы екі жасаушыға негізделеді: негізгі еңбек құны және қосымша еңбек құны. Ол екеуінің қосындысынан тұрады. Оны еңбек ақы қоры, ЕАҚ деп атайды. Негізгі еңбек ақы және қосымша еңбек ақы қосындысы төменде келтірілген формуламен есептеледі:

$$ЕАҚ = Ж_{нег} + Ж_{кос}, \quad (3.10)$$

Негізгі еңбек ақы төмендегідей анықталады:

$$Ж_{нег} = Ж_{жет} + З_{инж} + З_{экон} + З_{тк}, \quad (3.11)$$

$$Ж_x = T_x * N_x \quad (3.12)$$

мұндағы $Ж_{нег}$ – негізгі еңбек ақы, мың тенге;

$Ж_{кос}$ – қосымша еңбек ақы, мың тенге;

T_x – бағдарламалық өнімді жасауға кеткен уақыт;

N_x – бір сағаттағы жалақы.

Негізгі еңбек ақы төмендегідей мәнге ие болады:

$$Ж_{нег} = 1575,75 * (380,2083 + 203,125 + 203,125 + 384,1406)$$

= 1844571,31 теңге

Қосымша еңбек ақы негізгінің 10% құрайды. Ол келесі формуламен анықталады:

$$Ж_{\text{кос}} = 0,1 \times Ж_{\text{нег}}, \quad (3.13)$$

$$Ж_{\text{кос}} = 0,1 * 1844571,31 = 184457,131 \text{ теңге.}$$

ЕАҚ жұмыскердің табысынан әлеуметтік салық 11 % құрайды (ҚР СК 358 б. 1-тарау), мынандай формуламен есептеледі:

$$\Theta = (ЕАҚ - ЗА) \times 11\%, \quad (3.14)$$

$$ЕАҚ = Ж_{\text{нег}} + Ж_{\text{кос}} = 1844571,31 + 184457,131 = 2029028,44 \text{ теңге}$$

$$\Theta = (2029028,44 - 202902,844) * 0,11 = 200873,816 \text{ теңге}$$

мұндағы ЗА – зейнетақы аударылымдары, ЕАҚ-нан 10% алады және әлеуметтік салық алынбайды:

$$ЗА = ЕАҚ * 10\% = 2029028,44 * 0,1 = 202902,844 \text{ теңге} \quad (3.15)$$

Амортизациялық аударымдар амортизацияның таңдалынған шамаларымен орындалады және пайыздармен берілген жабдықтың баланстық құнына тәуелді бола отырып, төмендегі формуламен есептеледі:

$$A = (C_{\text{жабдық}} * A_{\text{ш}} * N) / 100 * 12 * t, \quad (3.16)$$

Мұндағы $A_{\text{ш}}$ – амортизация шамалары;

$C_{\text{жабдық}}$ – компьютердің бастапқы бағасы;

N – жұмыс орындалуына кететін күннің саны;

t – дербес компьютерді қолдануға кеткен жалпы уақыт.

$$N = T / 24 = 1575,75 / 24 = 65,65625 \text{ күн}$$

Бұл жерде T еңбек шығынына тең, оны жоғарыда есептеп қойғанбыз, оның мәні – 1575,75 адам/сағ тең болған.

Дербес компьютерде жалпылама жұмыс істеу уақыты төмендегі формуламен есептелінеді:

$$t = T_A + T_{\text{БС}} + T_{\text{БТ}} + T_{\text{МТ}} + T_{\text{РТ}} = 1338,75 \text{ адам/сағ}$$

Амортизация шамалары ($A_{\text{ш}}$), мына формуламен есептеледі:

$$A_{и} = ((C_{жабдық} - C_{тар}) / (T_{норм} * C_{жабдық})) * 100\%, \quad (3.17)$$

мұндағы $C_{тар}$ – таратылым құны, жабдықтың құнынан 5% құрайды;
 $T_{норм}$ – жабдықтың нормативтік қызмет ету мерзімі (дербес компьютер үшін – 4 жыл).

Кесте 3.6 – Жабдықтың бағасы

Аты	Моделі	Бағасы
Процессор	ASUS A2C	122500
Монитор	Дисплей ASUS A2C	35 000
Пернетақта	A4tech KRS-8572	2 500
Компьютерлік тышқан	HP H2C21AA	4000
Модем	D-link DSL-2500	7 000
Барлығы		171000

$$C_{жабдық} = 171000 \text{ теңге}$$

$$C_{тар} = 171000 * 0,05 = 8550 \text{ теңге.}$$

$$A_{и} = (171000 - 8550) / (4 * 171000) * 100\% = 23.75\%$$

$$A = (171000 * 23.75 * 38.68) / (100 * 12 * 1338,75) = 165,979736 \text{ теңге.}$$

Электрэнергиясының шығындары келесі формуламен есептеледі:

$$C_{ЭЭ} = Q * k_3 * F_{эф} * C_{кВт.с} \quad (5.15)$$

мұндағы Q – компьютер қуаты (450 Вт);

k_3 – жүтеме коэффициенті (0,8);

$C_{кВт.с}$ – 1 кВт-сағ электрэнергиясының құны, оның мәні ҚР – да 16,02 теңгеге тең;

$F_{эф}$ – жұмыс уақытының эффективті фонды, мына формула бойынша есептеледі.

$$F_{эф} = D_{ном} * d * (1 - f/100), \quad (5.16)$$

$$F_{эф} = 258 * 8 * (1 - 2,6/100) = 2010$$

Мұндағы $D_{ном} = 258$ – бір жылдағы жұмыс күнінің номиналды саны;

$d = 8$ – жұмыс күнінің ұзақтығы;

$f = 2.6\%$ – ЭВМ – ды жөндеуге кеткен жоспарланған уақыт.
 Берілген коэффициенттер мен параметрлер бойынша
 электроэнергияның құны.

$$C_{ЭЭ} = 0,45 * 0,8 * 2010 * 16,02 = 11594,0098 \text{ теңге.}$$

Материалдар мен көмекші бөлшектердің шығыны, бағдарламалық өнімді жасау барысында қолданылды ($C_{МжК}$), сонымен қатар техникалық қызмет көрсетудің шығыны ($C_{ТК}$), жабдықтың құнынан 1.5% және 2.5% құрайды және келесі өрнектермен есептеледі (3.17 – 3.18):

$$C_{МжК} = 0,015 * C_{\text{жабдық}}, \quad (3.17)$$

$$C_{МжК} = 0,015 * 171000 = 2565 \text{ теңге.}$$

$$C_{ТК} = 0,025 * C_{\text{жабдық}}, \quad (3.18)$$

$$C_{ТК} = 0,025 * 171000 = 4275 \text{ теңге.}$$

Басқару мен қызмет көрсетуге байланысты үстеме шығындар, сонымен қатар жабдықты пайдалану кезіндегі және кәсіпорын үдерістері мен айналымдарынан қосымша шығындар еңбек ақы қорынан 70% құрайды және де мына формуламен есептеледі:

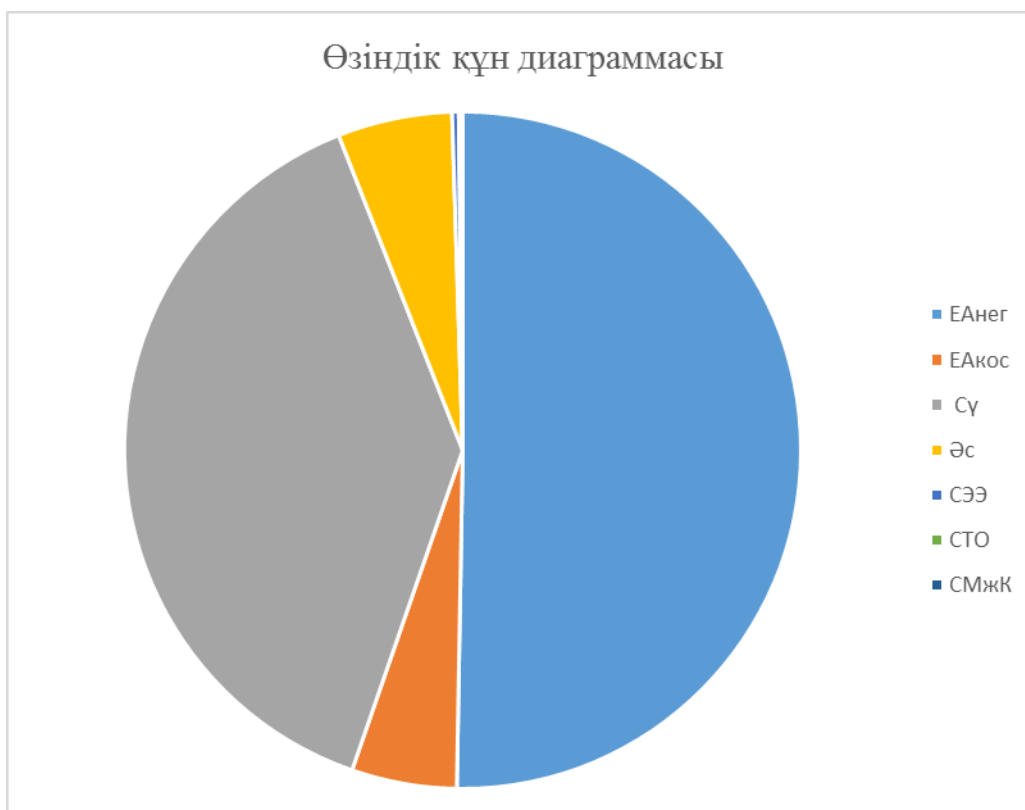
$$C_{\gamma} = 0,7 * \text{ЕАҚ}, \quad (3.19)$$

$$C_{\gamma} = 20290028,44 * 0,7 = 1420319,91 \text{ теңге.}$$

Бағдарламалық өнімнің өзіндік құнының есебінің жиынтық нәтижелерін кесте түрінде ұсынылуы керек, шығындарын атап, және оның ортақ құндағы мөлшерін пайызбен есептеп, бағдарламалық қамтамасыздандырудың өзіндік құнын құрайтын құраушыларының диаграммасын тұрғызу керек (Кесте 3.3).

Кесте 3.3 – Өзіндік құнның қорытынды кестесі

Шығын бабы атауы		Шамасы, Теңге	Әр бабтың үлесі, %
ЕАҚ	ЕАнег	1844571,309	50,27920791
	ЕАкос	184457,1309	5,027920791
Үстеме шығындар, C_{γ}		1420319,908	38,71499009
Әлеуметтік салық шығыны, ӘС		200873,8155	5,475405741
Пайдалану шығындары	$C_{ЭЭ}$	11594,098	0,316031189
	$C_{КК}$	4275	0,116527679
Материалдар және көмекші, $C_{МжК}$		2565	0,069916608
Барлығы:		3668656,261	100



Сурет 3.1 – Өзіндік құн диаграммасы

3.5 Интеллектуалдық еңбектің бағасы

Бағдарламалық өнімнің бағасын есептейік

$$B_{\text{бө}} = Ш_{\text{Барлығы}} + П + ҚҚС, \quad (3.20)$$

$$П = Ш_{\text{Барлығы}} * 0,15$$

$$П = 3668656,261 * 15\% = 550298,4391 \text{ тг}$$

$$P = Ш_{\text{Барлығы}} + П \quad (3.21)$$

мұндағы P – өнімнің реализация кезеңінің құны;

$П$ – таза пайда.

$$P = 3668656,261 + 550298,4391 = 4218954,7 \text{ тг}$$

Онда бағдарламалық өнімнің ҚҚС (қосылған құн салығы)

$$ҚҚС = (Ш_{\text{Барлығы}} + П) * 12\%, \quad (3.22)$$

$$ҚҚС = (3668656,261 + 550298,4391) * 12\% = 506274,564 \text{ тг}$$

Онда

$$B_{\text{бө}} = 3668656,261 + 550298,4391 + 506274,564 = 4725229,264 \text{ тг}$$

3.6 Қорытынды

Алынған тақырып бойынша дипломдық жобада барлық қойылған тапсырмалар мен мақсаттар іске асырылды. Техника-экономикалық негізделуі бойынша осы бағдарламаны құру үшін бастапқы ақшалай қаражаттандыру қажет. Алынған жобаның өзіндік құны 3668656,261 теңге, реализация құны - 4218954,7 , таза пайда 550298,4391. Шығындардың үлкен бөлігін ЕАҚ алып отыр.

4 Өмір тіршіліктің қауіпсіздігі

4.1 Бағдарламалаушының денсаулығына әсер ететін зиянды факторларды талдау

Бағдарламаны жобалағанда, оны ендіргенде, байқау жасағанда және қолдану кезінде адам қауіпсіздігі мәселесін шешу керек. Жобалау процесі компьютерде жұмыс істеуді білдіреді. Осыған байланысты орындаушыға бір компьютер және перифериялық құрылғылар жеткілікті. Ол дұрыс жарықтанған, температурасы адам ағзасына жағымды болатын бөлмеде жұмыс істеуі қажет. Жұмыс жасау кезінде пайдаланылатын электрлік құрылғылар бұзылмаған дұрыс күйде болуы жөн.

Бағдарламаны жобалау және жасау барысында адамның қауіпсіздігін қамтамасыз ету, ең алдымен, бағдарламалаушыға әсер етуші зиянды факторларды дұрыс бағалаған жөн.

Адам ағзасында жағымсыз өзгерулер бірнеше себептерден болуы мүмкін: өндіру ортасының әсер етуші факторлары, шамадан тыс эмоционалды немесе физикалық жұмыс мөлшері немесе айтылған факторлардың әр түрлі қосарлануы.

Дипломдық проекттің бұл бөлімінде электронды оптикалық элементтерді зерттеуге арналған бағдарламалық өнімді жобалау және жасау кезіндегі тіршілік қауіпсіздігінің сұрақтары қарастырылады. Сонымен қатар жоғарыда аталған өнімді бағдарламалау кезінде орындаушыға ықпал ететін зиянды факторлар талданады.

Негізгі жұмыс қалпын дұрыс таңдау еңбек өнімділігіне жағдай жасайды. Жұмыс қалпы қозғалыстар сипатына тәуелді, сондықтан ыңғайлы жұмыс қалпында жұмысшы ең жеңіл, өнімді, қауіпсіз жұмыс орындау үшін жұмыс орнын дұрыс жоспарлау және ұйымдастыру қажет. Егер жұмыс процесінде бұлшық еттің аз мөлшері әрекет етсе, онда отырған, ал бұлшық еттің үлкен тобы жұмыс істесе – тұрған қалып қолайлы [13].

Эргономикалық ізденістер адам мен машина жүйелерін зерттейді және әзірлейді. Адам мен машина жүйесі тиімді қызмет етуі және адам денсаулығына нұқсан келтірмейтіндей болу үшін, ең алдымен машина мен адам арасындағы үйлесімділігі қамтамасыздандырылуы тиіс [14].

Адам баласының антропометриялық, сенсомоторлық, энергетикалық, биомеханикалық және жүйке-физиологиялық үйлесімділігі ағзаның машинамен үйлесімділігімен анықталады.

Қауіпті және зиянды өндірістік факторлар пайда болу табиғатына байланысты химиялық, физикалық, биологиялық және психофизиологиялық топтарға бөлінеді.

Жұмыс жасау бөлмесінде адамға келесі физикалық факторлар зиянды әсер етуі мүмкін:

– ауаның шаңдануы және ластануы;

- ауаның жоғары және төмен температурасы;
- ауаның жоғары және төмен ылғалдылығы;
- жұмыс орнын жеткіліксіз жарықтандыру;
- иондаушы сәуле шығару деңгейінің өсуі;
- рұқсат берілетін шекті нормативтерінен асатын шу;
- электромагниттік өрістердің жоғары деңгейі;
- статикалық электрленудің жоғары деңгейі;
- электр тоғымен зақымдану қаупі;
- ұзақ уақыт бойы орындықта отыру;
- дисплей экранының бәсеңдеуі.

Бағдарламалаушыға бағдарламалық өнімді жасау кезінде үнемі әсер ететін химиялық қауіпті факторға компьютердің жұмыс жасауына байланысты ауаның ионизация процесіне ұшырау белсенді бөлшектер пайда болуын жатқызуға болады.

Биологиялық зиянды факторлар жұмыс жасау бөлмесінде жоқ деп санауға болады.

Бағдарламаны құрастырушыға оның жұмыс уақытында әсер ететін психологиялық зиянды факторларға келесілерді жатқызуға болады:

- жүйке-эмоционалдық жүктемелер;
- шамадан тыс көп ойланып жұмыс жасау;
- уақытында жұмысты орындай алмауы.

Әрі қарай берілген бағдарламалық өнімді жасау кезінде орындаушыға әсер етуші зиянды және қауіпті факторлар қарастырылады.

4.2 Бағдарламалаушының жұмыс орнының микроклиматы

Жұмыскерлік бөлмелердің микроклиматы – адамға әсерін тигізетін ауаның температурасы, ылғалдығы және жылдамдығымен анықталатын аталған бөлмелердің ішкі климаты. Жұмыс бөлмесі тапсырма етіп алынған жобаны іске асыру барысында негізгі даярлау жүргізілетін бөлме болып табылады, сонымен қатар жеңіл физикалық жұмыстар жүргізіледі, осыған орай келесі нұсқаулар орындалуы керек: ауаның оңтайлы температурасы – 22°C (жарамды – 20-24°C), оңтайлы салыстырмалы ылғалдығы – 40-60% (жарамды – 75%-дан астам емес), ауаның жылжу жылдамдығы 0,1м/с-тен аспау керек.

Сыртқы орта ауа райына бағынышсыз болатындай бөлме жағдайын жасау үшін суық кезде су жылуы пайдаланып, ал жылы кезде ауаның температурасын кондиционермен адамға жақсы болатындай суықтатуға болады. Кондиционер – ішкі құрылғыларының көмегімен белгіленген температураны және ауаның ылғалдығын бірқалыпты күйде ұстауға мүмкіндік беретін вентиляциялық аспап.

Бір уақытта бөлмеде жұмыс жасайтын адамадардың максималды санын ескергенде проектте жұмыс жасайтын адамдар мен бағдарламалаушы отыратын бөлме көлемі бойынша 19,5м³/адам басына кем болмауы тиіс. Жұмыс жасау бөлмесінде, яғни бірнеше компьютері бар бөлмеде таза ауаның

берілуі 4.2-кестеде берілген.

Кесте 4.1 – бөлменің микроклиматының параметрлері

Мезгіл	Микроклимат параметрі	Сандық мәні
Суық	Ауаның температурасы Салыстырмалы ылғалдылық Ауаның жылжу ылдамдығы	22-24 °С 40-60% 0,1 м/с-ке дейін
Жылы	Ауаның температурасы Салыстырмалы ылғалдылық Ауаның жылжу ылдамдығы	23-25 °С 40-60% 0,1-0,2 м/с

Кесте 4. 2 – Таза ауа берілуінің деңгейі

Бөлменің сипаттамасы	Уақыт бойынша әр адамға шаққанда ауаның берілетін көлемі, м ³ /бір адамға бір сағатта
20м ³ дейін адам басына	30-дан кем емес
20-40м ³ дейін адам басына	20-дан кем емес
40м ³ астам адам басына	Табиғи вентиляция

4.3 Жұмыс орнын жарықтандыру

Бағдарламалаушы маманның жұмысы ғимараттың ішіндегі бөлмелерде өткізіледі. Сондықтан көзге зақым келтірмеу үшін бөлме ішіндегі жарықтандыру оңтайлы көруге ыңғайлы болатындай күннің жарығына сәйкес келуі керек. Компьютерлер орнатылған бөлмеде жарықтандыруға келесідей талаптар қойылған: егер аса жоғары дәлдікті қажет ететін деңгейдегі көру жұмыстары орындалатын болса, онда 300 лк, ал егер аралас деңгейдегі жұмыстар болса – 750 лк. Орташа деңгейде болса, онда – 200 лк және аралас болса, онда – 300 лк. Жоғарыда айтылғандарды ескере отырып, монитор және жарық көздері бір бірімен белгілі бір бұрыш жасап орналасуы керек. Өйткені, егер бұрыш дұрыс емес болса, онда монитор экраны адамға көрсететін бейнесі дұрыс көрінбей, жұмыс істеуге бөгет жасайды. Осыған қоса, бағдарламалаушының көзінің көру өрісінде жарық әр нүктеде бірқалыпты таралуы тиіс. Оның себебі – жарықтандыруға гигиеналық талап. Егер жоғарыда айтылғандардан қорытынды шығаратын болсақ, бөлме жарықтануы мен монитор экранының жарықтығының шамалары жақын болуы шарт екенін айтуға тура келеді. Оның себебі – көздің көру аймағының бүйірінде өте жарқын жарықтандыру көздердің қарбаластығы ұлғаяды да, тез шаршауына алып келуі.

Есептеуіш машиналар орнатылған бөлмелер табиғи жарықтандырылумен

қатар, жасанды жарықтандырылуы керек. Ескерте кететін мәселе, жасанды жарықтандыруды қараңғы уақытта да, жарық уақытта да қолдану мүмкіндігі болу керек.

Табиғи жарықтандыру терезелер арқылы жетерліктей дәрежеде болуы қажет. Терезелер көпшілік жағдайларда солтүстік немесе солтүстік-шығыс бағыттарына қарай бөлмелерде орналасады да, жарықтану коэффициенті әрдайым суық аудандарда 1,2 пайыздан төмен болмайтындай және қалған аудандарда 1,5 пайыздан төмен болмайтындай жағдайды қамтамасыздандыру керек.

Ал жасанды жарықтандыру компьютердерді қолдану бөлмелерінде жалпы біркелкі жарықтандыратын жүйемен жүзеге асырылуы жөн. Жасанды жарықтандыру көзі ретінде люминесцентті шамдарды қолдануға болады. Оларды жұмыс үстеліне жарығын түсіретіндей орналастыру керек.

Егер бірнеше компьютерлер бір қатарда тұратын болса, бұл компьютерлердің орналасуында жалпы жарықтандыруды тұтас түзу бойынша немесе үзілмелі түзу бойынша орналастырылып, жұмыс орындарының бүйір жағында, қолданушының көру өрісіне параллель орналастыруға болады. Басқа жағдайда, егер компьютерлер тобы бөлме периметрі бойынша орналасса, онда шамдар жұмыс үстелінің үстінде, оның алдыңғы жағына, бағдарламалаушыға қарай жақынырақ орналасуы керек.

Егер шамдар дұрыс таңдалған болса, табиғи және жасанды жарықтандыруға байланысты жұмыс орындары дұрыс орналасса, онда осыны пайдаланып, жұмыс орындарының бетінде шағылған күңгірттенуді кемітуге болады. Келесілерді ескеру керек: экраннан шағылатын жарық жарқындығы 40 кд/шаршы метр аспау керек, шағылған жарықтандыру жүйесі өзгергенде ағын жарқындығы 200 кд/шаршы метр аспауға тиіс.

Монитор экранында жарық шағылуынан құтылу үшін антибликсерлі торлар деп аталатын шағылуға қарсы торларды қолдануға болады, немесе жарық көздерін көз қарасының бағытына параллель екі жақтан орналастыруға болады.

Монитор экраны да жарық көзі болғандықтан, егер оның жарқындығы тым жоғары қойылса, онда жұмысшының көздері тез шаршап кетеді, адамның көзі жарқындық жоғары болмаған жағдайда да шаршап кетуі мүмкін. Осыған байланысты, адам көзі көрсетілімнің жыпылықтау әсерінен де тез шаршау мүмкін екенін айту жөн. Ол кадрлық ашылымның төменгі жиілікте болуынан пайда болады. Сондықтан монитор экранында көрсетілім жыпылықтамау үшін CRT-мониторлардың кадрлық ашылымының жиілігі 75 Гц-тен, ал LCD-мониторлар үшін 60 Гц-тен кем болмауы керек.

4.4 Электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету шаралары

Кез келген өндірісте электр энергиясын кеңінен қолданылады. Осыған орай, электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету тапсырмасы алдыға қойылған, олар: техникалық шараларды ұйымдастыру жүйесін құруды, электрлік доғадан,

электр тоғынан, электромагниттік өрістен қорғануды қамтамасыз ететін құралдарды ұйымдастыру қажет[13].

Электр қондырғылардың қандай түрімен болмасын жұмыс істеген кезде ереже бұзылатын болса немесе ток жүретін қондырғының ашық жеріне тиіп кеткен жағдайда адамның өміріне, денсаулығына қауіп төнуі мүмкін.

Адамның ағзасына ток тиген кезде, есінен танып қалуы, демалу мүшелерінің жұмысының бұзылуы және жүйке жүйелері де бұзылуы әбден мүмкін. Бұдан басқа электр тогы адам денесінің ашық жерлерін күйдіруі мүмкін және күюдің ауырлық жағдайы токтың шамасына тікелей байланысты болады.

Адамды ток тартқан кезде, 30 секундта денесі 25% төтеп береді, ал 90 секундта — 70% күйіп қалады. Адам ағзасы үшін тұрақты ток та ауыспалы ток та аса қауіпті, бірақ ауыспалы токқа қарағанда тұрақты токтың қауіпсіздігі 3-5 рет аз[14]. Ток күші 0,05А болса, адамға қауіпті, ал 0,1 А — адам өмірін қияды. Ток өткізудің екі түрі бар[14]:

1) электрлік соғулар — олар адамның ішкі ағзасын жарақаттайды, жүйке жүйелерін, көкіректі жарақаттайды.

2) электрлік жарақаттар — олар адамның сыртқы терілерін жарақаттайды.

Электр қауіпсіздігінің техникалық ұйымдастыру шаралары 3-ке бөлінеді. Бұл тапсырмаларды орындайтын жұмысшылар электр қондырғыларын іске қосқанда өте білімді жауапты маман болуға тиісті[15].

1) оперативтік персонал — кезекші электротехникалық персонал — бүкіл қарамағындағы электр қондырғыларын қосып және соған жауап береді.

2) жөндегіш персонал — олар электр қондырғыларын жөндеу, реттеу, монтаждау сияқты жұмыстарға жауап береді.

3) оперативтік жөндеу персоналы — олар әрі жөндеу, реттеу, монтаждау мен қоса бүкіл, электр қондырғыларын іске қосып, әрі олардың дұрыс жұмыс істеуі үшін жауап береді.

Пайдалынылатын электр қондырғыларын еңбек қауіпсіздігі шараларымен қамтамасыз ету шаралары міндетті түрде жүргізілуге тиісті. Электр қондырғыларының еңбек қауіпсіздігі шаралары немесе электр тоғынан қорғану шаралары[15]:

1) ток өткізгіш бөліктерді қауіпсіз жерге орналастыру;

2) изоляцияны бақылау (ашық қалған жерлерді болдырмау);

3) қорғаныстық жерге қосқыш;

4) қорғаныстық нөлдік сым;

5) автоматтық ажыратқыш.

4.5 Электромагниттік сәулелену мен электрлік өрістің әсері.

Статикалық электрлену

Монитор жарық пен жылу көзі бола отырып, электромагниттік сәулеленудің өте күшті көзі болып табылады. Әсіресе, оның бүйір жақтары және артқы жағына көп сәулелену келеді. Өйткені, оларда экранның алдыңғы,

беткі жақта сияқты арнайы қорғаушы қабаты жоқ. Электромагниттік сәулелену адамға әсер еткенде, ол адамның жүйкелік және иммундық жүйелеріне қатты әсерін тигізеді. Электромагниттік сәулеленудің иммундық жүйеге әсері келесі түрде сипатталады: иммундық жүйе қанға ағзада қорғаушы рөлін атқарушы ферменттерінің берілуін азайтады; осы себептен ағзаның жасушалық иммунитеті нашарлайды. Эндокриндік жүйе қанға адреналин ферментіін көптеп жібере бастайды. Ал адреналин мөлшерінің өсуі жүрекке кері әсерін тигізеді. Осыдан кейін, қанның қоюлану құбылысы байқалады. Ал бұл жағдай жасышаларда оттектің тапшы болуына әкеп соғады.

Жоғарыда келтірілген ағзаның жағдайының нашарлауынан қорғаныш ретінде, келесі кеңестерді беруге болады:

- таза ауада серуендеу;
- бөлменің терезелерін жиі ашып, ауаны тазарту;
- мүмкіндігінше спортпен шұғылдану;
- жұмыс ережесіне сүйену;
- техниканың қауіпсіз болуына көз жеткізу.

Зиянды әсерді алдын алу шараларын жүргізбесе компьютермен жиі жұмыс жасаудың салдары әр түрлі аурулырға әкелуі мүмкін: қолданушылардың көпшілігінде көру мүшелерінің нашарлауы немесе әлсіреуі, қан айналымының жүйесінің бұзылуы, тері аурулары, асқазан аурулары және т.б. болуы мүмкін.

Компьютер шығаратын электромагниттік сәулеленуден қорғану шаралары келесі пункттарда сипатталған:

1) әрине, ақшалай мүмкіндігіңізге қарай, бірақ мүмкіндігінше сұйық-кристалды мониорды сатып алуға тырысыңыз. Өйткені, мониорладың екінші типіне қарағанда оның шығаратын сәулелену мөлшері аз;

2) Жүйелік блок және мониор бағдарламалаушыдан мүмкін болатын максималды қашықтықта орналасуы керек. Өйткені, жүйелік блоктың да сәулелену қасиеті бар екенін ескерген дұрыс болады;

3) Компьютерді міндетті түрде қолданып болған соң, өшіру керек. Оны қосылған күйде қалдырып кетуге болмайды. Қосылған күйде қалдыру компьютердің тез ескіруіне алып келеді. Оған қоса, адам денсаулығы да одан зардап шегуі мүмкін. Мониордың «ұйықтау режимін» қолдану да бағдарламалаушы үшін пайдалы. Бұл шара бағдарламалаушының электромагниттік сәулеленуге ұшырауын шектейді;

4) Мониордың қабырғаларынан шығарылатын сәулелену мөлшері көбірек болғандықтан мониорды бөлме бұрышында қоюға тырысыңыз. Мұндай орналасуда сәулелену бөлме қабырғаларымен сіңіріледі. Офистерде мониордарды орналастыруға көп көңіл бөлу өте маңызды;

5) Компьютермен жұмыс уақытын кемітуге тырысуға ұмтылыңыз. Жұмыс барысында жұмысыңызды қысқаша тоқтатып, демалыңыз;

6) Компьютер міндетті түрде жерге тұйықталуы керек. Егер қорғаушы экран сатып алынған болса, оны іске қосатын болсаңыз, оны да жерге тұйықтау

керек. Онда осыған арналған сым бар, оны жүйелік блокқа қоспаңыз.

4.6 Шу мен вибрация

Дыбыстардың жиыны шу болып табылады. Дыбыс жиілігі, интенсивтілігі және ұзақтығы арқылы сипатталады. Автокөліктердің тым көп болуы, шудың адам өмірінде әрдайым қасында болуына алып келді.

Офис бөлмелерінде баспа құрылғылары, копия жасаушы құрылғылар, ауаны суықтатуға арналған кондиционерлер, ауаны салқындатуға арналған құрылғылар, компьютерлер ішіндегі трансформаторлардан шығатын дыбыстар, әрине, адамды өлтірмейді, бірақ сонда да бағдарламалаушының жұмыс ортасындағы әдеттегі шаршатушысы болады.

Шудың жоғары интенсивтілігі (80 децибелден астам) есту мүшелерінің зақымдануына, әр түрлі ауруларына әкелуі әбден мүмкін және адамның жүйке жүйесіне кері әсерін тигізу мүмкіндігі сөзсіз. Шу адамды мазалай берсе, онда адам жүйкесі тозып, ал одан кейін адам қатты шаршап, жұмыста көптеген қателіктерді жіберуі мүмкін, ал бұл жағдай есептеулердің дұрыс жүргізілмеуіне алып келеді.

Шудың мөлшерін азайту мақсатында компьютерлер орнатылған бөлме қабырғаларын және төбесін шудан оқшауландыру керек. Қабырғалар дыбыстарды сіңіретін қасиеті бар құрылғылардан жасалған дыбыстарды сіңіруші материалдармен қапталуы мүмкін. Нормаланған шу деңгейінен асып кететін шу шығаратын құрылғылар бөлмеден тыс орналастырылуы керек.

Жеке қорғану құрадарына шуға қарсы тұратын құлаққаптар, шлемдер және каскалар, арнайы костюмдерді жатқызуға болады.

Вибрация – қандай да бір күш әсерінен пайда болатын нүкте немесе механикалық жүйенің тербелісі. Вибрация адам ағзасында физиологиялық немесе психикалық функцияларына әсер ететін ауруларды қоздыруы мүмкін. Вибрация деңгейін компьютерлер орналастырылған бөлмелерде дыбысты оқшаулайтын аспаптар арқылы азайтуға болады.

Бөлмеде құрылғыларды және жиһаздарды дұрыс орналастыру, жұмыс орындарын дұрыс ұйымдастыру өте маңызды факторлар болып табылады, олар шу мен вибрацияны азайтуға көмектеседі.

4.7 Бағдарламалаушының денсаулығына әсер етуші басқа зиянды факторлар

Бағдарламалаушы жұмысын бір орында, орындықта отырумен және ешқайда қозғалмаумен суреттеуге болады. Қозғалудың аздығы артық салмаққа, қан айналымының және жүрек ауруларына, қан қысымының артуына, атеросклероз, бұлшық еттер ұйып қалуы, бұлшық еттерде спазмдар және т.б. аурулар мен шалдығуларға әкелуі мүмкін. Аз қозғалу тірек-қозғалыс аппаратының остеохондроз, радикулит, артрит сияқты ауруларына алып келеді.

4.8 Жұмыс бөлмесінің сипаттамасы

Берілген дипломдық жобада аэропорттан және теміржол вокзалына

жақын жұмыс бөлмелері қарастырылып жатқан жоқ, сондықтан сыртқы шу көздері жоқ деп есептейміз. Төменде қарастырылып жатқан бөлмеміз сипаттамалары келтірілген:

- 1) бес қабатты ғимараттың үшінші қабатында орналасқан;
- 2) бөлменің сандық сипаттамалары: ұзындығы 6 метр, ені 3 метр, биіктігі 3 метр;
- 3) бөлмедегі терезелер – екі қабатты (бір терезенің өлшемдері 2400x2000 мм);
- 4) жасанды жарықтандыру – шамдар: екеу, әр қайсысында екі лампадан, олар люминесцентті, олардың бір лампаға бірігу мүмкіндігі бар;
- 5) Қабырғалар ішкі бояуы –қараңғы түс емес;
- 6) Samsung маркасының бір кондиционеры орнатылған.

4.8 Қолданылған жабдықтар

Дипломдық жобаны даярлау барысында бір ноутбук қолданылды. Техникалық сипаттамалары:

- 1) процессор Intel Core i7, 2,4 GHz, 2 MB RAM / HDD 240 Gb;
- 2) монитор Samsung 943n, диагональ 19”;
- 3) өлшемдер: 1200x750x1150 (компьютер + жұмыс үстелі);
- 4) электрокуаттандыру: кернеуі 220-250 В, жиілігі 50 Гц және қуаты 400 Вт.
- 5) Жарықтандыру құрылғылары:
 - 1) Люминесцентті лампалар, 2 шамда 2 лампадан;
 - 2) Электрокуаттандыру: кернеуі 220-250 В, жиілігі 50, әрбір шамның қуаты 65 Вт.

4.9 Есептеу бөлімі

4.9.1 Компьютер шығаратын электромагниттік сәулеленуді есептеу

Монитордың электромагниттік өрісін есептеуге қажетті мәндер:

- $C = 3 \cdot 10^8$ м/с – толқынның таралу жылдамдығы;
- $L = 0,28$ мм = $2,8 \cdot 10^{-4}$ – диполь ұзындығы;
- $I = 0,15$ А – ток амплитудасы;
- $E_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ – электрлік тұрақты;
- $f = 100$ Гц – монитордың кадрлық ашылымының жиілігі;
- $t = 30$ мин = 1800 с – монитормен үзіліссіз жұмыс істеу уақыты;
- $r = 0,5$ м – монитор центрінен бақылау нүктесіне дейінгі аралық;
- $\nu = 10$ град = 0,175 рад – экран центіне жүргізілген нормаль мен бақылау нүктесіне бағыттау арасындағы бұрыш;
- $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 628,319$ рад/с – Кадрлық ашылым жүйесімен түзілетін электромагниттік өрістің жиілігі.

Есептеу:

Монитор кадрлық ашылым жүйесінің толқынының ұзындығын есептейік. Ол төмендегі формуламен анықталады.

$$\lambda = c / f = 3 * 10^8 / 100 = 3 * 10^6 \text{ м}$$

Монитор центрінен бақылау нүктесіне дейінгі қашықтық жоғарыда келтірілген формуладан алынған толқын ұзындығынан анағұрлым кем болуына байланысты электромагниттік өрістің кернеулігі келесі формулалармен анықталады:

$$E_r = (I_0 * L * \cos(\nu) * \sin(\omega * t)) / 2 * \pi * \omega * \epsilon_0 * r^3, \text{ В/м}, \quad (4.1)$$

$$E_\nu = I_0 * L * \sin(\nu) * \sin(\omega * t) / 4 * \pi * \omega * \epsilon_0 * r^3, \text{ В/м}, \quad (4.2)$$

$$H_\alpha = I_0 * L * \sin(\nu) * \cos(\omega * t) / 4 * \pi * r^2, \text{ А / м}, \quad (4.3)$$

$$E = \sqrt{(E_r^2 + E_\nu^2)}, \text{ В/м}, \quad (4.4)$$

мұндағы E , H – бақылау нүктесіндегі магнитік және электрлік өріс кернеуліктері. (4.1) және (4.4) формулаларына сандық мәндерді қойып, монитордың бір пикселінен пайда болатын өріс кернеулігінің сандық мәнін табамыз.

$$E_r = (0,15 \text{ А} * 0,00028 \text{ м} * \cos(0,175 \text{ рад}) * \sin(628,319 \text{ (рад/с)} * 1800 \text{ с})) / (2 * \pi * 628,319 * 8,85 * 10^{-12} * 0,5^3) = 3,86 * 10^{-7} \text{ В/м},$$

$$E_\nu = (0,15 \text{ А} * 0,00028 \text{ м} * \sin(0,175 \text{ рад}) * \sin(628,319 \text{ (рад/с)} * 1800 \text{ с})) / (4 * \pi * 628,319 * 8,85 * 10^{-12} * 0,5^3) = 3,40 * 10^{-8} \text{ В/м},$$

$$H_\alpha = 0,15 \text{ А} * 0,00028 \text{ м} * \sin(0,175 \text{ рад}) * \cos(628,319 \text{ (рад/с)} * 1800 \text{ с}) / 4 * \pi * 0,5^2 = 2,07 * 10^{-6} \text{ А / м},$$

$$E = \sqrt{((3,86 * 10^{-7})^2 + (3,40 * 10^{-8})^2)} = 2,07 * 10^{-6} \text{ В/м}.$$

Есептеулер оңайырақ болу үшін монитордың әрбір пикселінің әсерінен пайда болатын кернеуліктері шамалас деп қарастырамыз. Экран өлшемі: 1200 x 800 пиксель. Сондықтан, $N = 9,6 * 10^5$ нүкте бар деп қарастырамыз. Ол келесі (4.5) және (4.6) формулаларымен анықталады.

$$E_\Sigma = 10 \lg(N * 10^{E * N}), \text{ В/м}, \quad (4.5)$$

$$H_\Sigma = 10 \lg(N * 10^{H * N}), \text{ А/м} \quad (4.6)$$

Сандық мәндерді (4.5) және (4.6) формулаларына қойғаннан кейін келесі мәндер алынады:

$$E_{\Sigma} = 6,645 \text{ В/м},$$

$$H_{\Sigma} = 0,652 \text{ А/м}$$

Жоғарыда келтірілген есептеудер проектті жасау барысында қолданылған мониторлар нормаға сәйкес келеді.

Дисплейді адамның көз деігейінен кішкене жоғарырақ орналастырса, зиянды факторлардың әсерін азайтуға болады. Егер адам төменнен жоғарыға қарайтын болса, көз жанындағы бұлшық еттердің жұмысын жеңілдетуге болады. Олар адам жоғарыдан төменге немесе алдыға қарағанда бұлшық еттері қауырттанады.

4.9.2 Өрт қауіпсіздігін есептеу

ҚР Құрылыстық нормалар мен ережелер 3.02-04-2009 «Административтік және тұрмыстық ғимараттар» құжатындағы «Өрт қауіпсіздігінің талаптары» бөліміне сәйкес В категориясына қарастылып жатқан жұмыс бөлмесі жатады. Өйткені, бөлмеде жиһаз, қағаз, еденнің жамылғысы, перделер, шаң сияқты бар заттар ауаның оттегісімен әрекеттескенде жанады.

Кез келген жану процесі келесі химиялық реакциямен сипатталады:



Жанатын заттар мөлшері $G_{ГВ} = 130$ кг, ал реакция жылулық эффектісінің шамасы $Q_{\text{көміртек.жылуы}} = 34,07$ МДж/кг құрайды.

$$Q = Q_{\text{көміртек.жылуы}} * G_{ГВ}, \quad (4.8)$$

Сандық мәндерді орындарына қойып есептейміз:

$$Q = 130 * 34,07 = 4511 \text{ МДж}$$

Q өрттік қауырттылық 4511 МДж құрайды.

Салыстырмалы өрттік қауырттылық санитарлық нормалар бойынша келесі формуламен анықталады:

$$q = Q / S, \quad (4.9)$$

мұндағы $S = 12\text{м}^2$ – бөлме ауданы;

$$q = 4511 / 12 = 375$$

Салыстырмалы өрттік қауырттылық q құрайды: 375 МДж/м^2 .
Келесі шарт тексерілуге тиісті:

$$Q < 0,64qЧн \quad (4.10)$$

Бұл шарт орындалмайды. Сондықтан қарастырылған бөлме В2 категориясына жатады. ОУ-2 өртсөндіруші құралыпайдаланылады. Оның дұрыс күйде екені тексеріліп тұруы керек.

4.10 Қорытынды

Дипломдық жұмыстың бұл бөлімінде тіршілік қауіпсіздіктің әр түрлі мәселелері қарастырылды. Әсіресе, монитордың шығаратын сәулеленуден төнетін қауіпті талдауға көп көңіл бөлінді. Жасалынған есептеулерден шығатын қорытынды: бөлмеде жұмыс істеу қауіпті емес.

Қорытынды

Бұл дипломдық жұмыста электронды-оптикалық элементтердің фокустайтын қасиеттерін зерттеуге арналған бағдарлама құрылды. Жасалынған жұмыс жоғары дисперсиялы электростатикалық айналардың кеңістіктік-ұшу-уақыттық фокустауының қасиеттерін зерттеудің ары қарай дамуы бар екенін көрсетті.

Сандық есептеулер арқылы электродтары бір өс бойында орналасқан диаметрлері бірдей цилиндрлерден тұратын екі электродты электростатикалық айнаның кардиналдық элементтері және траектория түрлері анықталған. Есептеулер нәтижесінен электростатикалық электрондық айнаның ұшу-уақыттық дисперсиясы мен тасымалдау мүмкіншілігі мәндерінің айнаның жұмыс режиміне тәуелділігін көруге болады: фокустаудың бірінші режимімен салыстырғанда екінші режимде айнаның ұшу-уақыттық дисперсиясы мен тасымалдау мүмкіншілігі анағұрлым (он еседей) жоғары.

Қорыта айтқанда, есептеулер нәтижесі - ұшу-уақыттық масс-спектрометрлердің негізгі көрсеткіштерін (ажырату қабілеті мен сезімталдығын) жақсарту үшін осы бағыттағы жұмыстарды ары қарай жалғастыру керектігінің дәлелі. Ал құрылған программалық кешен бұл істі орындауға мүмкіндік береді.

Қарастырылған тақырып бойынша, формулалар ескеріліп, есептеулер жүргізілді. Бағдарлама құрылды. Бағдарламаның интерфейсі қолданушыға өте түсінікті болып келеді. Бағдарлама көмегімен анықтамалық ақпараттар алуға мүмкіндік ұйымдастырылған.

Жасалған жұмыстың экономикалық құраушысы есептелді. Жұмысты жасау кезіндегі қауіптер қарастырылды.

Пайдаланылган әдебиеттер тізімі

1. Мамырин Б.А., Каратаев В.И., Шмикк Д.В., Загулин В.А. ЖЭТФ. - 1973. - Т. 64. - С. 82–89.
2. Якушев Е.М., Назаренко Л.М., Бимурзаев С.Б., Алдияров Н.У. Научное приборостроение. – 2014. - том 24. - №. 1. - С. 76–81.
3. Wollnik H., Casares A. Int. J. Mass Spectrometry. - 2003. - V. 227. - P. 217–222.
4. Toyoda M., Okumura D., Ishihara M., Katakuse I. J. Mass Spectrometry. - 2003. - V. 38. - P. 1125–1142.
5. Yavor M., Verentchikov A., Hasin J., Kozlov B., Gavrik M., Trufanov A. Physics Procedia 1. - 2008. - P. 391–400.
6. Бимурзаев С.Б., Дауменов Т., Секунова Л.М., Якушев Е.М. ЖТФ. - 1983. - Т. 53. - С. 524–528.
7. Бимурзаев С.Б., Бимурзаева Р.С., Саркеев Б.Т. РЭ. - 1991. - Т. 36. - С. 2186–2195.
8. Бимурзаев С.Б. Методы расчета электронных линз: Учебное пособие. – Алматы, 2001. – 52 с.
9. Безопасность жизнедеятельности. Белов С.В., Ильницкая А.В., Козьяков А.Ф. – 2007.
10. Кельман В.М. и Явор С.Я. Электронная оптика. – Л.: Наука, 1968.
11. Баранова Л.А. и Явор С.Я. Электростатические электронные линзы. – М.: Наука, 1986.
12. З.Д. Еркешева, Г.Ш. Боканова. Методические указания к выполнению экономической части дипломных работ для студентов специальности 5В070400 – Вычислительная техника и программное обеспечение. – Алматы: АУЭС, 2013. – 40 с.
13. В.М. Пономарева, В.И. Жукова, Безопасность жизнедеятельности. - 2014. -608 с
14. Валерьевна О.Б., Охрана труда и техника безопасности. Обеспечение прав работника. - 2004. - 432 с.

А қосымшасы

```
unit Unit3;
interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls,
Forms,
  Dialogs, jpeg, ExtCtrls, StdCtrls, unit2, unit4, unit5, unit6;

type
  TForm3 = class(TForm)
    Image1: TImage;
    Button1: TButton;
    Button2: TButton;
    Button3: TButton;
    Button4: TButton;
    procedure Button2Click(Sender: TObject);
    procedure Button3Click(Sender: TObject);
    procedure Button4Click(Sender: TObject);
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;

var
  Form3: TForm3;

implementation

{$R *.dfm}

procedure TForm3.Button1Click(Sender: TObject);
begin
  Form3.Close;
end;

procedure TForm3.Button2Click(Sender: TObject);
begin
  Form4.Show;
```

```
end;
procedure TForm3.Button3Click(Sender: TObject);
begin
Form6.Show;
end;

procedure TForm3.Button4Click(Sender: TObject);
begin
Form5.Show;
//Form3.Close;
end;

end.
unit Unit4;
interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls,
Forms,
  Dialogs, StdCtrls, Math;

type
  TForm4 = class(TForm)
    Button1: TButton;
    Memo1: TMemo;
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;

var
  Form4: TForm4;

implementation

{$R *.dfm}
```

```
procedure TForm4.Button1Click(Sender: TObject);
begin
  Form4.Close;
end;
end.
unit Unit5;

interface

uses
  Windows, SysUtils, Classes, Graphics, Forms, Controls, Menus,
  StdCtrls, Dialogs, Buttons, Messages, ExtCtrls, ComCtrls, StdActns,
  ActnList, ToolWin, ImgList, Grids, Math, jpeg;

type
  TForm5 = class(TForm)
    Button1: TButton;
    Label1: TLabel;
    Label2: TLabel;
    Label3: TLabel;
    Label4: TLabel;
    Edit1: TEdit;
    Edit2: TEdit;
    Edit3: TEdit;
    Edit4: TEdit;
    Label5: TLabel;
    Button2: TButton;
    StringGrid1: TStringGrid;
    Label6: TLabel;
    StringGrid2: TStringGrid;

    procedure Button2Click(Sender: TObject);
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;
  type
    array1=array[0..4] of double;
    array2=array[0..4,0..4] of double;
```

```
array3=array[0..1001] of double;
var
  Form5: TForm5;
vm,fm,fmh,p,r,q,s,zm,sum,lm:array1;
ujz,um:array2;
pmas,qmas:array3;
h,h2,h3,h24,v1,v2,v3,v4,v21,z,zu,zuh, eps,
zc,zb,rad,fok,zf,lolo,lo,lmin,lmax,dl,ll,
zmin,zmax,zh,sf,pb,fb,qb,gb,wrons1,kappa,
mult, multh,pj,qj,y1,y2,
fo,fo1,fo2,fo3,fo4: double;
f1,f2,a1,a2: double;

cntu,cntu1,cntu2,
count,counter,i,j,l,jmax,ss : integer;
jz,jp1:double;// TOF integrals
zt0,zt1,ldr:double;// TOF parameters
funcx,zct,zbt:double;//для поиска режима фокусироки
fil,fil2, fil3: Text;
```

implementation

```
{ $R *.dfm }
procedure pvsth(var fom:array1;zz:double);
var ez,ez1,sh,ch,th,th1,th2,th3,th4:double;
  const a = 2.636;
  begin
    ez:=exp(a*zz);
    ez1:=1/ez;
    sh:=0.5*(ez-ez1);
    ch:=0.5*(ez+ez1);
    th:=sh/ch;
    th1:=a*(1-sqr(th));
    th2:=-2*a*th*th1;
    th3:=-2*a*(sqr(th1)+th*th2);
    th4:=-2*a*(3*th1*th2+th*th3);
    if count = 0 then
      begin
        v2:=(th-1)/(th+1);
      end;
```



```
v21:=0.5*(v2-v1);
  fom[0]:=0.5 *(v2+v1)+v21*th;
  fom[1]:=v21*th1;
  fom[2]:=v21*th2;
  fom[3]:=v21*th3;
  fom[4]:=v21*th4;
end;
procedure start(var dm,em:array1; kn:integer; zz:double);
begin
  count :=0;
  pvsth(fm,zz);
  fo := fm[0]; fo1 := fm[1]; fo2 := fm[2]; fo3 := fm[3]; fo4 := fm[4];
  kappa := -fo2/2/fo1;
  dm[0]:=1.0;
  em[0]:=-0.5*(fo2)/fo1;
  dm[1]:=em[0];
  em[1]:=-0.5*kn/(2+kn)*(3*fo2*em[0]+fo3)/fo1;
  Inc(count);
  // инициализация интегралов времени
  jz :=0;
  jp1 := 0;
end;
procedure rung (var dm,em:array1; kn:integer);
var pk1,pk2,pk3,pk4,dm2,dm3,dm4,em2,em3,em4:real;
begin
  pk1:=em[1];
  dm2:=dm[0]+h2*em[0];
  em2:=em[0]+h2*pk1;
  pk2:=-0.25*kn/fmh[0]*(2*fmh[1]*em2+(fmh[2])*dm2);
  dm3:=dm[0]+h2*em2;
  em3:=em[0]+h2*pk2;
  pk3:=-0.25*kn/fmh[0]*(2*fmh[1]*em3+(fmh[2])*dm3);
  dm4:=dm[0]+h*em3;
  em4:=em[0]+h*pk3;
  pk4:=-0.25*kn/fm[0]*(2*fm[1]*em4+(fm[2])*dm4);
  dm[0]:=dm[0]+(em[0]+0.5*(pk1+pk2+pk3)*h3)*h;
  em[0]:=em[0]+0.5*(pk1+2*(pk2+pk3)+pk4)*h3;
  em[1]:=-0.25*kn/fm[0]*(2*fm[1]*em[0]+(fm[2])*dm[0]);
  dm[5-j]:=em[0];
  em[5-j]:=em[1]; end;
procedure adams(var dm,em:array1; kn:integer);
```

```
begin
  dm[0]:=dm[0]+h24*(55*dm[1]-59*dm[2]+37*dm[3]-9*dm[4]);
  em[0]:=em[0]+h24*(55*em[1]-59*em[2]+37*em[3]-9*em[4]);
  dm[4]:=dm[3]; dm[3]:=dm[2]; dm[2]:=dm[1]; dm[1]:=em[0];
  em[4]:=em[3]; em[3]:=em[2]; em[2]:=em[1];
  em[1]:=-0.25*kn/fm[0]*(2*fm[1]*em[0]+(fm[2])*dm[0]);
end;
procedure cardElements;
begin
  zc:=z-pb/fb;  zb:=z-qb/gb;  rad:=zb-zc;
  fok:=0.5*rad; zf:=0.5*(zb+zc);
end;

procedure TofJnts;
var p1,f1,fz:double;
begin
  p1:=(fm[1]-fo1)/fm[0];  f1:=p1+sf*fo1;
  jp1:=jp1+ss*(f1*fo1-fo2/fo1*fm[1])/sf;

  fz:=(z-zu)/fm[0]*fm[1];
  jz:=jz+ss*(fz*fo1-fm[1])/sf;
end;

procedure TofParameters;
begin
  jz:=(2+h3*jz)/fo1;
  jp1:=(2*fo2/fo1+h3*jp1)/fo1;

  zt0:=zu-0.5*jz;
  zt1:=zu+2/fo1*(1+0.5*jp1);
  ldr := zt0-zt1;
end;

procedure hord(var func,arg:double; var count,c1,c2:integer);
//var f1,f2,a1,a2:double;
begin
  if func > 0 then
    begin
      f1:=func;  a1:=arg;  Inc(c1);
    end else
    begin
```

```
f2:=func; a2:=arg; Inc(c2);      end;
  if (c1<>0) and (c2<>0) then
    begin
      arg:=(f2*a1-f1*a2)/(f2-f1);
      Inc(count);
    end;
  end;

procedure traektory(y0,y01:double);
  var a,b:double;
begin
  a:= 2/fo1*(y0*gb-y01*qb);
  b:=-2/fo1*(y0*fb-y01*pb);
  y1:=(a*pj+b*qj);
  y2:=(a*pj-b*qj);
end;

procedure TForm5.Button1Click(Sender: TObject);
  label m1,m2,m3;
begin
  assignFile      (fil,'C:\Users\User\Documents\Borland      Studio
Projects\222\12.txt');
  rewrite (fil);
  assignFile      (fil2,'C:\Users\User\Documents\Borland      Studio
Projects\222\13.txt');
  rewrite (fil2);
  //assignFile    (fil3,'C:\Users\User\Documents\Borland      Studio
Projects\222\fil.txt');
  // rewrite (fil3);
  if((length(edit1.text)=0) or (length(edit2.text)=0) or (length(edit3.text)=0) or
(length(edit4.text)=0)) then begin
    ShowMessage('Деректерді енгізу керек!!!');

  end
  else begin
  // rewrite (fil);
  // rewrite (fil2);
  v1:=strtofloat(form5.Edit1.Text);
  zmin:=strtofloat(form5.Edit2.Text);
  zmax:=strtofloat(form5.Edit3.Text);
  h:=strtofloat(form5.Edit4.Text);
```

А қосымшасының жалғасы

```
v1 := 1; // потенциал первого электрода
h := - 0.02; // шаг интегрирования уравнения траектории
h2 := 0.5*h; h3 := h/3; h24 := h/24;
lo := 3;
eps := 0.00001;

// начальные значения для цикла по точкам поворота
zmin := 0.7; zmax := -0.01; zuh := - 0.002;
zu := zmin; counter := 0;
cntu := 0; cntu1 := 0; cntu2 := 0;
while(zu > zmax) do
begin
m2: start(p,r,1,zu);    start(q,s,3,zu);
    pmas[0]:=p[0];
    qmas[0]:=0;

// writeln(fil3,zu:11,' ',v2:11);
//goto m1;
// расчет частных решений уравнения траекторий
jmax := round((-lo-zu)/h+h2)+1;
ss := 4;
for j:=1 to jmax do
begin
z:=zu+j*h;
pvsth(fm,z);
sf:=sqrt(fm[0]);
if j <= 4 then
begin
zh:=z-h2;
pvsth(fmh,zh);
rung(p,r,1);  rung(q,s,3);
end else
begin
adams(p,r,1);  adams(q,s,3);
end;
pmas[j]:=p[0];
qmas[j]:=q[0]*sf;
TofJnts;
```

А қосымшасының жалғасы

```
    if j=jmax then    begin
        pb:=p[0];    fb:=r[0];
        qb:=q[0]*sf; gb:=s[0]*sf;
    end;
    ss := 6-ss;
end;
TofParameters;
cardElements;
wrons1:=sf*(pb*gb-qb*fb);
// режим фокусировки
zct := zt1 - zc;
zbt := zb - zt1 ;
funcx := zct;
if (abs(funcx) < eps) or (cntu > 20) then
begin
if (counter =0) then
begin

writeln(fil,":3,'zu',"':10,'v2',"':10,'zb',"':10,'zc',"':10,'fo1',"':9,'1/fok',"':8,'kappa',"':10,'wro
ns1');

writeln(fil,":3,'ut',"':10,'zt0',"':9,'zt1',"':9,'ldr',"':9,'fb',"':10,'gb',"':10,'rad',"':10,'wrons1');
    end;
BEGIN
    mult:=0.2; multh:=-0.1;
    for i:=0 to 4 do
    begin
        for j:=0 to jmax do
        begin
            z:=zu+j*h;
            pj:=pmas[j];
            qj:=qmas[j];
            traektory(1.0,0.0);
            writeln(fil2,z:11,' ',y1*mult:11,' ',y2*mult:11);
            stringgrid1.rows[j][1]:=FloatToStr(z);
            stringgrid1.rows[j][2]:=FloatToStr(y1*mult);
            stringgrid1.rows[j][3]:=FloatToStr(y2*mult);
        end;    mult:=mult+multh;
    //end;
END;
end;
```

```
writeln(fil,":1, zu: 11,":2,v2 : 11,' ',zb : 11,' ',zc : 11,' ',fo1 : 11,' ',1/fok : 11,'
',kappa : 11,' ',wrons1:11);
```

```
writeln(fil,":1,funcx: 11,":2,zt0 : 11,' ',zt1 : 11,' ',ldr : 11,' ',fb : 11,' ',gb : 11,'
',rad : 11,' ',wrons1:11);
```

```
    stringgrid2.cells[0,1]:='zu';    stringgrid2.cells[1,1]:=floattoStr(zu);
stringgrid2.cells[0,2]:='v2';    stringgrid2.cells[1,2]:=floattoStr(v2);
stringgrid2.cells[0,3]:='zb';    stringgrid2.cells[1,3]:=floattoStr(zb);
stringgrid2.cells[0,4]:='zc';    stringgrid2.cells[1,4]:=floattoStr(zc);
stringgrid2.cells[0,5]:='fo1';    stringgrid2.cells[1,5]:=floattoStr(fo1);
stringgrid2.cells[0,6]:='1/fok ';    stringgrid2.cells[1,6]:=floattoStr(1/fok);
stringgrid2.cells[0,7]:='kappa';    stringgrid2.cells[1,7]:=floattoStr(kappa);
stringgrid2.cells[0,8]:='wrons1';    stringgrid2.cells[1,8]:=floattoStr(wrons1);
stringgrid2.cells[0,9]:='ut';    stringgrid2.cells[1,9]:=floattoStr(funcx);
stringgrid2.cells[0,10]:='zt0';    stringgrid2.cells[1,10]:=floattoStr(zt0);
stringgrid2.cells[0,11]:='zt1';    stringgrid2.cells[1,11]:=floattoStr(zt1);
stringgrid2.cells[0,12]:='ldr';    stringgrid2.cells[1,12]:=floattoStr(ldr);
stringgrid2.cells[0,13]:='fb';    stringgrid2.cells[1,13]:=floattoStr(fb);
stringgrid2.cells[0,14]:='gb';    stringgrid2.cells[1,14]:=floattoStr(gb);
stringgrid2.cells[0,15]:='rad';    stringgrid2.cells[1,15]:=floattoStr(rad);
stringgrid2.cells[0,16]:='wrons1';
stringgrid2.cells[1,16]:=floattoStr(wrons1);
```

```
    Inc(counter); goto m1;
end;
    hord( funcx,zu,cntu,cntu1,cntu2);
    if (cntu1<>0) and (cntu2<>0) then goto m2;
    m3: zu := zu + zuh;
end;
    m1 : writeln(fil2,'END');
    //readLn(fil2);
    ///
```

```
end;
    closeFile(fil); closeFile(fil2);
end;
```

```
procedure TForm5.Button2Click(Sender: TObject);
```

```
begin
Form5.Close;
end;
```

```
end.  
unit Unit6;  
  
interface  
  
uses  
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls,  
Forms,  
  Dialogs, jpeg, ExtCtrls, StdCtrls,ShellApi;  
  
type  
  TForm6 = class(TForm)  
    Button1: TButton;  
    Button2: TButton;  
    Button3: TButton;  
    procedure Button1Click(Sender: TObject);  
    procedure Button2Click(Sender: TObject);  
    procedure Button3Click(Sender: TObject);  
  private  
    { Private declarations }  
  public  
    { Public declarations }  
  end;  
  
var  
  Form6: TForm6;  
  
implementation  
  
{$R *.dfm}  
  
procedure TForm6.Button1Click(Sender: TObject);  
var  
h: hwnd;  
begin  
ShellExecute(h,'open','D:\2015\diplomaaaa\оптика.txt',nil,nil,SW_SHOW);  
end;  
  
procedure TForm6.Button2Click(Sender: TObject);  
var  
h: hwnd; begin
```

А қосымшасының жалғасы

```
ShellExecute(h,'open','D:\2015\diplomaaaa\делфи.txt',nil,nil,SW_SHOW);  
end;  
  
procedure TForm6.Button3Click(Sender: TObject);  
var  
h: hwnd;  
begin  
ShellExecute(h,'open','D:\2015\diplomaaaa\СНИМОК.JPG',nil,nil,SW_SHO  
W);  
  
end;  
  
end.
```