

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
«АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ»  
коммерциялық емес акционерлік қоғамы  
IT-инжиниринг кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**

Кафедра меңгерушісі

PhD, доцент

\_\_\_\_\_ Т.С. Картбаев  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 ж.

**ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА**

Тақырыбы: Жоғары тұтқырлы қабаттардағы гидродинамикалық тұрақсыздық процесін компьютерлік моделі негізінде программалық жабдық құрастыру

Мамандығы: 5B070400 – «Есептеу техникасы және бағдарламалық қамтамасыз ету»

Орындаған: Ералиев Н.Н. Тобы: ВТк-15-1

Ғылыми жетекші: профессор, ф.-м.ғ.д Куралбаев З.К

Кеңесшілер:

Экономикалық бөлім: э.ғ.к., профессор Аренбаева Ж.Г. Аренбаева  
« 20 » 05 2019 ж.

Өміртіршілік қауіпсіздігі: т.ғ.д., аға оқытушы Т.Бек Ш.Ш. Бекбасаров  
« 21 » 05 2019 ж.

Есептеу техникасын қолдану: аға оқытушы Ж.С. Ж.С. Айткулов  
« 24 » 05 2019 ж.

Норма бақылаушы: аға оқытушы Мукапил К. Мукапил  
« 24 » 05 2019 ж.

Сын-пікір беруші: т.ғ.д, профессор. \_\_\_\_\_ У.А.Тукеев  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 ж.

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
«АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ»  
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Басқару жүйелері және ақпараттық технологиялар институты

IT-инжиниринг кафедрасы

Мамандығы 5B070400 – «Есептеу техникасы және  
бағдарламалық қамтамасыз ету»

Дипломдық жобаны орындауға берілген  
**ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Ералиев Нұрлан Нукусбаевич

Жобаның тақырыбы: Жоғары тұтқырлы қабаттардағы гидродинамикалық тұрақсыздық процесін компьютерлік моделі негізінде программалық жабдық құрастыру

2019 жылғы «01» наурыз № 33 университет бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі: «24» мамыр 2019 ж.

Дипломдық жобаның бастапқы мәліметтері (зерттеу (жоба) нәтижелерінің талап етілген параметрлері мен объектінің бастапқы мәліметтері): Ұсынылып отырған дипломдық жобада MatLab бағдарламалау тілі арқылы гидродинамикалық тұрақсыздықты анықтау, және программалық негіздегі жабдық құрастыру болып табылады.

Дипломдық жобада қарастырылған мәселелер тізімі немесе дипломдық жобаның қысқаша мазмұны:

- талдау бөлімі;
- жобалау бөлімі;
- жүзеге асыру және тестілеу бөлімі;
- экономикалық бөлімі;
- өміртіршілік қауіпсіздігі;
- А қосымшасы. Техникалық тапсырма;
- Ә қосымшасы. Программа листингі;
- Б қосымшасы. Ендіру актісі.

Графикалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс):  
7 кесте, 36 сурет ұсынылған.

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер:

1 Будущее прикладной математики: Лекции для молодых исследователей. От идей к технологиям/ Под ред. Г.Г. Малинецкого. - М.: КомКнига, 2008.- 512 с.

2 С. Поршневу. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB. М.: Горячая линия-Телеком, 2003.

3 В. Кондрашов, С. Королев. Matlab как система программирования научно-технических расчетов. М.: Мир, Институт стратегической стабильности Минатома РФ, 2002. 504 с.

4 Буч Г., Рамбо Д., Якобсон А. Язык UML. Руководство пользователя. Второе издание. ДМК, 2006, 496 с.

Дипломдық жобаның бөлімдеріне қатысты белгіленген кеңес берушілер

Бөлімдер	Кеңесшілер	Мерзімі	Қолы
Экономикалық бөлім	Аренбаева Ж.Г.	04.03.2019 - 20.05.2019	Аренбаева
Өміртіршілік қауіпсіздігі	Бекбасаров Ш.Ш.	28.02.2019 - 21.05.2019	Тығ
Программалық қамтама	Айтқулов Ж.С.	29.04.2019 19.05.2019	Ж.
Норма бақылау	Мукапил К.	04.04.2019 - 10.05.2019	Мукапил

Дипломдық жобаны орындау  
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
Талдау бөлімі	29.10.18 - 28.12.18	орындалған
Жобалау бөлімі	03.01.19 - 15.02.19	орындалған
Жүзеге асыру және тестілеу бөлімі	18.02.19 - 12.04.19	орындалған

Тапсырманың берілген күні «29» қазан 2018 ж.

Кафедра меңгерушісі \_\_\_\_\_ Т.С. Картбаев

Жобаның ғылыми жетекшісі Кы \_\_\_\_\_ З.К. Куралбаев

Тапсырманы орындауға алған білім алушы Ералиев \_\_\_\_\_ Н.Н. Ералиев

## Аңдатпа

Қазіргі уақытта бағдарламалау үлкен жылдамдықпен дамып жатыр. Соның ішінде компьютерлік модель құрастыру өте маңызды саланың бірі болып отыр. Өйткені қазіргі заманғы әрбір жоба алғашқыда математикалық модель құру және соған сәйкес компьютерлік модельді құрастыруға әкеліп отыр. Осы модельдеудің арқасында біз жер планетасынан әрі өз ойымызды шынайы көріністер ретінде ұштастыра аламыз, бұл біз қол жеткізе алмайтын, қолмен ұстап көре алмайтын процестерді зерттеуге мүмкіндік береді. Осындай мүмкіндіксіз жұмыс жасаған физик Георг Зихман, Мария Кюри, Луис Злотин секілді ғалымдар құрбан болды. Қазіргі уақытта салынып жатқан ғимараттар немесе атом бомбаларының қауіпсіздігі немесе олардың жұмыс жасау шегінің барлығы осы модельдеу арқылы анықталып отыр. Яғни, тоқсан ауыз сөздің тобықтай түйініне келетін болсақ компьютерлік модельдеудің адамзат өміріндегі алатын орны ерекше.

Бұл дипломдық жобада гидродинамикалық модельдеудің қосымшасы ұсынылды. Бұл бағдарламалық қосымша алдағы уақытта су электр станцияларында немесе гидродинамикалық процестер көмегімен жасайтын әрбір жұмыс орнында қолданылуы мүмкін. Осы мүмкіндіктерді ескере отыра ауыспалы шарттарды бар бағдарламалық қосымшаны жасадым.

## Аннотация

В настоящее время программирование развивается с большой скоростью. В частности, создание компьютерных моделей является одной из самых важных сфер. Так как каждый современный проект изначально привел к созданию математической модели и построению соответствующей компьютерной модели. Благодаря этому моделированию мы можем сочетать свои мысли с планетой земли и в качестве реалистичных проявлений, что позволяет исследовать процессы, которые мы не имеем доступа, которые мы не можем держать руками. Жертвами были такие ученые, как физик Георг Зихман, Мария Кюри, Луис Злотин, которые работали без такой возможности. В настоящее время безопасность строящихся зданий или атомных бомб, или все границы их работы определяются этим моделирование. В этой связи, необходимо отметить, что компьютерное моделирование занимает особое место в жизни человечества.

В данном дипломном проекте было предложено дополнение к гидродинамическому моделированию. Это программное приложение может быть использовано в дальнейшем на гидроэлектростанциях или на каждом рабочем месте, создаваемом с помощью гидродинамических процессов. С учетом этих возможностей я разработал программное приложение с переменными условиями.

## **Annotation**

Currently, programming is developing at high speed. In particular, the creation of computer models is one of the most important areas. Since each modern project initially led to the creation of a mathematical model and the construction of an appropriate computer model. Through this simulation, we can combine our thoughts with the planet earth and as realistic manifestations, allowing us to explore processes that we do not have access to that we can not hold hands. The victims were such scientists as physicist George Sigman, Marie Curie, Louis Zlotin, which worked without this capability. Currently, the safety of buildings under construction or atomic bombs, or all the boundaries of their work are determined by this simulation. In this regard, it should be noted that computer modeling has a special place in the life of mankind.

In this diploma project was proposed addition to the hydrodynamic modeling. This software application can be used in the future at hydroelectric power stations or at each workplace created by hydrodynamic processes. With these features in mind, I developed a software application with variable conditions.

## Мазмұны

Кіріспе	8
1 Модельдеудің негіздері	9
1.1 Модельдеу ғылыми зерттеу әдісі ретінде	10
1.2 Модельдеудің негізгі түсініктері	11
1.3 Модельдеудің түрлері	14
1.4 Математикалық және компьютерлік модельдеудің ерекшелігі	18
1.5 Математикалық модельдеу түрлері	20
2 MatLab бағдарламасында жобалау	24
2.1 MatLab бағдарламасы	24
2.2 MatLab кітапханалары мен модульдері	26
2.3 Бағдарламадағы бізге қажетті ерекшеліктер	30
2.4 Модельдеу қосымшасын жобалау және есептеу	36
2.5 UML диаграммалары	43
3 Бағдарламаны іске асыру	47
3.1 Әзірленіп жатқан бағдарламаның сипаттамасы	47
3.2 Бағдарлама интерфейсі	52
4 Дипломдық жобадағы экономикалық бөлім	54
4.1 Модельдеу шығындарын есептеу	55
4.2 Еңбекақы төлеу шығындарын есептеу	56
4.3 Модельдеудің экономикалық бөлімі бойынша қорытынды	61
5 Өміртіршілік қауіпсіздігі	62
5.1 Шуды есептеу	62
5.2 Өміртіршілік қауіпсіздігі қорытынды	66
Қорытынды	67
Әдебиеттер тізімі	68
А қосымшасы. Техникалық тапсырма	70
Ә қосымшасы. Программа листингі	78
В қосымшасы. Енгізу актісі	86

## Кіріспе

Қазіргі кезде ғылымның дамуы, кез келген ғылыми жобаның орындалуы және экономикалық тиімділік бойынша шешім қабылдануы және адами қызметтің басқа да көптеген салаларында математикалық және компьютерлік модельдеумен тығыз байланысты болып отыр.

"Стратегиялық болжам жасау, алдағы уақытқа шолу жасау қабілеті бүгін математикалық модельдеуді талап етеді. Оларсыз мемлекеттік шешімдер қабылдау және тәуекелге бару туралы айтуға тура келмейді. Егер алдымен дәл ауқымды есептеулерсіз ядролық қаруды, ұшақтарды, зымырандарды, әскери техниканың басқа да үлгілерін жобалау, жасау және пайдалану мүмкін болмас еді, қазіргі кезде қарапайым өмір сүру талаптары "есептеу-модельдік" фундаментке негізделген" [1].

Математикалық модельдеу әдістерін қолдану зерттелетін нысандарды оның моделімен ауыстыруға мүмкіндік береді. Зерттелетін объект ретінде кез келген табиғи құбылыстар, технологиялық процестер, техникалық жүйелер және т.б. болуы мүмкін.

Математикалық модельдеудің басқа дәстүрлі модельдеуден айырмашылығы объектіні зерттеу барысында шығынды модельдерді құрастырудың қажеті жоқ, сонымен қатар модельдеуді тез әрі әр түрлі нұсқаларға жасауға мүмкіндік береді. Математикалық модельдеу әдістерінің мұндай артықшылығы компьютерлік техника мен ақпараттық-коммуникациялық технологияларды қолданудың арқасында мүмкін болды.

Тарихта математикалық модельдеу адамзаттың табиғатта болып жатқан түрлі физикалық процестер мен құбылыстарды зерттеуінен бастап қолданды. Ғылымның барлық салаларында математикалық модельдеу әдістерін кеңінен қолдану соңғы онжылдықта яғни, ХХ-ғасырдың 40 - шы жылдарынан бастап, немесе есептеу техникасы пайда болған уақыттан бастап байқалады [2].

Осы әдістердің осындай танымалдығының басты себептерінің бірі болған ядролық физика, зымыран-ғарыш саласы, химия ғылымы, жер қойнауы мен атмосфераны зерттеу саласындағы зерттеулер, сондай-ақ адамзат алдында тұрған басқа да көптеген проблемаларды шешу қажеттілігін өтеуі болып саналды. Зерттеу үшін математикалық модельдеу әдістерін және есептеу техникасы құралдарын қолдану қажет болатын қазіргі ғылымның кейбір негізгі проблемалары туралы қысқаша мәлімет беру қажет. Кез келген елдің алдында тұрған басты проблемалардың бірі елдің энергетикалық қауіпсіздігі болып табылады. Көмірсутек шикізатын, гидроэнергетикалық, күн, жел және басқа табиғи ресурстарды пайдаланатын дәстүрлі энергия көздері жақын болашақта адамзаттың өсіп келе жатқан қажеттілігін қанағаттандырмауы мүмкін. Осыған байланысты ядролық энергияны пайдалану қажеттігі туындайды. Ол үшін атом электр станциялары, жаңа ұрпақтың ядролық реакторлары, реакторлардың қауіпсіздігін қамтамасыз етудің жаңа тәсілдері қажет.



Қазіргі таңда модельдеу және имитация технологиялары кең таралған және модельдеуге арналған дәстүрлі бағдарламалық шешімнің негізгі пайдаланушылары инженерлер болып табылады. Модельдеу инженерлері өз тәжірибесі мен білімін үлгіні құру және шешу үшін басқа мамандармен жасалған талаптар негізінде жиі пайдаланады, егер талаптар өзгерсе, инженерлерге модельді әр уақытта қайта шешуге тура келеді, оған көп уақыт пен күш кетеді. Бұл міндетті орындауды қалай жеңілдетуге болады? Программалық баптама ортасының көмегімен, модельдеу инженерлері MatLab үлгісінің негізінде пайдалану үшін қол жетімді программаларды жасайды және пайдаланушыларға оған қол жетімді болуға мүмкіндік береді. MatLab пен жұмыс жасайтын инженерлер немесе клиенттер оның арнайы қолданбасын ашып, имитацияны өз бетінше іске асыра алады. Компанияларда модельдеу процестері кең болған сайын, өнімділікті арттыру және өнім сапасын жақсарту үшін әлеует арта түседі.

## **1 Модельдеу негіздері**

### **1.1 Модельдеу ғылыми зерттеу әдісі ретінде**

Қазіргі әлемге тән ерекшеліктерінің бірі компьютерлік технологияларды адам қызметінің түрлі салаларында кеңінен қолдану болып табылады. Компьютерлік және ақпараттық технологияларды қолданудың салдары ретінде адами қоғамды ақпараттандыру болып табылады. Есептеу құралдарын қолдануға негізделген бұл технологиялар физикалық заңдар мен математикалық әдістер болып табылатын қуатты іргетасқа негізделеді. Сондықтан қазіргі уақытта ғалымдар мен мамандардың ғылыми зерттеулердегі, іздестіру және жобалау жұмыстарындағы негізгі әдістері мен құралдары математикалық әдістер мен компьютерлік техника болды [1]. Бұл факт болашақ инженер-мамандарынан күрделі ғылыми-техникалық және өмірлік маңызды практикалық міндеттерді шешу үшін математикалық және компьютерлік модельдеу әдістерін қолдану бойынша іргелі білімді талап етеді.

Модельдеу қоршаған орта табиғатын сипаттау үшін таптырмас құрал болып табылады. Ол ғылыми деректерден келді. Қазіргі уақытта модельдеу адам қызметінің ажырамас бөлігі болып табылады. Бұл күрделі құбылыстар мен процестерді зерттеу және зерттеу кезінде ерекше маңызды. Табиғатты зерттеумен қатар модельдеу процесі басталды.

Өндірісте және ғылыми зерттеулерде қолданылатын техника мен технологиялардың даму қарқыны соңғы жылдары өте жоғары болуда және аппаратура мен жабдықтар күрделене түсті, есептеу кешендері мен технологиялық агрегаттардың тез әрекет етуі артты, мамандандыру мен жаңа автоматтандырылған жүйелерді енгізуге байланысты кәсіпорындарды басқару күрделі бола бастады. Бұл күрделі объектілерді зерттеу мен жобалаумен байланысты маңызды және ірі мәселелерді шешуге әкелді [10-14].

Күрделі жүйелер әртүрлі білім салаларынан түрлі міндеттерді талап етеді. Күрделі жүйелерді зерттеу әр түрлі зерттеу әдістерін қолдануды талап етеді. Зерттеудің заманауи әдістерінің ішінде есептеулер сияқты қуатты құралдарды қолданатын тиімді әдістер бар. Бұл жағдайда компьютерлік технологиялар мен технологияларды пайдалана отырып, оларды зерделеу үшін күрделі объектілердің модельдерін құру маңызды.

### **1.2 Модельдеудің негізгі түсініктері**

Табиғи құбылыс немесе қоғамда болып жатқан оқиғаларды зерттеу, табиғи және технологиялық процестерді зерттеу, объектілерді немесе басқа да мәселелерді жобалау, ең алдымен оларды алдын ала модельдеумен байланысты. Кез келген маңызды іс-шараны адам ертеден бастап қарастырылып отырған объектінің үлгілерін зерттеуден бастады [2-5]. Модельдеу әр түрлі процестер мен құбылыстарды зерттеудің ең көп таралған

тәсілдерінің бірі болып табылады. Қазіргі уақытта ғалымдар мен мамандар өз зерттеулерінде модельдеудің көптеген әдістері мен тәсілдерін пайдаланады.

Қандай да бір процесті немесе құбылысты моделдеу туралы мәселе қарастырылғанда бір-бірімен байланысты екі түсінік пайда болады: модельдеу объектісі (немесе түпнұсқа) және оның моделі. "Модель" сөзі (лат. modelium) "қандай да бір заттың ұқсастығы" дегенді білдіреді [2-6].

Модельдеудің объектісі деп біртұтас немесе жеке және белгілі бір сапалық, сандық белгілер бойынша зерттелетін және зерттеуге жататын нақты ақиқаттың кез келген бөлігі деп аталады [2]. Модельдеудің объектісі процестер, құбылыстар, оқиғалар, заттар және т.б. болуы мүмкін.

Модель-бұл үлгілеу объектісінің негізгі қасиеттерін, сипаттамаларын және байланысын көрсететін еркін нысандағы кез келген нысан. Модель үлгілеу объектісінің негізгі қасиеттерін ғана көрсетуі тиіс және екінші дәрежелі немесе қайталама сипаттамаларды көрсете алмайды. Сондықтан нақты модель зерттелетін процестің барлық қасиеттері мен сипаттамаларын нақты анықтай алмайды. Қосымша қасиеттер екінші нысанмен берілуі керек. Қорытынды ретінде модель нақты процестің шағын бөлігі деп айтуға болады.

Кез келген объектінің қасиеттері, сипаттамалары және байланысы көптеген ішкі және сыртқы факторларға байланысты екені белгілі. Нысан моделін жасау кезінде қойылған мақсатқа жету үшін маңызды факторлар ғана таңдалады. Сондықтан модель зерттеуші алдында тұрған міндетті қою шарттарына тікелей тәуелді болады. Бір объект үшін факторлардың таңдауына және есептің қойылуына байланысты әртүрлі модельдер құрастырылуы мүмкін, яғни бұл көптеген модельдердің пайда болатынын айқындайды [2-6].

Модельдеудің негізгі міндеті күрделі табиғи, техногендік және қоғамдық процестерді (немесе құбылыстарды) зерделеу үшін қолжетімді және ыңғайлы форманы қамтамасыз ету немесе оңтайландыру болып табылады.

Әр түрлі процестерді зерттеу кезінде үлгілеудің өзектілігі немесе қажеттілігі мәселесі туындауы мүмкін. Әдетте, модельдік зерттеулер өте күрделі процестер мен құбылыстарды қамтиды. Мысалы, ірі технологиялық, өнеркәсіптік, энергетикалық, коммуникациялық кешендерді, табиғи құбылыстарды жер қойнауындағы тектоникалық процестер, атмосфералық және экологиялық құбылыстар ретінде зерттеу қиын.

Модельдеу әдістерін қолданудың өзектілігі келесі жағдайларға байланысты көптеген объектілерге қол жеткізу күрделілігіне байланысты аспаптық әдістермен бақыланбайды және зерттелмейді. Мысалы, жер қойнауын барлау тереңдігі құралдық өлшеулер үшін қол жетімді емес, тек гипотезалар мен гипотезалар. Сонымен қатар, объект туралы жеткіліксіз немесе толық емес ақпарат. Ұшу аппараттарының көмегімен ғарыш объектілерін зерттеу және аспаптар (телескоп, радиозонд және басқалар) көмегімен бақылау зерттеу объектілері туралы толық емес ақпарат алуға мүмкіндік береді. Басқа мысал ретінде атмосфералық құбылыстарды зерттеу

болуы мүмкін, бұл жағдайда объектінің жағдайы туралы келіп түскен ақпарат тез өзгеруі мүмкін және зерттеу нәтижелері әрқашан сәтті болмауы мүмкін.

– үшіншіден, кейбір нысандарды тікелей зерттеу зерттеушінің өміріне қауіп төндіреді. Мысал ретінде зерттеуші адамның денсаулығы мен өміріне қауіп төндіретін ядролық, химиялық, жоғары температуралы және басқа да процестерді зерттеу болуы мүмкін.

– төртіншіден, физикалық модельдеу және зертханалық жағдайларда зерттеу жүргізу үшін зертханалық жабдықтардың қымбат болуы. Қазіргі заманғы аппараттар, аспаптар және басқа да зертханалық жабдықтар жете күрделі және өте қымбат, бұл көптеген зерттеушілерге қолжетімсіз.

– бесіншіден, жұмыс істеп тұрған жабдықпен заттай сынақтар (құралдар арқылы) келесі жағдайларға байланысты өз қиындықтарына ие. Эксперимент жүргізу үшін жабдықтың жұмыс режимін өзгерту, тіпті оның кейбір тораптарын тоқтату қажет. Әрине, бұл кейбір шығындарға әкеледі, бұл өндірушіге тиімді емес және ол әрдайым келіспейді. Мысалы, энергетикалық объектілердегі (ГЭС және ЖЭС) заттай сынақтар тұтынушыларды электрмен жабдықтау немесе жылумен жабдықтау режимінің бұзылуына әкеп соқтырар еді.

Модельдердің көмегімен зерттеу объектілерін зерттеу қажеттілігі туындайтын басқа да көптеген себептер бар.

Адам өміріндегі ғылым мен техникада модельдеудің рөлі. Табиғи құбылыстарды зерделеудің, кез келген күрделі жабдықты немесе құрылысты жобалаудың модельдік тәсілі адам өнімін өндірген сәттен бастап бар. Мысалы, құрылысты бірінші кезекте геометриялық модель болып табылатын макетте және компоновкада салу қажет [9]. Сонымен қатар жобаланатын құрылыс бөлшектері мен құралдарының ақылға қонымды өлшемдерін анықтайтын әртүрлі есептеулер жасалды, бұл кейбір мағынада математикалық модель болып табылады.

Ғылым мен техниканың даму тарихы модельдеу мәселелерімен тығыз байланысты және қазіргі уақытта модельдеу әдістері табиғи құбылыстарды зерттеу мен танудың шынайы ғылыми әдістеріне айналды. Модельдеу әдістерін қолданудың себебі ғылым мен техниканың қарқынды дамуы болды, бұл талдау мен зерттеулер үшін айтарлықтай күш-жігерді талап ететін күрделі жабдықтар мен кешендерді пайдалануға әкелді. Соңғы жылдары қоршаған ортаны зерттеу маңызды мәселе болып отыр. Көптеген факторлардың күрделілігі мен кездейсоқ болуы қоршаған ортада болып жатқан құбылыстарды зерттеудің белгілі бір қиындықтарына алып келеді, қандай да бір эксперимент жүргізуге мүмкіндік бермейді немесе қиындық туғызады. Мұндай жағдай адам қоғамында болып жатқан күрделі процестерді зерттеуде де байқалады [15].

Жіктеу келесі бөлімде қарастырылатын күрделі объектілерді модельдеудің түрлі тәсілдері бар. Мұнда математикалық модельдеудің маңыздылығын атап өту маңызды. Математикалық моделдеу және ғылыми зерттеулерде математиканың қолданылуы, математикалық және

математикалық модельдер адам қоғамының ерте даму сатысында қолданылады. Алайда қазіргі заманғы ғылым мен техника математикалық әдістер зерттеушілер рөлінде маңызды рөл атқаратынын көрсетті. Бұл сондай-ақ математика және оны қолдану саласын Кеңейткен электрондық есептеу технологияларының пайда болуына ықпал етті. Әлемде ғылымның дамуының қазіргі кезеңі математикалық ғылымдардың, математиканың сандық әдістерінің, алгоритмдердің және бағдарламалау теориясының, есептеу техникасын бағдарламалық қамтамасыз етудің және қолданбалы есептерді шешуге қажетті басқа да қолданбалы пәндердің дамуымен сипатталады. Осы уақытта жаратылыстану, гуманитарлық ғылымдардың түрлі салаларында математикалық әдістерді кеңінен қолдану байқалады.

Математика және математикалық модельдеу әдістерін кеңінен қолданудың тағы бір себебі келесі жағдай болып табылады. Бұл ең алдымен ғылымның көптеген салаларында болған дәстүрлі сипаттау әдістерінің орнына зерттеудің сандық әдістерін қолдануға байланысты. Мысал ретінде экономикалық ғылымдар, олар бұрын сандық критерийлерді қолданбай экономикалық көрсеткіштерді талдауды, атап айтқанда оңтайлы шешімдерді анықтау үшін пайдаланған [16-19].

Басқа мысал келтіретін болсақ жер қойнауын және атмосфералық құбылыстарды геологиялық зерттеу болып табылады. Геологтар, геофизиктер, геохимиктер және жер мен жердің басқа да зерттеушілері болып жатқан процестердің куәліктерін сипаттап, олардың талдаулары мен қорытындыларын жасады. Алайда, осы зерттеулерде болып жатқан процестерді сандық талдау көптеген сұрақтарға жауап беруді талап етеді. Математиканың қарқынды қолданылуына алып келген сандық талдаудың қажеттілігі ғылыми зерттеулерде одан әрі дамыды.

Модель құру үшін зерттелетін объект үшін орындалатын табиғаттың іргелі заңдары қолданылады, объектінің негізгі параметрлері және олардың арасындағы математикалық тәуелділіктер анықталады. Объект параметрлеріне әсер ететін факторларды есепке алуға байланысты модель әртүрлі болуы мүмкін. Сондықтан ол теориялық әдістермен зерттеледі, нәтижесінде объектіге парпар модель таңдалуы тиіс. Осыған орай біз таңдалған процеске өз көзқарасымызбен қараймыз.

Объектінің математикалық моделі есептеу техникасында қолдануға ыңғайлы болуы керек, яғни математикалық модельдеу қарапайым адамдарға түсінікті болуы тиіс. Ол қуатты математикалық аппаратты-объектіні зерттеуге, оның параметрлерін сандық бағалауға және көптеген нұсқаларға ыңғайлы математикалық әдістерді пайдалануға мүмкіндік береді. Математикалық таңдау әдісі әдетте сандық әдіспен, есепті шешу алгоритмімен әзірленеді. Алгоритмдерге қойылатын негізгі талаптар-жылдам, жылдам, қарапайым бағдарламалау.

Алгоритмнің сапасы объектіге зерттеу жүргізуге арналған жұмыстардың барлық кезеңдерінен құралады. Алгоритм бойынша құрылған бағдарлама сандық эксперимент жүргізуге мүмкіндік береді. Сандық эксперименттің мәні

құралған есептік бағдарлама арқылы әр түрлі нұсқалармен жұмыс жасау арқылы анықталады. Сандық эксперимент нәтижелері объектілерді толық және нақты көлемде егжей-тегжейлі және терең зерттеуге мүмкіндік береді.

Сонымен, зерттеушіде осы үш құралдың болуы (модель, алгоритм, бағдарлама) оған зерттелетін объектінің барлық қажетті және талап етілетін сапалық және сандық қасиеттері мен сипаттамаларын беретін эксперименттер жүргізуге мүмкіндік береді. Математикалық моделдеу қоршаған ортаны тану әдістемесі, табиғатта және адам қоғамында болып жатқан технологиялық, экономикалық, экологиялық және басқа да көптеген процестерді зерттеу құралы болды. Ғылыми зерттеулердің барлық салаларында компьютерлік техника мен ақпараттық технологияларды қолданудың теориялық негізі бола отырып, математикалық моделдеу ғылыми-техникалық прогрестің сөзсіз құрамдас бөлігі болып табылды.

"Қолданбалы математика бойынша мамандарды дайындау, ХХІ ғасырда шын мәніндегі елдің орнын анықтайды" [1]. Осыған байланысты болашақ модельдеу мамандарын даярлау жүргізілетін жоғары оқу орындарында математикалық және компьютерлік моделдеуге арналған арнайы пәндер көзделген. Яғни, алдағы уақытта модельдеу бойынша жұмыс санының артатыны да айтпаса да түсінікті болатыны рас. Қазіргі уақытта жасалып жжатқан ғылыми немесе техникалық жұмыстар болсын модельдеу арқылы жобас және барлық шамалардағы мәні алынады. Ол жасалған жұмыстардың толық мүмкіндіктерін ашып көрсетеді.

### **1.3 Модельдеудің түрлері**

Алдымен адамзат зерттелетін объектінің геометриялық кескіндерін, макеттерін, сызбаларын немесе сызбаларын модель ретінде пайдаланды. Үй құрылысы адам сызба немесе макет жасағаннан кейін басталады, содан кейін жобалау құжаттамасын схемалық түрде пайдаланады. Осы модельдердің дизайнерлік жобалары және макеттері жаңа модельдерді құрайтын үлгілер болып табылады. Қысқаша айтқанда, мұндай модельдер әдетте объектінің геометриялық объектілері деп аталады.

Геометриялық үлгілерден басқа аналогтық модельдер қолданылды. Аналогтық модельдер екі құбылыстың немесе үдерістердің арасындағы ұқсастықты пайдаланады. Құбылыстардың бірі модельдеу нысаны, ал екіншісі оның үлгісі болып табылады. Мысалы, қаланы сумен жабдықтаудың күрделі желісін зерттеу зертхана стендінде құрылған электр сұлбасын зерттеумен алмастырылуы мүмкін. Аналогия негізінде технологиялық процестерді басқарудың автоматтандырылған жүйелерінде кеңінен қолданылған аналогтық есептеуіш машиналар (АВМ) құрылғанын атап өту керек, ол осы алмастыру жолы арқылы құрылған болатын.

Ғылыми зерттеулерде зерттеу нысандарын математикалық үлгілеудің негізі болған математикалық әдістер кеңінен қолданылады. Зерттеу және жобалау жұмысында есептеу техникасын қолдану компьютерлік үлгілеуді

пайдалануға мүмкіндік берді, ол модельді зерттеудің басқа қырларын ашуға мүмкіндік жасайды.

Модельдердің түрлерін осындай аз ғана ұқсастырудан зерттеушілер қолданатын модельдер өте әртүрлі екеніне көз жеткізуге болады. Модельдер шартты түрде екі топқа бөлінуі мүмкін: танымдық және прагматикалық [3-7]. Танымдық модельдер білім беру нысаны, табиғатта және қоғамда бар заңдылықтардың көрінісі болып табылады. Прагматикалық модельдер тәжірибелік әрекеттерді ұйымдастыру құралы болып табылады, мысалы, жобалар, сызбалар, суреттер және т. б.

Көптеген ғасырлар бойы жаратылыстану ғылымдары дамып, қоршаған әлемде болып жатқан процестерді бақылау нәтижелеріне негізделді. Бұл мақсат үшін болып жатқан процестер мен табиғи құбылыстарға бақылау және өлшеу жүргізу немесе визуалды зерттеу үшін түрлі құралдар (түрлі аспаптар, телескоптар, микроскоптар және басқалар) жасалды. Мұндай көзқарасқа байланысты ғылымның көптеген бөлімдері сипаттамалық қасиетке ие болды, бұл болып жатқан процестерге сандық талдау жүргізуді еселендіре түсті.

Екінші жағынан, жоғарыда атап өтілгендей, аспаптық бақылау немесе визуалды зерттеу жүргізу мүмкін емес немесе қиын зерттеу объектілері бар. Мысалы, энергетикалық ядролық жүйелерді зерттеу, ғарыштық зерттеулер, сұйықтықтардың турбуленттік ағыстарын зерттеу, атмосфералық құбылыстарды зерттеу, жер қойнауында болатын тектоникалық процестерді зерттеу және т.б.

Осыған байланысты, жаратылыстану ғылымдарын дамыту процесінде сапалық талдаудың орнына сандық талдау жүргізуге мүмкіндік беретін басқа әдістерді пайдалану қажеттілігі туындады. Бұл әдіс математикалық модельдеу әдісі болды. Бұл әдіс дәстүрлі сипаттау әдістерінің орнына сандық талдау әдістерін қолдануға мүмкіндік береді. Олар өлшеу және аспаптық бақылау жүргізу үшін күрделі және жету қиын процестер мен құбылыстарды зерттеу үшін табысты қолданылады.

Қазіргі уақытта модельдеу адам қызметінің ажырамас бөлігі болып табылады. Әсіресе ол ғылыми зерттеулерде өзекті болды және бұл әдіс күрделі құбылыстар мен процестерді зерттеудің басты әдістерінің бірі болды.

Соңғы жылдары жақсы дамыған математикалық аппарат пен жылдам әрекет ететін есептеу техникасын пайдалануға мүмкіндік беретін математикалық модельдеу әдістері қарқынды қолданылады. Әртүрлі білім салаларында математика мен математикалық модельдеу әдістерін қолдану ғылымда жаңа бағыттардың пайда болуына алып келді. Мысалы, математикалық физика, математикалық экономика, математикалық лингвистика және т.б. Биофизика, геофизика, геодинамика, геотектоника, геодинамика және т.б. сияқты ғылымның бағыттары математикалық модельдеу әдістерін қолдану нәтижесінде пайда болды.

Күрделі мәселелерді математикалық модельдеу өте күрделі математикалық есептерді шешу қажеттілігіне әкелді. Сондықтан осындай міндеттерді шешуге байланысты белгілі бір қиындықтар туындады, бұл

қуатты есептеу құралдарын қолдануды талап етті. Электронды-есептеу машиналарының (ЭЕМ) пайда болуы бұл мәселені шешуге мүмкіндік берді және оның қанатын кеңінен жаюға мүмкіндік жасады. Егерде осындай есептеу машинасын ойлап таппаған сәтте есептеу жұмыстары өте ұзаққа созылар еді.

Ақпаратты сақтаудың, өңдеудің, берудің және алудың компьютерлік және телекоммуникациялық құралдарын пайдалану бұрын шешілмеген күрделі міндеттерді шешуге мүмкіндік берді [2]. Ғылыми мәселелерді шешу үшін компьютерлік технологияларды қолдану математикада жаңа бағыттарды дамытуды және процестер мен құбылыстардың жаңа математикалық модельдерін, сондай-ақ әртүрлі есептерді шешу әдістерін жасауды талап етті. Екінші жағынан, жаңа математикалық модельдер мен әдістердің пайда болуы ЭЕМ үшін жаңа бағдарламалық өнімдердің әзірленуін ынталандырды, ал бұл өз кезегінде компьютерлік техника мен технологиялардың дамуын ынталандырды. Осы арқылы жаңа термин "компьютерлік модельдеу" пайда болды.

Модельдеу ғылыми танымның негізгі әдістерінің бірі болды. Оның мәні күрделі құбылыстардың кейбір басты бөліктері бөлініп, қарапайым, зерделеу мен түсіндіру үшін неғұрлым ыңғайлы модельдермен алмастырылады.

Физикалық модельдеуде жүйенің өзі немесе макет түріндегі оған ұқсас жүйе, басқа аналогтық физикалық жүйе қолданылады. Мысалы, аэродинамикалық құбырдағы ұшақ макеті, немесе құбыр жүйесінің орнына электр тізбегі қарастырылады. Соңғы жылдары "математикалық модельдеу" және "компьютерлік модельдеу" терминдері барлық ғылыми басылымдарда бірлесіп қолданыла бастады. Ғылыми зерттеулерде математикалық және компьютерлік модельдеуді пайдалану ғылымның, қолданбалы зерттеулердің, техника мен технологиялардың дамуына, экономиканың барлық салалары мен адами қызметтің дамуына елеулі әсер етті. Және екі модельдеудің қатар орындалуы есептеу мен модельді құрастырудың дұрыс екендігіне анықтама ретінде қолданылады.

Модельдеу – зерттеу объектісі өзімен ұқсастық қатынастағы басқа бір объектімен алмастырылатын зерттеу әдісі. Бірінші объекті түпнұсқа болады да, екінші объекті оның моделі болады. Зерттеуші модельді зерттеп, алған нәтижелерін ұқсастық және үйлестік заңы бойынша түпнұсқаға көшіреді. Модель және модельдеу әдісімен түпнұсқаны зерттеу қиын, мүмкін емес болғанда немесе түпнұсқаны зерттеу үлкен қаражат шығынын талап еткен жағдайда қолданылады. Модель мен түпнұсқа арасында белгілі бір ұқсастық болу керек. Мұндай ұқсастық зерттеушінің модельді зерттеу кезінде алған ақпараттарын түпнұсқаға көшіруге мүмкіндік береді, ал көшіру үшін ұқсастықтың, талдау мен синтездің әр түрлі формалары қолданылады. Модельдің физикалық табиғаты түпнұсқаның физикалық табиғаты сияқты болу керек (түпнұсқаның толық көшірмесі болған модель болмайды). Модельдің түпнұсқадан айырмашылығы — оны зерттеу оңай, алайда, оның бойында модельге де, түпнұсқаға да тән негізгі сипаттары мен өлшемдері болуы қажет. Модель ұқсастық ретінде түпнұсқа, оны жетілдіру, қайта құру



және оны басқару туралы білімді зерттеу, сақтау және кеңейту үшін қолданылады. Менің дипломдық жобамда физикалық құбылыс қарастырылады. Соған байланысты физикалық процестерді модельдеудің түрлері 1.1-суретте келтірілген.



1.1-сурет – Модельдеудің физикалық түрі

Кез келген ғылым адамның санасында қалыптасқан зерттеу нысаны туралы ұғымдарға негізделген. Бұл көріністер объектінің тұжырымдамалық моделін анықтайды. Концептуалды модельдерді қалыптастыру үшін зерттеуші (Адам) бақылау нәтижелерін, өзінің зерттеу және теориялық тәжірибесін, логикалық қорытындыларын пайдаланады. Мұнда зерттеу объектісіне әсер ететін көптеген факторлардан ең маңызды факторлар бөлінуі тиіс. Тұжырымдамалық модельдердің көмегімен нақты объектілердің қасиеттерін көрсететін дерексіз модельдер жасалады.

Тұжырымдамалық модельдер мен тиісті ғылыми заңдар негізінде құбылыстар мен процестердің модельдері қалыптасады, олар кейіннен ғылыми теорияларды құрайды.

Күрделі техникалық жүйелерді жобалау және пайдалану ғылыми білімді және модельдеу әдістерін қолдануды талап етеді. Қазіргі уақытта модельдерде алдын ала талдаусыз бірде-бір жоба орындалмайды. Сонымен қатар, модельдеу әдістері объект параметрлерінің өзгеру заңдылықтарын анықтауға, олардың арасындағы байланысты орнатуға мүмкіндік береді, бұл күрделі құбылыстар мен процестерді зерттеуде өте маңызды.

Ғылыми зерттеулерде бақылаулар мен тәжірибе негізінде зерттеушілер айтқан гипотезалар бар. Ғылымдағы маңызды бағыттардың бірі осы гипотезаларды зертханалық немесе заттай сынақтар арқылы тексеру болып табылады. Гипотеза зерттелетін объектінің моделі ретінде де қарастырылуы мүмкін. Бірнеше рет сынақтардан және нәтижелерді талдаудан кейін объектінің қасиеттері мен сипатын анықтайтын белгілі бір заңдылықтар белгіленуі мүмкін. Бұл басты рөлді математикалық және компьютерлік модельдеу атқарады. Осылайша, математикалық әдістерді қолдану нәтижесінде ұсынылған гипотеза ғылыми теорияға айналуы мүмкін.

Тарихи математикалық модель қарапайым арифметикалық есептеулер пайда болған сәттен бастап, жобалау және жоспарлау мәселелерінде табиғи құбылыстар мен процестерді зерттеу құралы ретінде қолданыла бастады. Алайда математиканы білімнің басқа салаларында пайдалану ғылым мен техниканың дамуымен, әсіресе компьютерлік техниканың пайда болуымен, математикалық және компьютерлік модельдеуді қолданумен айтарлықтай дамыды, яғни қазіргі есептеу техникалары модельдеу ғылымының қоздырғышы болып табылады.

#### **1.4 Математикалық және компьютерлік моделдеудің ерекшелігі**

Жоғарыда атап өткендей, ғылыми зерттеулерде маңызды орын зерттеу объектілерін моделдеу болып табылады. Зерттелетін объектіні модельдеудің басқа тәсілдерінің арасында математикалық моделдеу кеңінен қолданылды. Сондықтан математикалық моделдеу туралы кейбір мәліметтерді түрлі құбылыстар мен процестерді зерттеу әдісі ретінде қарастыру мақсатқа сай. Алдымен әдебиетте бар математикалық моделдеу мен математикалық модельдің анықтамаларын келтіру қажет [2-9].

Зерттеу объектісінің математикалық моделі – бұл математикалық нысан, ол өзінің қасиеттері бойынша объектіге – түпнұсқаға ұқсас [2-9]. Объектінің математикалық моделін құру процесі математикалық моделдеу деп аталады. Математикалық модель зерттеу объектісінің негізгі параметрлерін байланыстыратын математикалық тәуелділіктердің жиынтығы болып табылады. Мұнда математикалық тәуелділік ретінде алгебралық және дифференциалдық теңдеулер және олардың жүйелері, теңсіздіктер және олардың жүйелері, интегралдар және басқа да түрлі формулалар болуы мүмкін.

Алдыңғы параграфта есепке алынатын факторлар мен параметрлерді таңдауға байланысты модельдер әртүрлі болуы мүмкін екендігі атап өтілді. Математикалық модель құру алдында есеп қоюға әсер ететін факторларды талдау жүргізіледі. Мұндай талдаудан шешілетін міндетті тұжырымдау үшін маңызды (негізгі) болып табылатын параметрлер жиынтығы алынады. Таңдалған параметрлерге аттар (идентификаторлар) беріледі. Бұл процесс параметрлерді идентификациялау деп аталады. Содан кейін есеп қоюда тұжырымдалған тапсырма шарттарын пайдалана отырып, таңдалған параметрлерге қатысты математикалық тәуелділіктер алынатын болады.

Бұл процесте математикалық формулаларды алу үшін негізінен табиғаттың іргелі заңдары немесе қоғамның даму заңдары қолданылады. Бұл ретте іргелі заңдар қарастырылатын міндет үшін орындалды деп саналады. Алайда көптеген міндеттер үшін эксперименттің немесе бақылаулардың деректерін, феноменологиялық заңдарды немесе эмпирикалық тәуелділікті пайдалану керек.

Математикалық модельдеудің ерекшелігі оны қолдану үшін материалдық шығындар қажет емес, зерттеу үшін қандай да бір құралдарды,

құралдар мен жабдықтарды қолдану қажеттілігі жоқ, макеттер мен сызбалар жасаудың қажеті жоқ. Мұнда зерттеушінің білімі, тәжірибесі мен түйсігі ғана қолданылады. Математикалық модельдеудің басты артықшылығы нәтижесінде математикалық есеп алынатыны болып табылады. Пәндік саладағы кез келген есеп математикалық міндетпен алмастырылады. Бұл оны шешу үшін белгілі математикалық әдістерді пайдалануға мүмкіндік береді.

Зерттеушілер анықтаған табиғат пен қоғам заңдарының мол болуына, математикалық модельдерді пайдалануға негізделген деп сеніммен айтуға болады. Сонымен қатар, ғылым мен техниканың дамуында математикалық модельдеу шешуші рөл атқарды. Күрделі процестер мен құбылыстардың бұл күрделілігін тіпті қазіргі заманғы құралдардың көмегімен басқару мүмкін емес, объект параметрлерінің мәнін анықтау мүмкін емес. Кейбір жағдайларда математикалық модельдеу әдістері күрделі құбылыстарды зерттеу үшін жалғыз болып табылады.

Есептеу техникасы сияқты қуатты құралдың пайда болуы математикалық модельдеу әдістерін қолдану мүмкіндігін кеңейтуге мүмкіндік берді. Математикалық үлгілерден алынатын математикалық есептерді шешумен, ақпаратты өңдеу және көп көлемде сақтаумен байланысты көптеген мәселелер компьютерлік техниканың көмегімен тиімді шешілді. Компьютерлік модельдеу әдістері деп аталатын модельдеудің жаңа әдістері пайда болды [2-7].

Компьютерлік модельдеу. Компьютер математикалық есептерді шешу құралы ғана емес, оны зерттеудің көптеген нысандарын модельдеу үшін қолдана бастады. Қазіргі уақытта компьютерлік модельдеу әр түрлі жүйелерді зерттеудің тиімді әдістерінің бірі болып табылады.

Есептеу эксперименттері (немесе сандық эксперименттер) компьютерлік үлгілеумен эксперименттердің жаңа әдістерін пайдалана отырып жүргізіледі. Осыған байланысты компьютер эксперименталды құрал болды. Эксперименттің жаңа түрі-жоғары жылдамдықтарда сандық талдау жүргізуге мүмкіндік беретін сандық эксперимент пайда болды.

Компьютерлік модельдеудің басты ерекшелігі-оларды жасау және түрлендіру қарапайымдылығы. Тек математика және бағдарламалық қамтамасыз ету өзгереді. Сонымен қатар, компьютерлік модель ең жақсы (тиімді) талдау және модельді тандау үшін қажетті көптеген нұсқаларды қарастыруға мүмкіндік береді. Компьютерлік модельдердің логикасы мен формалылығы зерттелетін объектілердің қасиеттерін анықтайтын негізгі факторларды анықтауға және олардың ішкі және сыртқы жағдайлардың өзгеруіне реакциясын зерттеуге мүмкіндік береді.

Компьютерлік модельдеу алдымен объектінің сапалы моделін, содан кейін сандық моделін құруды көздейді. Бұл үшін сандық эксперименттер жүргізіледі, олардың нәтижелері талданады және талдау негізінде модельді нақтылау жүргізіледі. Мұндай процесс объектінің тиімді және ұқсас моделін алғанға дейін жалғасуы мүмкін. Екі нұсқа бар: Аналитикалық және имитациялық модельдеу. Егер біз нақты нәтижелерге әкелетін бірыңғай

процедураны қарастыратын математикалық формулаларды қолдансақ, онда бұл моделдеу аналитикалық моделдеу деп аталады. Жұмыс алгоритмі Бірнеше операцияларды біртіндеп орындау арқылы анықтауға болатын үлгілеудің әртүрлі типтері болуы мүмкін. Мұндай модельдер имитациялық деп аталады.

Модельдеу принциптері. Математикалық және компьютерлік модельдеу үшін келесі принциптер бар [3-13]:

- ақпараттық жеткіліктілік принципі;
- жүзеге асыру принципі;
- көптеген модельдер принципі;
- жүйелілік принципі;
- параметрлеу принципі.

Әрине, объект туралы ақпарат толық болмаған жағдайда оның моделін құру мүмкін емес. Ал егер объект туралы ақпарат толық көлемде болса, онда мұндай объектіні зерттеудің қажеті жоқ. Сондықтан нысанды модельдік зерттеу үшін жеткілікті ақпарат болуы тиіс.

Модельдік шешім шешілуі және қол жеткізуі мүмкін міндетке әкелуі тиіс. Жоғарыда айтылғандай, зерттелетін объектіге әсер ететін таңдалған факторларға байланысты бір Объектілік үлгінің көптеген нұсқалары, яғни үлгілердің көптігі принципі әзірленуі мүмкін. Модельді таңдау өлшемі оның зерттелетін объектімен ұқсастығы болып табылады.

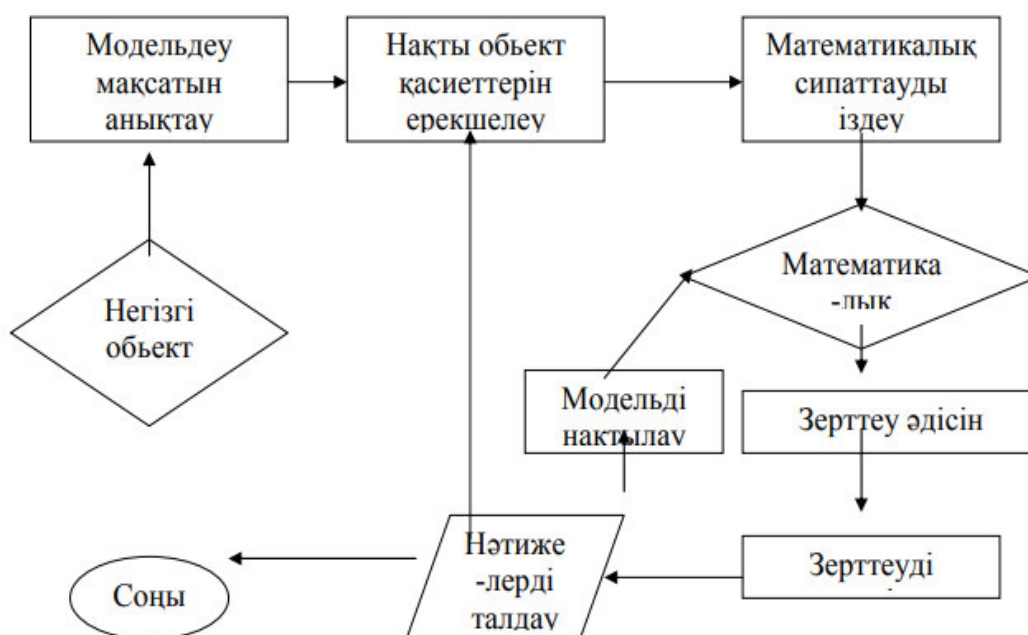
Сонымен қатар, модельді әзірлеу үшін белгілі бір параметрлерді және қолданыстағы стандартты математикалық әдістерді қолдану мүмкіндігін таңдау қажет. Бір сөзбен айтқанда, секвенирлеу және параметрлеу принциптері орындалуы тиіс.

## **1.5 Математикалық модельдеудің түрлері**

Қазіргі уақыт ғылыми зерттеулерде компьютерлік технологияларды қолданудың негізі ретінде математикалық моделдеу әдістерін кеңінен пайдаланумен сипатталады. Көптеген ғылыми жұмыстар әртүрлі ғылыми зерттеу салаларында математикалық модельдеуді қолдануға арналған [1-14]. Бұл әртүрлі математикалық модельдердің пайда болуына әкелді. Қазіргі уақытта математикалық және компьютерлік модельдеу әдістері пайдаланылмайтын ғылыми бағыттар саласын табу қиын. Математикалық модельдеудің кең қолданылуы әртүрлі математикалық модельдердің пайда болуына себеп болды. Математикалық модельдеудің орындалу әрекеті 1.2-суретте таныса кеткеніміз жөн.

Математикалық модельдеу алғашқы жағдайларды және компьютерлік модельдеуді анықтаудың алғышарты болып табылады. Біздің жағдайда гидродинамикалық процеске қатысатын су жүйесі болып табылатын математикалық үлгілеудің бірінші объектісін таңдау қажет. Сонда гидродинамикалық тұрақсыздық негізгі қасиеттерін анықтауға болады. Барлық қасиеттері мен сипаттамаларын іздегеннен кейін, біз зерттеу әдісін

анықтаймыз. Зерттеу әдісімен алынған мәндер компьютерлік модельдеу нәтижесінде алынған мәндермен салыстырылады. Екі модельдеу режимдерінің үйлесімділігі модельдеу дұрыс орындалатынын анықтайды.



1.2-сурет – Модельдеудің орындалу әрекеті

Әдебиетте математикалық модельдердің классификациясының әртүрлі түрлері бар [2-11]. Математикалық модельдердің жіктелуін олардың әр түрлі тәсілдеріне байланысты орындауға болады. Мұнда математикалық модельдердің классификациясының бір түрі келтіріледі:

- математикалық негіздегі;
- функция негіздегі;
- құрылымдық.

Функционалдық модельдер технологиялық процестерді және басқаларды орындау барысында жабдықта өтетін ақпараттық, физикалық, уақытша процестерді көрсетуге арналған; бір сөзбен айтқанда, объектінің жұмыс істеу процестерін бейнелейді. Мұндай модельдер тендеулер жүйесі түрінде ұсынылуы мүмкін.

Құрылымдық модельдер жобаланатын объектінің құрылымдық қасиеттерін көрсетеді. Олар матрицалар, графтар, векторлар түрінде болуы мүмкін және кеңістіктегі элементтердің өзара орналасуын білдіруі мүмкін:

- функционалдық математикалық модельдерді алу;
- теориялық;
- формальдық;
- эмпирикалық.

Теориялық модельдер физикалық заңдылықтарды зерттеу негізінде алынады, бұл ретте әрбір параметр немесе тендеудің нақты физикалық

мағынасы бар. Теориялық модельдер әмбебап болып табылады және олар экзогендік параметрлердің кең диапазондарына әділ.

Формальды модельдер сыртқы ортада объектінің қасиеттерінің көрінісі негізінде жасайды. Мұнда нысан кибернетикалық "қара жәшік" ретінде қарастырылады.

Эмпирикалық модельдер эксперименттер жүргізу және олардың нәтижелерін математикалық статистика әдістерімен өңдеу нәтижесінде құрылады.

Тендеулердің сызықтығы мен сызықтығына байланысты модельдердің екі түрі қарастырылады:

- сызықтық;
- бейсызық.

Айнымалы модельдің анықтамасы мен мәндеріне байланысты. Алгоритмдік модельдер есепті шешу нәтижелерін алу үшін операциялардың бірізділігін сипаттайтын Алгоритмдер түрінде берілген. Олар Шығыс параметрлерінің кіріс (немесе ішкі) параметрлері мен алгоритм арасындағы өзара байланысты анықтайды. Аналитикалық модельдер кіріс және ішкі параметрлерден функциялар ретінде шығыс параметрлерінің айқын математикалық өрнектері түріндегі объектінің формалды сипаттамасы болып табылады.

Сандық модельдер параметрлердің мәндерін сандық әдістермен анықтау нәтижесінде алынатын тәуелділіктермен сипатталады:

- айқындық пен белгісіздікке байланысты;
- детерминирленген;
- стохастикалық;
- анық емес;
- аралас.

Модельдердің басқа да түрлері болуы мүмкін, физикалық объектілерде болып жатқан процестердің инерциондық деңгейін сипаттайтын динамикалық және статикалық модельдер. Әр түрлі әдеби көздерде математикалық модельдерді жіктеудің басқа да түрлері бар. Мысалы, басқа квалификацияда келесі модель топтары келтіріледі [4-6]:

- оңтайландыру модельдері;
- кибернетикалық модельдер;
- имитациялық модельдер;
- үздіксіз;
- дискретті;
- үздіксіз дискретті;
- сандық.

Эдогенді (шығу, ішкі) және экзогенді (кіру, сыртқы) ауыспалы байланыс нысаны бойынша:

- алгоритмдік;
- аналитикалық;
- сандық.

Құрылымдық модельдер жүйенің құрылымын және оның элементтерінің өзара әрекеттесуін зерттейді. Функционалдық модельдер жүйенің ішкі құрылымына қарамастан әр түрлі жағдайларда тәртіпті талдайды.

Құрылымдық модельді зерттеу кезінде объектінің мазмұны, оның сыртқы жағдайларға әсері туралы ақпарат алуға болады. Функционалдық модельді зерттеу кезінде объектінің әртүрлі реакцияларының сыртқы ортаға әсері туралы деректерді алуға болады.

Графикалық объектілермен жұмыс істеудің бірнеше деңгейін бөліп көрсету керек. Бірінші кезекте бұл соңғы пайдаланушыға бағытталған және тікбұрышты және полярлық координаттарда, гистограммалар мен бағандық диаграммаларда, үш өлшемді беттер мен деңгей сызықтарында графиктерді, анимацияларды құруға арналған командалар мен функциялар. Жоғары деңгейдегі графикалық командалар графикалық объектілердің қасиеттерімен манипуляцияларды талап етпей, ауқымын, түстерді таңдауды автоматты түрде бақылайды. Тиісті төмен деңгейлі интерфейс дескрипторлы графикамен қамтамасыз етіледі, әрбір графикалық объектіге графикалық қолдау (дескриптор) сәйкес қойылады, оған осы объектіге жүгінген кезде сілтеме жасауға болады. Дескрипторлы графикті пайдалана отырып, мәзір, қоңырау түймелері, мәтіндік панельдер және Графикалық интерфейстің басқа да нысандарын жасауға болады.

Экономикалық-математикалық модельдер жүйе жағдайын болашақты жоспарлау мен болжауға пайдаланады. Мұндай жағдайда модель оның негізінде қойылған белгілі бір алғы шарттарға сәйкес экономикалық үрдістердің ағымын көрсетеді. Жоспарлау мен болжау модельдерінде алғышарттарды дұрыс таңдау ерекше маңызды роль атқарады. Модель есептің шарты дұрыс қойылған кезде ғана нақты жүйелердің құрылысы мен функциясын дұрыс сипатайды. Жасалатын бағдарлама дұрыс, нақты жұмыс жасау үшін математикалық модельін құрып болып, бағдарламалық модельге көшкен жөн. Сонымен қатар бағдарламаның дәлелі ретінде математикалық модельден алынған шамалар жатады.

## 2 MatLab бағдарламасында жобалау

### 2.1 MatLab бағдарламасы

MatLab бағдарламалау тілі ретінде Клив Моулермен 1970-ші жылдардың соңында, ол Нью-Мексико университетінде компьютерлік техника факультетінің деканы болды. Әзірлеудің мақсаты-факультет студенттеріне Фортранды оқу қажеттілігінсіз Linpack және EISPACK бағдарламалық кітапханаларын пайдалану мүмкіндігін беру. Көп ұзамай жаңа тіл басқа университеттердің арасында тарады және қолданбалы математика саласында жұмыс істейтін ғалымдармен үлкен қызығушылықпен кездесті. Осы күнге дейін интернетте Фортранда жазылған 1982 жылдың нұсқасын табуға болады, ол жерде ашық бастапқы коды бар. Инженер Джон Литтл Моулердің Стэнфорд университетіне 1983 жылы сапары кезінде осы тілмен танысты. Жаңа тілдің үлкен коммерциялық әлеуеті бар екенін түсінген ол Клив Моулермен және Стивен Бангертпен бірлескен күш-жігермен олар MatLab-ті C-ға жазып, одан әрі дамыту үшін 1984 жылы компания негізін қалады. Кітапханадан осы хат жазулар ұзақ уақыт JASCRAS атымен белгілі болды. Одан әрі Sun жұмыс станцияларына, UNIX операциялық жүйесі бар компьютерлерге және үлкен және кіші ЭЕМ-нің көптеген басқа түрлеріне арналған нұсқалар жасалды. Қазір он шақты танымал компьютерлік платформалар MatLab жүйесімен жұмыс істей алады. Жүйені кеңейтуге математика, бағдарламалау және жаратылыстану саласындағы әлемнің ірі ғылыми мектептері тартылды [10].

MatLab мүмкіндіктері өте кең, ал тапсырмаларды орындау жылдамдығы бойынша жүйе өз бәсекелестерінен жиі асып түседі. Ол механика, гидродинамика, аэродинамика, акустика, энергетика, телекоммуникация және т. б. саласындағы әртүрлі құрылғылар мен процестер мен жүйелерді математикалық моделдеу кезінде ғылым мен техниканың кез келген саласындағы есептеулерге қолданылады.

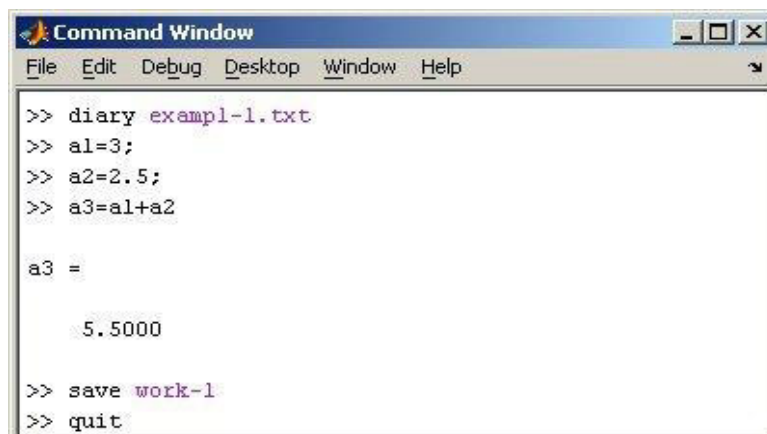
Матрицалық қана емес сонымен қоса динамикалық есептерді шешуге, сәйкестендіруге, суреттерді өңдеуге және т. б. арнайы арналған Toolbox және Simulink кеңейту пакеттерінің болуы жұмыс жасауды жеңілдетеді [10].

Олардың кейбіреулері, мысалы, Notebook (Word мәтіндік процессорымен интеграциялау және "тірі" электрондық кітаптарды дайындау), Symbolic Math және Extended Symbolic Math (Maple V R5 жүйесінің ядросын қолданумен символдық есептеулер) және Simulink (динамикалық жүйелер мен блоктар жүйесі түрінде берілген құрылғыларды моделдеу) MatLab жүйесімен біріктіріліп, оның құрамдас бөліктері болды.

MatLab математикалық пакеттері нәтижелер жазу, мәтіндік редактордан оқу немесе кірістірілген басып шығару үшін командалар мен мәтіндік файлдарға қол жетімді. Журнал менеджері күнделіктер тобының жұмысын бастайды. Жұмыс журналы сақталатын Файл атауы ретінде күнделік аргументін көрсету қажет. Келесі командалар мен олардың нәтижелері осы



файлға жазылады, мысалы, келесі әрекеттерді орындайтын командалар тізбегі: 2.1-суретте көрсетілгендей қарапайым есептеулерді есептеп шығарады.



```
Command Window
File Edit Debug Desktop Window Help

>> diary exampl-1.txt
>> a1=3;
>> a2=2.5;
>> a3=a1+a2

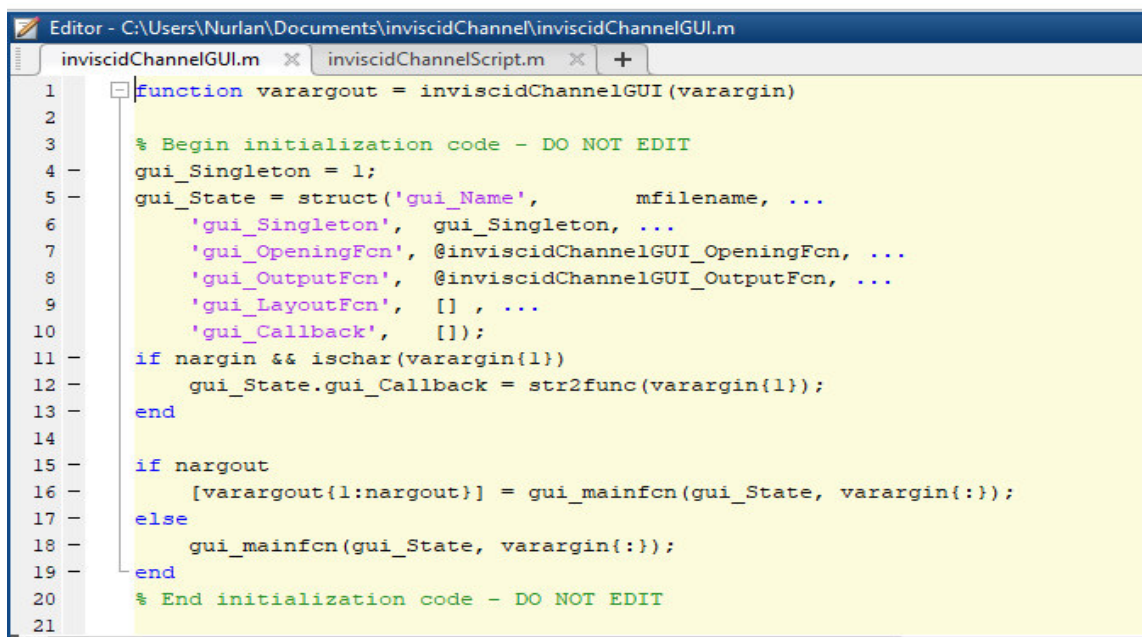
a3 =

    5.5000

>> save work-1
>> quit
```

2.1-сурет – Қарапайым есепке мысал

MatLab тілі деректер құрылымының матрицаларына негізделген, функциялардың кең спектрін, интеграцияланған әзірлеу ортасын, басқа бағдарламалау тілдерінде жазылған бағдарламаларға объектілі бағытталған мүмкіндіктер мен интерфейстерді қамтитын жоғары деңгейлі интерпретацияланатын бағдарламалау тілі болып табылады [7].



```
Editor - C:\Users\Nurlan\Documents\inviscidChannel\inviscidChannelGUI.m
inviscidChannelGUI.m x inviscidChannelScript.m x +
1 function varargout = inviscidChannelGUI(varargin)
2
3 % Begin initialization code - DO NOT EDIT
4 gui_Singleton = 1;
5 gui_State = struct('gui_Name',      mfilename, ...
6     'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
7     'gui_OpeningFcn', @inviscidChannelGUI_OpeningFcn, ...
8     'gui_OutputFcn',  @inviscidChannelGUI_OutputFcn, ...
9     'gui_LayoutFcn',  [], ...
10    'gui_Callback',    []);
11 if nargin && ischar(varargin{1})
12     gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
13 end
14
15 if nargin
16     [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
17 else
18     gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
19 end
20 % End initialization code - DO NOT EDIT
21
```

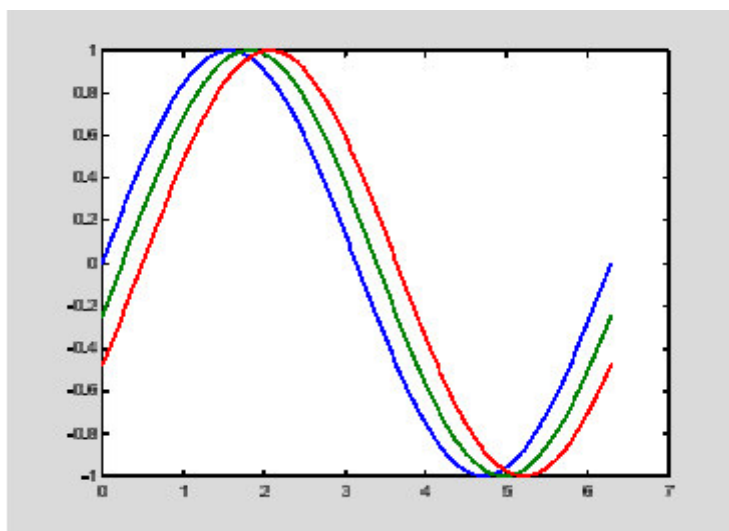
2.2-сурет – Функция және скрипт

MatLab жазылған бағдарламалар екі түрі бар функциялар мен скрипттер. Функциялардың кіріс және шығыс аргументтері, сондай-ақ есептеу мен айнымалылардың аралық нәтижелерін сақтау үшін жеке жұмыс кеңістігі бар. Скрипттер жалпы жұмыс кеңістігін пайдаланады. Скрипттер мен функциялар

машиналық кодқа компиляцияланбайды және мәтіндік файлдар түрінде сақталады оны 2.2-суреттен көре аламыз.

Осылайша, алдын ала немесе талданатын бағдарламалар машиналық функциялар мен скрипттердің көмегімен сақталуы және өңделуі мүмкін. Әдетте мұндай қосымшалар тез орындалады, әсіресе функция графиканы жасау үшін арналған болса.

Басты ерекшелігі MatLab-кең мүмкіндіктер үшін оны есептеу.



2.3-сурет – Қарапайым графиктерді құру

Бұл құралдар бар функцияларды өзгертуге және өз функцияларын қосуға мүмкіндік беретін ашық архитектурамен үйлесімді. Сонымен қатар, бұл жүйенің жұмыс істеу принципі, оның жұмыс істеу принципі, жұмыс істеу принципі, жұмыс істеу принципі, жұмыс істеу принципі, жұмыс істеу принципі, жұмыс істеу принципі, жұмыс істеу принципі, жұмыс істеу принципі, жұмыс істеу принципі, жұмыс істеу принципі, жұмыс істеу принципі, жұмыс істеу принципі, жұмыс істеу принципі, жұмыс істеу принципі. Simulink пайдаланушылары кең және кеңейтілген блоктар кітапханасы мен қарапайым есептер құралдары мен оларды теңшеуге ие. Осылайша, біз бағдарламалық қамтамасыз ету үшін қосымша мүмкіндіктер бере аламыз.

## 2.2 MatLab кітапханалары мен модульдері

Жаңа MatLab модельдеудің қосымша режимдері мен ыңғайлы жұмыс ортасын ұсынады. Модульдер стандартты терминологияны, материалдар кітапханасын, арнайы шешімдер мен графиканы модельдеудің қолдану саласында пайдаланады. Сонымен қатар, MatLab модульдері бір-бірімен толық біріктірілген.

Әрбір модульдің жеке нұсқаулығы мен модельдер кітапханасы бар:

- химиялық технологиялар модулі;
- геология модулі;

- электромагнетизм модулі;
- жылу беру модулі;
- микроэлектромеханикалық жүйелерді зерттеу және жобалау;
- құрылыс механикасының модулі.

Теңдеулер негізіндегі модельдеу нақты процестерді модельдеу үшін негізгі шешім болып табылады. Теңдеулердің негізінде жалпы айнымалылары бар модельдеумен немесе функциялармен жұмыс істеуге болады. Пернетақтада MATLAB теңдеулерін енгізу жеткілікті, бірақ кодты қайта анықтаудың немесе қандай да бір күрделі манипуляцияларды орындаудың қажеті жоқ. Өзгерту режимдері есеп мақсатына байланысты кез келген өзгерістер енгізуге, сондай-ақ есеп шартын өзгертуге мүмкіндік береді.

Бірнеше қосымша өнімдер MATLAB үшін қол жетімді. Олар қолдану саласы бойынша жіктеледі: электрлік, механикалық, сұйық, химиялық, көп мақсатты және сенсорлық, электрлік.

АС / DC модулі статикалық және төмен жиілікті қосымшаларда электромагниттік, магниттік және электромагниттік өрістерді модельдеу үшін қолданылады. Бұл модульде жұмыс істейтін барлық модельдерді шешуге көмектеседі.

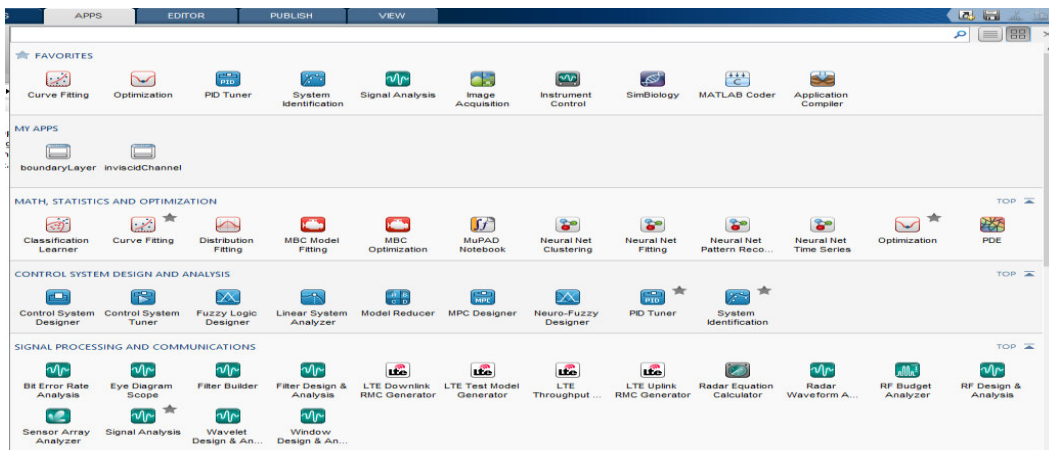
Жоғары жиілікті модуль. Радио жиілік модулін және антенналарды, толқын өткізгіштерді, сүзгілерді, схемаларды, қуыстар мен метаматериалдарды жобалау үшін құрылғыларды әзірлеушілер пайдаланады. Әр түрлі саладағы ақпараттарды сала бойынша графиктер түрінде көрсету үшін қосымша мүмкіндіктері арқылы көрсете аламыз 2.4-сурет.

Сәуле модулі оптикалық. Оптикалық модуль толқын ұзындығы бар жүйелерде электромагниттік толқындардың таралуын модельдеу үшін, ең аз геометриялық дезинтеграция үшін пайдаланылуы мүмкін.

МЭМС модулі. MEMS модулі электромагнитті құрылым, жылу құрылымы немесе өзара іс-қимыл құрылымы үшін физикалық интерфейстер деп аталатын модельдеу құралдарын қоса алғанда, физикаға арналған алдын ала анықталған құралдар жиынтығын ұсынады.

Плазмалық модуль. Төмен температуралы плазмалық көздер мен жүйелерді модельдеу үшін қолданылады. Инженерлер мен зерттеушілер разряд физикасы туралы түсінік алу және құрылым өнімділігін өлшеу үшін оны пайдаланады [13].

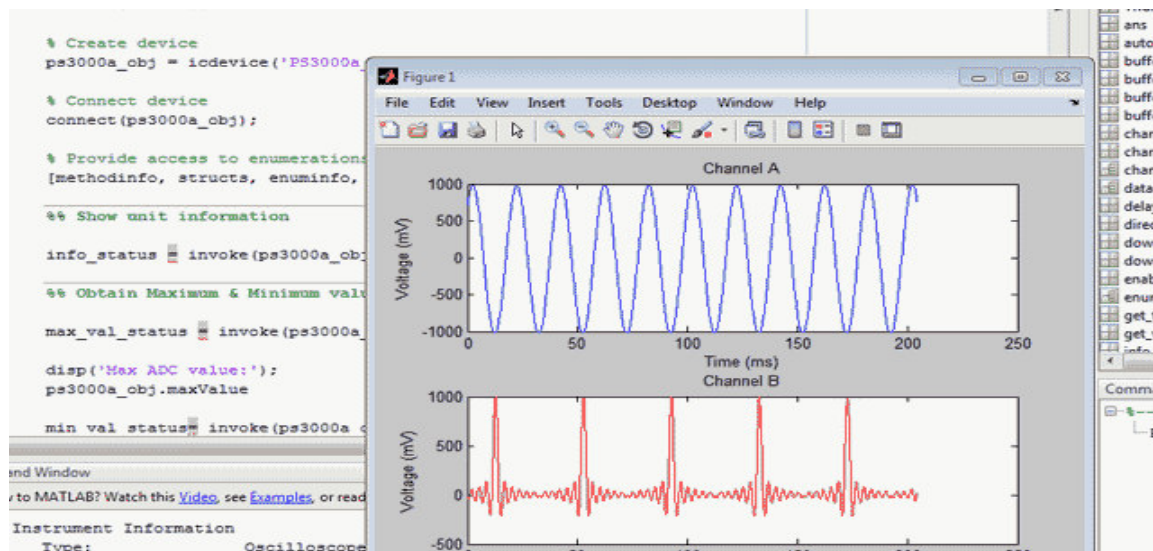
Жартылай өткізгіш модуль. Жартылай өткізгіш модуль толық талдау үшін физиканың іргелі деңгейінде жартылай өткізгіш құрылғылардың жұмысын модельдеуге мүмкіндік береді. Модуль диффузиялық дрейф теңдеулеріне негізделген.



2.4-сурет – Қосымша мүмкіндіктерді жүктеу

Толқындық Оптика Модулі. Модуль сызықты және сызықты емес оптикалық орталарда Электромагниттік толқындарды таратуға арналған арнайы құралдарды ұсынады. Модуль екі жиілікті немесе сағаттық белдеулерде Электромагниттік толқындарды жоғары жиілікті модельдеу үшін оптикалық құрылымдарда пайдаланылуы мүмкін.

Құрылымдық және акустикалық. Құрылымдық кернеулерге және динамикалық жүктемелерге ұшыраған механикалық құрылымдарды талдауға арналған. Оны күріш көрінгендей, стационарлық, өтпелі процестерді, мод / модальды, параметрлік, квази жиілікті жиіліктерді, тығыздағыштарды және алдын ала кернеулерді қоса алғанда, талдаудың кең ауқымы үшін қолдануға болады. 2.5.



2.5-сурет – Акустикалық жиіліктерді toolbok арқылы зерттеу

Модульдің сызықсыз конструкциялық материалдары. Модуль механиканың құрылымдық ерекшеліктерін және материалдың бейсызық

материалын, оның ішінде пластикалық деформация мүмкіндіктерінің үлкен деформациясын күшейтеді.

Геомеханика модулі. Геомеханика модулі модульдің құрылымдық механикасына қосымша болып табылады және туннельдер, жер жұмыстарының тұрақтылығы, еністер және тірек конструкциялары сияқты геотехникалық қосымшаларды талдау үшін қолданылады.

Роторлық динамика модулі модульдің құрылыс механикасын толықтырады және Роторлық механизмдердің бүйірлік және айналмалы тербелістерінің әсерін талдау үшін қолданылады, ротордың дірілін және олардың конструкциясын зерттеу үшін рұқсат етіледі.

Акустикалық модуль. Акустикалық модуль акустикалық толқындарды модельдеу, өндіру, өлшеу және пайдалану үшін қолданылады. Қолдану акустикалық жүйелерді, микрофондарды, құлаққаптар мен технология құралдарын қамтиды. Шуды басуды конструкцияда, ядро кедергілерде, сондай-ақ акустикалық қолдануларда рұқсат етуге болады.

CFD сұйық және CFD жылу модулі. CFD сұйық ағынының күрделі модельдерін қамтитын құрылғылар мен жүйелерді модельдеу платформасы. Барлық MatLab модульдері сияқты өнімдер жиынтығында, CFD модулі пайдаланушының графикалық интерфейсі (GUI) арқылы модельдер үшін бастапқы деректерді алуға және осы материалдарды модельдік теңдеулерді жасау үшін пайдалануға теңшелетін дайын физика интерфейсін ұсынады. Нақты физикалық интерфейстер, CFD модулі сұйықтық ағынының көптеген аспектілерін модельдеуге мүмкіндік беретін, соның ішінде қысылатын, неотермиялық, екі фазалы және кеуекті орталардың сипаттамасын, ламинарлы және турбулентті ағын режимінде модельдеуге болады. CFD модулі есептеу гидродинамикасын (CFD) модельдеу үшін стандартты құрал ретінде немесе басқа модульдермен бірге моделдеу үшін өнімдер свитінде пайдаланылуы мүмкін.

Жер Асты Беру Модулі. Ол жер астында немесе басқа кеуектікте сұйықтық ағынын ұқсатқысы келетін инженерлер мен инженерлерге арналған және бұл ағысты кеуектілік, жылу беру, химия және электромагниттік өрістер сияқты басқа құбылыстармен байланыстырады. Оны жер асты суларының ағындарын, қалдықтардың үйінділерін және топырақтың ластануын, ұңғымалардағы мұнай мен газ ағындарын модельдеу, сондай-ақ жер асты суларын алу есебінен топырақты сығу үшін пайдалануға болады.

Pipe Flow Module. Құбырлардағы ағым модулі pipe Flow модулі сұйықтық ағынын, жылу және масса алмасу, гидравликалық соққы, сондай - ақ құбыр және арна желілеріндегі акустиканы модельдеу үшін пайдаланылады. Ол MatLab басқа модульдердің кез келген оңай біріктірілуі мүмкін құбыр әсерлерін модельдеу үшін өнімдер жиынтығы қозғалтқыш блоктарында салқындату құбырлары немесе беру және кемелерге қосылған өнім арналары сияқты ірі объектілер бар. Модуль молекулалық ағын модулі жартылай өткізгіштерді, бөлшектер үдеткіштерін және масс-спектрометрлерді өндеуде қолданылатындарды қоса алғанда, вакуумдық жүйелерді модельдеу

үшін қолданылады. Арнаның шағын қосымшалары да осы модельдеумен шешілуі мүмкін.

**Жылу беру модуль.** Жылу беру модулі жылу беру механизмдерін - жылуөткізгіштік, конвекция және сәуле шығару, құрылыс механикасы, гидродинамика, электромагнетизм және химиялық реакциялар сияқты басқа физикалармен жиі ынтымақтастықта зерттеу үшін модельдеу құралдарын қамтиды.

**Химиялық.** Химиялық реакциялардың, газдардың, сұйықтықтардың, кеуекті орталарда, беттерде және қатты фазаларда немесе барлық осы комбинацияларда еркін химиялық кинетикамен бірге материалды тасымалдауды және жылуды беруді үлгілеуге арналған құралдардан тұрады.

**Батареялар мен отын элементтері.** Батареялар мен отын элементтерінің модульдері отын элементтері, электродтар мен батареялардың электролиттеріндегі мінез-құлыққа ие.

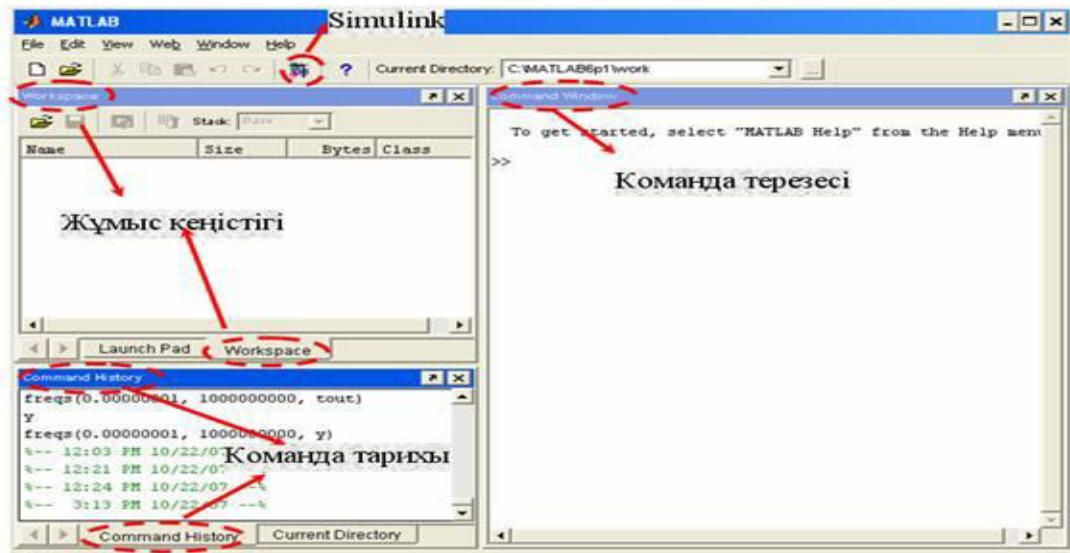
**Коррозия.** Коррозия модулі зерттеушілер мен инженерлерге коррозиялық процестерді зерттеуге, конструкцияның өмір бойы болуы мүмкін коррозия ретінде өткізгіштікті алуға және конструкцияны қорғау үшін электрохимиялық коррозияны болдырмау үшін алдын алу шараларын қабылдауға мүмкіндік береді.

### **2.3 Бағдарламадағы бізге қажетті ерекшеліктері**

MatLab-ты қосқаннан соң 2.6-суретте көрсетілген негізгі терезесі ашылады.

Ол командалық терезе негізінде бірнеше терезені көрсетеді. Команда жолында "> > " енгізу арқылы команданы қабылдауға дайын MatLab командасын таба аласыз. Командалық терезе ғылыми калькулятор режимінде жұмыс істеу үшін қолданылады. Бағдарлама m-file editor редакторында жазылған және M-files деп аталады. Олар \* дейін кеңейтіледі .M. MatLab жүйесінің негізгі тұжырымдамасы жұмыс кеңістігі (Range Space). Жұмыс кеңістігі-MatLab айнымалылары қолданылатын жад кеңістігі. Оны MatLab жүйесінің әр түрлі компоненттері арасында ақпарат алмасу үшін қолдануға болады. Бұл файлдар жобаларды бөлек сақтауға және осы файлдар үшін функционалдық файлдар мен сценарий файлдарын пайдалануға мүмкіндік береді. Өңделетін есеп алгоритмін басқа файлда сақтауға болады. Бұл әдіс жұмысты жеңілдетеді және бағдарламалық кодты оқуды жеңілдетеді. Біз сондай-ақ мәселені шешу үшін жалғыз шешім бар файлды ғана өзгерте аламыз.



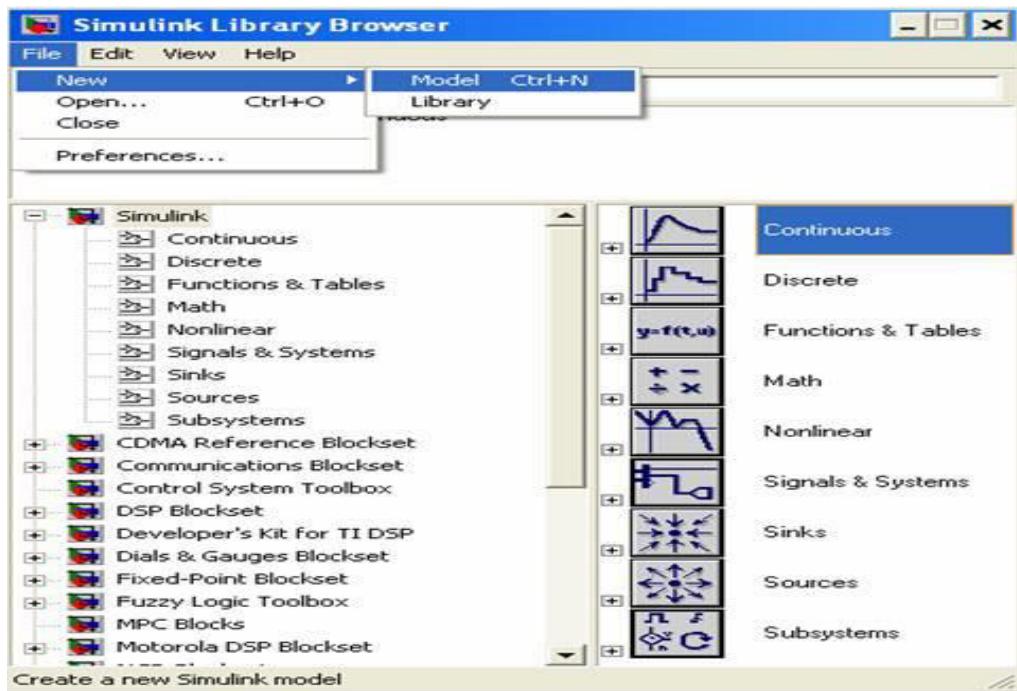


2.6-сурет – MatLab жүйесінің негізгі терезесі

Simulink-динамикалық сызықты және сызықты емес жүйелердің (time-modeling) мінез-құлқын зерттеуге арналған пакет. Бағдарламаны жасауға және жүйе қосылымын жасауға, сондай-ақ олардың сипаттарын диалогтық режимде енгізуге болады. Нәтижесінде \* жүйелік модель (S-модель деп аталатын) құрылады және кеңейтіледі. Бұл есептеу бағдарламалық жасақтаманы жасау визуалды бағдарламалау деп аталады.

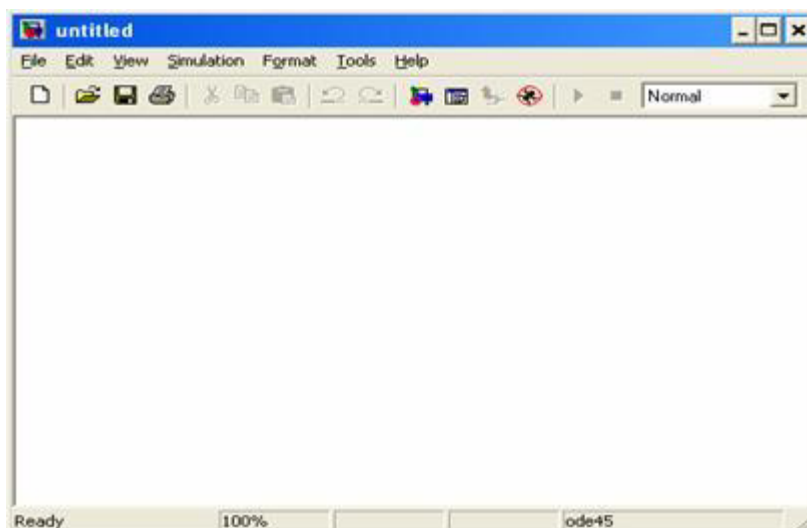
Simulink жұмыс істеу үшін MatLab командасы терезесінен шыға аласыз. Ол үшін құралдар тақтасындағы арнайы батырманы басу керек. Нәтижесінде суреттегі Simulink кітапханасының шолғыш терезесі пайда болады. 2.7. Simulink кітапханаларының тізімі терезенің сол жақ бөлігінде көрсетіледі. Simulink пакеті және Simulink кітапханасы бөлек көрсетіледі.

Графикалық командалардың көп санына қарамастан, олардың синтаксисі пайдаланушыға оңай және ыңғайлы. Қарапайым күрделілікте біз алдымен модификатор ретінде графикалық функцияны қарастырамыз, содан кейін үш өлшемді графиканы, арнайы графиктерді, анимацияны және дискриминациялаушы графиктерді қарастырамыз. Бұл графикалық функциялар жобада қолданылады. MatLab-жоғары деңгейдегі бағдарламалау тілі болғандықтан, мәселені графикалық функциялардың көмегімен шешу керек. Және олар баяндаманың талғамы үшін өте маңызды..



2.7-сурет – Simulink Library Browser терезесі

Модельдеу жүйесінің блок-сұлбасын жасау үшін Simulink браузері терезесінде File / New / Model командасын алу қажет. Нәтижесінде суретте көрсетілген терезе пайда болады. 2.8 S-модельдер. Мұнда біз есептілік талаптарына жауап беретін графикалық қосымшаларды таңдаймыз. Бұл бағдарлама дайын кітапханалардың көмегімен динамикалық процестерді модельдеуге мүмкіндік береді. Біз сондай-ақ дайын блоктарды каталогтар көзі ретінде пайдаланамыз. Яғни үлгілеуді жеңілдету.



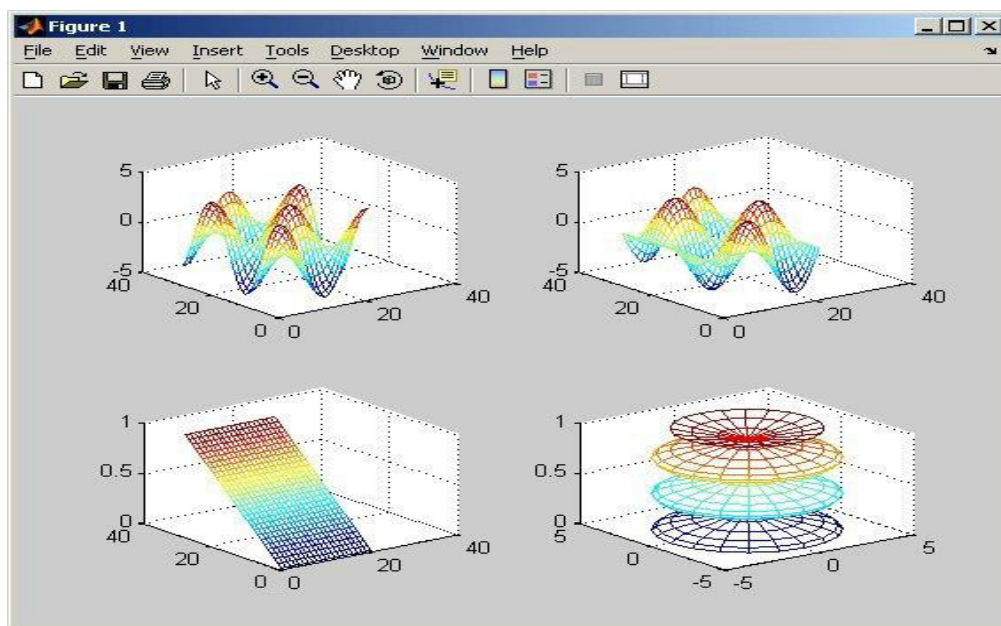
2.8-сурет – Модельдің терезесі

Графиканың түсінігі белгілі бір қасиеттері бар графикалық объектілердің графигін береді. Графикалық командалардың көптігіне



қарамастан, олардың синтаксисі қарапайым және оқырмандарға түсінікті. "Қарапайым және күрделі" ережесін негізге ала отырып, алдымен модификатор ретінде графикалық функцияны қарастырайық, содан кейін үш өлшемді графиктерді, арнайы, анимациялық және дискретті графиктерді қарастырайық. MatLab-жоғары деңгейдегі бағдарламалау тілі. Ол оңай игеруге болатын бірнеше негізгі ұғымдар мен принциптерге ие. Бұл жүйе көптеген операциялар мен функцияларға, командаларға және бағдарлама интерфейсіндегі түймелерге ие. Міне, тағы бір екі өлшемді және үш өлшемді графикалық галереясы, бұл олардың функциялары, қасиеттері, құрылымы бойынша есептерді оңай шешуге мүмкіндік береді. Барлық мүмкіндіктер, сондай-ақ кеңейтілген функциялар осы бағдарламаның ең жақсы сәті болып табылады. Бағдарламалық қамтамасыз етуде MatLab жүйесінің графикалық функциялары қолданылған.

Көп жағдайда, есептеу нәтижелерін талдау үшін оның кестесін жою қажет. Matlab-бұл үшін тамаша нұсқа. Графикті құру үшін бір функцияны пайдалану жеткілікті. Кестені құру кезінде арнайы графикалық терезе ашылады, онда Matlab-та абсцисс және ординат көрсеткілері бейнеленген, аргумент және функцияның мәні көрсетіледі және кесте жасалады. Бір терезеде түрлі түстердің, әртүрлі сызықтардың бірнеше графиктерін салуға болады. Сондай-ақ, суретті өзгерту, өңдеу, сақтау мүмкіндігі бар.



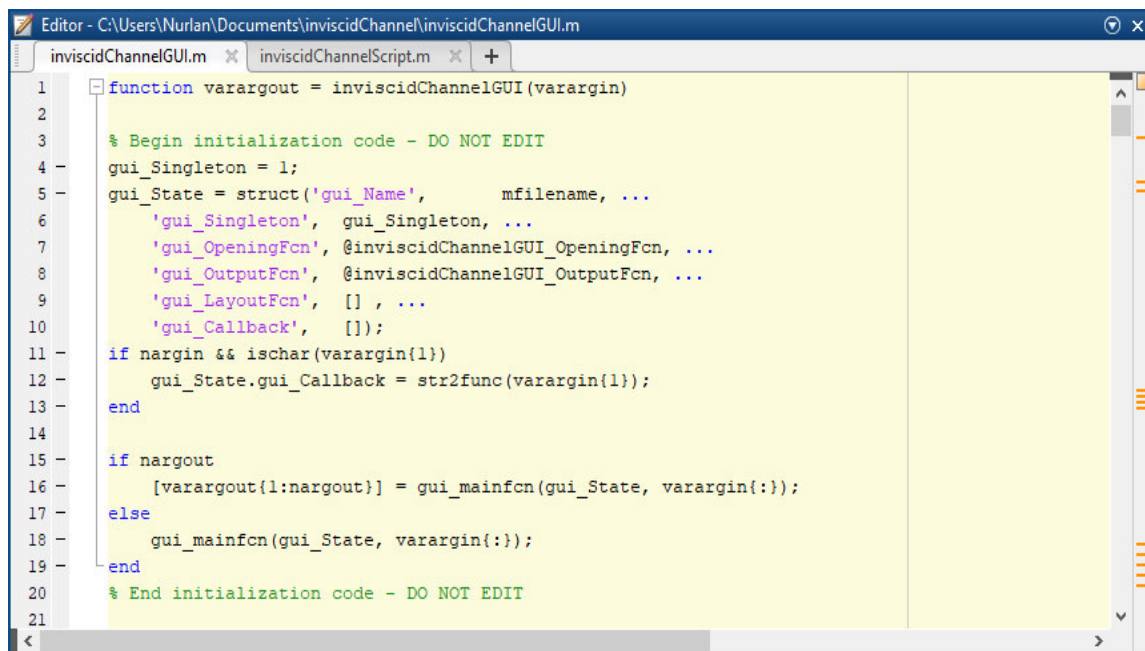
2.9-сурет – Бірнеше графикті біріктірген Subplot функциясы

MatLab графиканы жасау оңай. Өйткені көптеген кестелер үнсіз келісіммен анықталады. Бұл қасиеттерге координаттар осьтерін жою немесе координаттар осьтерін жасыру, олардың болуы, графиканың түсі және олардың қалыңдығы кіреді. Бұл Matlab бағдарламалау бірліктері мен оқу бағдарламаларының кестелерін жақсы білуді талап етеді. Графикалық

қасиеттерді өзгерту үшін визуалды жобалау және басқару принциптері барлық графикалық объектілерге қолданылады.

Берілген параметрлерге байланысты құру функциялары әр түрлі. Мысалы, `plot (y)` кезек ұзындығын жасайды. Мұнда `y`-олардың индексі. Егер аргументтер ретінде екі дәлел келтірілсе, `plot (x, y)` `X` және `y` кестесін жасайды. MatLab әр графика үшін өз түсін автоматты түрде теңшейді (пайдаланушы өзгерткен кезде ғана), бұл типизацияланған ажыратуға мүмкіндік береді. `Subplot` функциясы суреттегі бір терезеде графиктер жиынтығын көрсетеді. 2.9.

MatLab-дегі графикалық мүмкіндіктер үлкен. Ол үш өлшемді графиктерді құру үшін `plot3`, `mesh` және `surf` қолданады. Олардың қарапайым графигінің мысалы үшін  $Z = f(x, y)$  бағандары қажет деп есептейміз. Ол `plot3 (x, y, z)` орындалады. Әрине, `X`, `y` және `z` мәндері осы функцияны пайдаланар алдында анықталуы тиіс.



```
1 function varargout = inviscidChannelGUI(varargin)
2
3 % Begin initialization code - DO NOT EDIT
4 gui_Singleton = 1;
5 gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
6 'gui_Singleton',   gui_Singleton, ...
7 'gui_OpeningFcn', @inviscidChannelGUI_OpeningFcn, ...
8 'gui_OutputFcn',  @inviscidChannelGUI_OutputFcn, ...
9 'gui_LayoutFcn',  [], ...
10 'gui_Callback',   []);
11 if nargin && ischar(varargin{1})
12     gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
13 end
14
15 if nargin
16     [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
17 else
18     gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
19 end
20 % End initialization code - DO NOT EDIT
21
```

2.10-сурет – М-файл

Көп жағдайда MatLab ортасы белгілі бір тапсырмаларды орындау үшін көп командаларды талап етеді. Егер сіз оларды келесі рет қайталауыңыз керек болса, қайтадан жүйеге кіру қажет болады. Ол тек қателерді жасай алмайды. Сондықтан осы командаларды сақтау қажет. MatLab-да бұл құрал скрипт деп аталады. Скрипт-жоғарыда орындалатын мәтіндік файл. MatLab командалары жазылады және файлдың бір кеңейтуі болуы керек. Сондықтан бұл файл `M-file` деп аталады.

MatLab командалары үшін ең ыңғайлы жолы `M-файлдарын` пайдалану болып табылады. Олар командаларды жинай алады, олардың барлығы бірден немесе ішінара орындала алады, файлда сақталады және енді пайдаланыла алмайды. `M` файлдармен жұмыс істеу үшін `M` файлдарының редакторы. Оның

көмегімен өз мүмкіндіктеріңізді жасап, қолдана аласыз және командалық жолдан оларды шақыра аласыз. MatLab басты терезесінде Файл мәзірін ашып, жаңа M-file тармағын таңдаңыз. M-файл редакторлары терезесінде келесі суретте көрсетілген жаңа файл ашылады [14]. Файлды ашу мәзірде жұмыс ортасында файлды ашу немесе m-files 2.10 редакторының көмегімен орындалады.

M файлын кез келген мәтіндік редакторда жазуға болады. Бірақ MatLab бұл үшін арнайы редактор бар және ол жақсы жұмыс істейді. Өйткені ол арнайы функциялар мен MatLab сөздерін әртүрлі анықтайды және әр Сан нөмірленген. Ол m-MatLab файлын немесе сол жақ бағанға ақ парақ белгісін шақыру арқылы шақырылады.

M-файлдағы және MatLab жұмыс ортасындағы айнымалылар скрипт ерекшеліктері бірыңғай жұмыс ортасын құрайды. Сценарий дайын болғанда, оны компьютер жадында сақтау керек. Бұл m файлын кез келген каталогта сақтауға болады. Дегенмен, бұл каталог белгілі болуы керек MatLab. M-файлдың Аты жұмыс ортасында жазылады және "Enter" басылады, MatLab оны іздейді. Біз жаңа каталог жасау үшін келесі команда жасаймыз. Файлдарды Теру Жолы. Осы терезеде MatLab-та тіркелген барлық каталогтарды тізімге қосу үшін: қалтаны жасау командасы қалтасын қосу. Сонымен, егер біздің жаңа каталогымыз тізімге қосылған болса, онда біз сіздің M файлыңызды сақтай аламыз.

Жұмыс ортасынан дайын скриптті шақыру үшін, оның атын енгізіңіз (m бөлігі жазылмайды). Скрипттерді пайдаланудың артықшылықтары мен кемшіліктері ол әрдайым басқа жұмыс ортасында шақырылуы тиіс, сондықтан оны жұмыс ортасы өзгергенде шақыруға және paramert мәнін енгізуге болмайды. Файл кез келген уақытта туындауы мүмкін M-functions деп аталады және жұмыс ортасына байланысты емес. Бұл мәтіндегі% белгісі түсініктеме болып табылады және тек MatLab орындалмайтыны туралы пайдаланушыны ақпараттандыру үшін қолданылады. Міне, арнайы ескерту-drawnnow командасы. Ол тек сценарийде немесе m-функцияда қолданылады және оны бір уақытта салу керек екенін көрсетеді. Жұмыс ортасында MatLab графиктері жоғарыда көрсетілген командаларды орындау кезінде автоматты түрде сызылады. Сценарийлер мен m-функциялар автоматты түрде осы команда жоқ графиктерді суреттемейді. Сонымен қатар, түсініктеме орнату басқа пайдаланушыға бағдарламаны оқуды жеңілдетеді. Уақыт өте келе, бұл жақсы идея есте жұмыс бағдарламасы.

## **2.4 Модельдеу қосымшасын жобалау және есептеу**

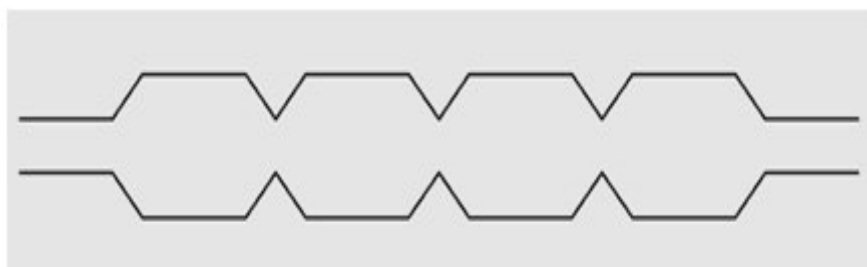
Менің дипломдық жобамның тақырыбына сәйкес гидродинамикалық тұрақсыздық процессін MatLab жобалау ортасында жүзеге асыру қолға алынды. Осы программалық қамтаманың ерекшеліктеріне сүйене отырып, тапсырманы орындадым. Қазіргі кезде ғылымның дамуы, кез келген ғылыми жобаның орындалуы және экономикалық тиімділік бойынша шешім

қабылдануы және адами қызметтің басқа да көптеген салаларында математикалық және компьютерлік модельдеумен тығыз байланысты. Осы факторларды ескере отырып жобалау үшін ең тиімді бағдарламалау ортасы ретінде MatLab таңдап алынды [13]. Жобаны жасау үшін есептеу әдісін таңдау өте маңызды, өйткені есептің шартына сәкес келетін есептеу жолдары қойылып отырған шарттарды қанағаттандыруы тиіс. Сонымен қатар қазіргі қоғамның даму деңгейін және оның зияткерлік мүмкіндіктерін анықтайтын факторлардың бірі оны есептеу техникасы құралдарымен жабдықтау болып табылады. Қазіргі уақытта ЭЕМ пайдалану саласы соншалықты кең, бұл оны қолдану орынсыз болатын сала жоқ.

Есептеу техникасының дамуы бағдарламалау тілдерінің пайда болуына және, демек, бағдарламалық қамтамасыз етуді жасау мен жетілдіруге әкелді. Алайда, бағдарламалық жасақтаманы жаңарту жоғары күрделілікке байланысты. Сондықтан бағдарламаны әзірлеу процесі еңбекті талап етеді, ал оларды түрлендіру мен сүйемелдеу қиындайды. Дәстүрлі инженерлік қызмет әр түрлі есептік есептерді, эксперименттерді, құжаттаманы шешумен байланысты. Заманауи әдістер мен компьютерлік технологияларды дамыту маманның кәсібилігін айтарлықтай өзгертеді.

Компьютерлік технологиялар саласындағы міндеттердің бірі ғылыми зерттеулердің автоматтандырылуы мен тиімділігін, әмбебап пакеттерді, атап айтқанда математикалық пакеттерді іздеу, дипломдық жобада әмбебап қосымшаларды құру, кез келген уақытта параметрлерді өзгерту, дипломдық жобада әмбебап қосымшаларды құру болып табылады.

Құбырлы арналарда аралас Ньютон сұйықтықтарының турбуленттік ағындарын модельдейтін көптеген сандық әдістер бар. Жұмыстар қатарында (Минскер К. С., Шлихтинг Г. А., Каминский В. А., Хинце И. О., Фафурин В. А., Тахавутдинов Р. Г., Данилов Ю. М., Мухаметзянова А. Г., Петровичева Е. А., Захаров В. П. және т.б.) турбулентті түтікшелі аппарат каналында аралас сұйықтықтардың турбулентті ағыстарын зерттеу жүргізілді, бірақ бұл жұмыстардағы міндет осесимметриялық ретінде және ол үшін модельдеу математикалық модельдің көмегімен жүргізілді. Сондықтан, каналдағы сұйықтықтардың компоненттерінің тұрақсыздығын 2D моделдеуде, екінші аралас компонентті енгізуді ұйымдастыру сақиналы саңылаулар арқылы немесе ілеспе екінші ағын ретінде ғана мүмкін болды. Сонымен қатар диффузорлық – конфузорлық типті құбырлы канал 2.11-суреттегідей тұрақсыздықты тудыруға немесе тұтқырлықты жоғарлатуға мүмкіндік туғызады.



## 2.11-сурет – Диффузорлық-конфузорлық түтікше

Араластыру процесін 2D үлгілеу барысында ағынның форсункалар немесе соплалық коллекторлар арқылы немесе сұйықтық көлемін өзгерту үшін кодталуы мүмкін, бұл тіпті тұрақты ағысты өзгерте алады. Бұл жағдайда реактивті жүйе тиімді турбуленттік ретінде әрекет етеді. Жұмыста біз көлемді түтікті таңдадық, және Біз тұрақсыздық үшін белгілі бір кедергіні таңдадық. Бұл араластыру тиімділігі бұзылған ағында форсункадан ағатын ағыстың өзара әрекеттесуі кезінде турбуленттілік сипаттамаларының күшті өсу фактісі және арнаның кенеттен кеңеюі кезінде пайда болатын қайтарымды ағынның құйынды аймағы есебінен жүзеге асырылады. Бұл процесті каналдағы сұйықтықтарды сандық 2D эксперимент арқылы ғана кодтауға болады.

Қарапайым деңгейде айқын сұрақтардан бастайық. Өздеріңіз білетіндей, баяу сұйықтық ағыны (сіз краннан шығатын су БАҚЫЛАУДА тұрғанына көз жеткізе аласыз) біркелкі, реттелген, тұрақты болады. Бұл ток ламинарлы деп аталады. Алайда, егер ағынның жылдамдығы көбейсе, толықтықтан басқа ағынның түріне ауысу жүреді, сұйықтық ағыны өте тұрақсыз, дәл емес, шатастырылған және тұрақсыз. Сұйықтық элементтері бір мезгілде кездейсоқ ағындарды құрайды және біз тек белгілі бір бағытта орташа ағын туралы айта аламыз. Бұл факт (қозғалыстардың екі түрінің болуы) бұрыннан белгілі, бірақ өткен ғасырдың 80-ші жылдарында Осборн Рейнольдс ламинарлық ағымнан объект турбуленттілігіне өтуді жүйелі түрде зерттеді. Ол түрлі диаметрлі сақиналы каналдардағы сұйықтық ұшындағы ламинарлы-турбулентті өтуді, сондай-ақ сұйықтық қысымын (және орташа шығын) байқап, әртүрлі тұтқырлықты сұйықтықтарды қарады. Ол едәуір өтпелі кезеңге қатысты мінсіз құқықтық норманы белгіледі. Ол (сыни жылдамдық) сұйықтықтың тұтқырлығына пропорционал және түтікшенің диаметріне кері пропорционал. Егер Рейнольдс саны төмен болса, онда ламинарлы, үлкен турбулентті Рейнольдс санының сыни мәні бар және ламинарлы-турбулентті ауысуды ламинарлы және турбулентті әсер ету фазасының өзгеруімен жазуға болады. Кейін ламинатордан турбуленттік формада өту тек құбыр (арна) ағынында ғана жүзеге асырылмайтыны белгілі болды. Бұл барлық тұтқыр сұйықтық ағындары үшін қалыпты деп айтуға болады. Атап айтқанда, кемелің немесе су асты қайығының ағынының пішіні, Балық немесе құс денелері ламинарлы-турбулентті ағыспен сипатталады, ал формула  $D, L$  орнына өтетін дене түріне және тұрақты  $C$  денесінің түріне байланысты ғана пішінін сақтайды..

Осылайша, турбуленттікке көшу тұрақсыздыққа және тұрақсыздыққа, өз кезегінде, наразылықтардың пайда болуы мен дамуына байланысты. Нақты физикалық жүйеде қандай сұйықтық пайда болуы мүмкін? Ашу көздері тым көп. Ең алдымен, нақты құрылғы (сұйықтық үшін қозғалатын арна) ғимараттың қабырғалары мен едендерінен ауытқуы мүмкін немесе тіпті әлсіз сейсмикалық теңгерімсіздік. Одан әрі, сұйықтықтың арнаға кіруі ешқашан өте тегіс болмайды, сұйықтыққа кіретін ұйытқулар енгізіледі, олар сұйықтықтың

бойымен онымен бірге қозғалады және қолайлы жағдайында өсуі. Қабырғасының арна дерлік ешқашан айырылған тегіс емес, беті тегіс. Бұл кедір-бұдыр ағыны үздіксіз ұйықтайды. Бұл тізім ұзақ уақытқа созылуы мүмкін еді. Бірақ наразылық көзі бар, мүлдем жойылмайтын. Бұл флуктуация деп аталады. Мысалы, ағынның осы нүктесінде тығыздық тұрақты, бұл орташа алғанда тұрақты дегенді білдіреді. Осы орташа мәннің жанында шағын, бірақ сол немесе басқа жаққа макроскопиялық ауытқулар болады. Олар қысымның, температураның және жылдамдықтың макроскопиялық (шағын) ауытқуларына (флуктуацияларға) әкеледі. Флуктуация, осылайша, тұрақты әрекет ететін наразылық көзі болып табылады, негізінде жойылмайтын [11].

Енді соңғы ұзындықтағы құбырдағы ламинарлы-турбулентті өту (ол) бойынша тәжірибе жасаймыз. Біз құбырға кіруді барынша тегіс және біртіндеп жасауға тырысамыз. Өрт қабырғасының қатты бетінен, сондай-ақ дәл беттеріне қажетті сүртіп алуға тырысыңыз. Құбырдың соңғы ұзындығы бар, сондай-ақ маңызды рөл атқарады: сұйықтықтың ағынында шағын ашытқылар пайда болғанын елестетіп көріңізші, олар біріншіден, төмен түседі және екіншіден, тұрақсыздық жағдайында өседі. Өсу үшін уақыт қажет. Ашытқыны жою үшін шығын бөлінген құбырдың ұзындығына тең уақыт қажет (мөлшері бойынша). Егер талап-арыздың ұлғаю уақыты бұзушылық уақытынан асып кетсе, онда құбырдың жұмыс бөлігінің өсуінсіз өз шегіне шығады. Кері байланысқа негізделген тәжірибені ескере отырып, кіру және қабырғалардың кедір-бұдырлығы сияқты өзгерістердің Елеулі көздері толығымен жойылады және ауытқу нәтижесінде жұмыс орнынан тыс токпен ауыстырылады. Мұндай эксперименттердің нәтижелері таң қалдырады: турбуленттіліктің қозу шегін, сыни Рейнольдстердің санын айтарлықтай силицирлеуге болады, сондықтан 2-3 есе арттыруға болады, "турбуленттілік шегінің созылуы" жүреді..

Сондай-ақ, қабырғалардың реттелетін кедір-бұдырлығымен тәжірибе қоюға болады. Кедір-бұдырлықты тек белгілі бір шегіне дейін азайтуға болады, молекулалық мөлшерге дейін айтамыз. Бірақ оны қабырғаға жапсыра отырып, жасанды түрде арттыруға болады, мысалы, бақыланатын өлшемдердің ұсақ кристаллдарын. Осылайша, ортасында кедір-бұдырлығы бағаланатын түтіктердің тұтас гаммасын жасау мүмкін. Тәжірибе көрсеткендей, бұл жағдайларда ламинарлы-турбуленттік өту шегі да кең ауқымда өзгереді, Рейнольдстың саны кедір-бұдырлықтың азаюымен өседі.

Бұл қарапайым тәжірибе турбуленттікке ауысуды гидродинамикалық тұрақсыздықпен байланыстыру идеясының дұрыс екенін айтады. Бірақ толық тыныштық үшін қандай да бір тапсырма мысалында Рейнольдстың теориялық сын санын оның тәжірибелік мәнімен егжей-тегжейлі салыстыру қажет. Бұл сандардың сәйкес келуі гидродинамикалық тұрақсыздық тұжырымдамасының пайдасына маңызды дәлел болады.

Алдыңғы бөлімнің соңында айтылған теория қазіргі уақытта бар. Ол танымал баяндау үшін аз бейімделген, себебі математикалық өте күрделі. Тек

бір ерекше сәт туралы айтайық. Бұл теория тек шағын наразылықтардың дамуын қадағалай алады. Бұл дегеніміз, егер тұрақсыздық жағдайында наразылық өссе, онда жақын арада ол да өсе бастайды және теория құзыретінен тыс шығады. Дегенмен, бастапқы үрдіс (өсу) осы теориямен бақыланады.

Біз бұл теорияны олардың математикалық күрделілігіне байланысты ұсынуға тырыспаймыз. Бірақ оның эволюциясындағы идеологиялық нүктелерді бақылауға болады. Бұл біздің мақсатымыз. Сіз Рэлей ұсынылған тұтқыр тәсілден бастауға болады. Оның мәні-көріністің мінез-құлқы қалыпты емес, уақыт өте келе пайда болатын толқындарда, қозғалыстың тұтқырлығы. Тұтқырлығы, бір жағынан, болмашы әсер, екінші жағынан-гидродинамикалық тұрақтылық теориясындағы ең қызықты құбылыстар-саңылаулардың өсуі, тұрақсыздық пайда болуы-Рейнольдстің үлкен сандарында жүреді, яғни формуладан көрініп тұрғандай, ол төмен тұтқырлыққа тең. Кез келген жағдайда, мұндай тәсіл алғашқы орта қадам ретінде ұсынылады. Сонымен қатар математикалық талдау өте оңай. Рэле талдауының қарапайымдылығының арқасында жылдамдық профилінің типі бойынша токтың орнықтылығын дәлелдеуге мүмкіндік беретін жалпы теоремаларды қалыптастырды. Рэлей нәтижелерінің арасында ең маңызды мән жылдамдық профилінде иілу нүктесі туралы теорема болып табылады. Осы теоремаға сәйкес каналдағы ағымның тұрақсыздығының қажетті шарты қисығы бар нүктенің болуы болып табылады, яғни көлденең координаталардың екінші туындысы нөлге түсетін нүктенің болуы болып табылады. Сондықтан, мысалы, қысымның өзгеруі әсерінен жалпақ арнада пайда болатын Окс-препараттарының жазық ағыны параболикалық профильмен сипатталады, сондықтан (жақындағанда) ол тұрақты: осы профильдің екінші шығуы қиманың бірде-бір нүктесінде нольмен айналмайды. Профиль деформация пуазейля алынған ағынымен, соншалықты нестабилен, бұл туындайды перегиб ашкөз [5].

Турбулентті ағынның (ламинарлық) маңызды қасиеті жоғары қарсылық болып табылады. Турбуленттік қозғалыс режимінде канал бойынша сұйықтықты беру ламинарлық қозғалысқа қарағанда әлдеқайда көп кедергілерді еңсеруге тиіс. Бұл анық немесе аз. Себебі кедергі арна арқылы ағымдағы сұйықтық ағысына байланысты. Ламинарлық режимде бұл тұтқырлықтың, басқа сөзбен айтқанда, қабырғаға сұйықтықтың есебінен болады. "Сол турбулентті режимде бұл өте қуатты турбулентті тербеліс, ол тұтқырлықтың тиімді артуы болып табылады..

Тұтқырлығы Сұйықтықтар мен газдардың негізгі қасиеттерінің бірі болып табылады. Мысалы, майлау материалдарын таңдау үшін отын алдын ала тұтқырлығы бойынша таңдалған болады. Сұйықтықтың таралуы өте күшті. Сұйықтық температурасы сыни температураға жеткендіктен (мысалы, су 1000-шы жылдары қайнайды), ол басқа фазаға ауысады. Кастор майының тұтқырлығы төрт есе төмендейді, әсіресе тұтқырлықтың тұтқырлығы күшті

болғанда, мысалы, температура 180 ° С-ден 400 ° с-ге дейін жоғарылағанда [12].

Барлық нақты сұйықтықтардың бір қабаты екінші қабатпен салыстырғанда қозғалғанда, үйкеліс күші аз болады. Қозғалатын қабаттың баяу қозғалатын бөлігіне қозғала отырып, күшті жылдамдатады. Керісінше, қозғалатын қабаттың қозғалатын бетіне жылдам қозғалатын бетке әсер ететін күш әсер етеді. Бұл күштер қабаттың бетіне бағытталған үйкеліс ішкі күші деп аталады. Үйкеліс ішкі күшінің шамасы сұйықтықтың ағынының жылдамдығы бір қабаттан екінші қабатқа қаншалықты тез өзгередіне және сұйықтықтың қаралатын қабатының  $s$  бетінің ауданы неғұрлым көп болса, соғұрлым көп. Бір-бірінен сұйықтықтың екі қабаты  $\Delta h$  қашықтығының бір-бірінен  $v_1$  және  $v_2$  жылдамдығымен ( $v_1 - v_2 = \Delta v$ ) тең деп болжаймыз.  $\Delta h$  қабаттарының қашықтығын өлшеу кезінде бағыты сол қабаттардың жылдамдығына перпендикуляр. Содан кейін  $\Delta v / \Delta h$  жылдамдық градиенті деп аталатын бір қабаттан екінші қабатқа жылжу кезінде жылдамдық қаншалықты жылдам өзгередінін көрсетеді. Ньютон үшін сұйықтықтың екі қабатының арасындағы үйкеліс күші жылдамдықтар мен сұйықтықтың түйіспелі қабаттарының әр түрлі бетінің ауданына пропорционалды болды және осы қабаттардың арасындағы қашықтыққа кері пропорционалды.

Тұтқырлық коэффициенті неғұрлым үлкен болған сайын сұйықтың идеал сұйықтан айырмашылығы мен үйкеліс күші соғұрлым үлкен болады.

Түтікшелі арнадағы араластырудың тиімділігі  $\gamma$  араласуы коэффициентінің көлемдік орта мәндерін анықтайтын болады, ол турбуленттіліктің  $\varepsilon$  кинетикалық энергиясының диссипация жылдамдығына, сондай-ақ жалпы қысымды жоғалтуға байланысты болуы мүмкін [12]:

$$\gamma_a = 1 - \frac{1}{V} \iiint_V |C(x, y, z) - C_0| dV, \quad (2.1)$$

$V$  – көлемі;

$C$  – концентрация;

Тұтқырлық коэффициенті олардың арасындағы орташа қашықтыққа байланысты зат молекулаларының өзара әрекеттесу күштерімен анықталған деп есептей отырып, тұтқырлық коэффициенті Бачинский эксперименталды формуласымен анықталады. Температураның өсуімен сұйықтықтың тұтқырлығы азаяды, қысым ұлғайған кезде өседі [12]:

$$\gamma_a = \frac{A}{V_\mu - B}, \quad (2.2)$$

$V_\mu$  – молярлық өлшемі;

$A, B$  – тұрақты шамалар.



Тұтқырлық коэффициенті құбыр қимасы арқылы уақыт бірлігінде өтетін және осы үшін қажетті қысымның өлшемі Пуазейль формуласымен анықталады [12]:

$$V = \frac{\pi \cdot R^4 \cdot \Delta P}{8\mu \cdot l}, \quad (2.3)$$

$R$  – түтіктің радиусы;

$\Delta P$  – қысым шамасы;

$\mu$  – тұтқырлық шамасы;

$l$  – түтік ұзындығы.

Қорыта келе біз кинетикалық теория бойынша сұйықтағы тұтқырлықты анықтау формуласын табамыз. Ол тұрақсыздықты анықтауға қажетті параметрлердің бірі болып табылады [12]:

$$\mu = \frac{1}{3} \cdot \langle \vartheta \rangle \cdot \langle \theta \rangle \cdot \rho, \quad (2.4)$$

$\vartheta$  – жылдамдық;

$\theta$  – молекуланың орташа жүрісі;

$\rho$  – тығыздық.

Осы формула бойынша молекуланың орташа жүрісі қысымға кері шама болып табылады, яғни қысымның әсері өте нашар. Ал тығыздық салмақ пен көлемнің қатынасы арқылы табылады. Тұтқырлықты анықтай отырып дипломдық жобаның қойылған шартына байланысты тұрақсыздықты анықтай аламыз.

Газ немесе конденсатор сұйықтығын беру жылдамдығы, сұйықтық конденсациясы және қысым қысымын азайту. Құбырға беру динамикалық қысымның ұлғаюымен, беру бағытындағы статикалық төмендеумен сипатталған.

Диффузор (гидроаэродинамикада) ағынның баяулауы (кеңеюі) болып табылатын арнаның (құбырдың) бөлігі болып табылады. Диффузор құрылымы бар арнаның бір бөлігі, түрлендіргіш деп аталады. Бұл арналардың шарттарына байланысты, есептің ажыратымдылығы әр арнаның бөлек таңдалатын тәсілдері де өзгереді. Осылайша, гидродинамикалық тұрақсыздық пропуск түтігіне қосымша беріктікті қосады, бұл пайдалы көрініс азаяды. Мен өзгермелі арна жағдайында осы тұрақсыздық жасады, бұл біз динамикалық есептеу арқылы құбылмалылықты есептей аламыз дегенді білдіреді. Тұрақсыздық жылдамдығын температуралық өзара байланыс арқылы көруге болады, бұл жылдамдықтың ұлғаюына қарай оның әсері де артады.

## 2.5 UML диаграммалары

### 2.5.1 Графикалық сипаттамаға анықтама

Бағдарламалық қамтамасыз етудегі объектілерді модельдеу үшін графикалық сипаттама тілі. бұл кең профиль тілі, бұл UML-модель деп аталатын дерексіз модельді жасау үшін графикалық белгілерді пайдаланатын ашық стандарт. базалық бағдарламалық жүйелерді сәйкестендіруге, визуалдауға, жобалауға және құжаттауға арналған. Бұл бағдарламалау тілі емес, бірақ ол түсіндірілетін кодта моделін іске асыру коды ретінде көрсетілуі мүмкін. бағдарламалық жасақтаманы үлгілеумен шектелмейді. Ол сондай-ақ модельдеудің бизнес-процестерін модельдеу, жүйелерді жобалау және ұйымдық құрылымдарды бейнелеу үшін қолданылады [25].

Сонымен қатар бағдарламалық жасақтаманы әзірлеушілерге графикалық дизайнға қол жеткізуді ұсынады және жалпы концепцияларды (сынып, компонент, жинақтау, біріктіру және мінез-құлық) қамтамасыз ету үшін дизайн мен архитектураға көбірек көңіл бөледі.

Кез келген бағдарламалық жүйенің негізгі мақсаты-пайдаланушыға күнделікті тапсырмаларды орындауға көмектесетін бағдарламалық өнімді жасау. Мұндай бағдарламаларды құру үшін, бірінші кезекте, жүйе талаптарға сәйкес болуы тиіс. Алайда, егер бұл талаптар тізімі пайдаланушыларға жазылған болса, көбінесе болашақ жүйе өз мақсатын орындау үшін жасай алатын функциялар тізімін алуға және пайдаланушыға жалпы жұмысты жеңілдетуге болады. Қандай функциялар шешуші мәнге ие және кім анық емес.

Жүйенің қалай жұмыс істейтінін түсіну үшін, ол әдетте пайдалану параметрлерімен жүйенің функционалдығын (прецеденттер немесе прецеденттер) сипаттау үшін қолданылады. Пайдалану опциялары пайдаланушылардың немесе басқа да бағдарламалық жүйелердің сыртқы әсерлеріне жауап ретінде жүйе орындай алатын әрекеттердің дәйектілігін сипаттайды. Пайдалану нұсқалары пайдаланушы үшін маңызды нәтижеге жету тұрғысынан жүйенің функционалдығын көрсетеді, сондықтан алынған нәтиженің маңыздылығы негізінде функцияларды саралауға мүмкіндік береді [25].

Пайдалану нұсқалары бірінші кезекте жүйеге қойылатын функционалдық талаптарды анықтауға арналған және барлық әзірлеу процесін басқарады. Талдау, жобалау, тестілеу сияқты барлық негізгі қызметтер пайдалану нұсқаларына негізделген. Талдау және өрістету параметрлері пайдаланушыларға жүйелік компоненттер жүйелік архитектураға және ыңғайлы функцияларға әсер ететін нәтижелерді іске асыру үшін қалай пайдаланылу керектігін түсінуге мүмкіндік береді.

Уақыт бойынша реттелген элементтердің өзара әрекеттесуін көрсететін реттілік диаграммасы. Атап айтқанда, онда өзара іс-қимылға қатысатын объектілер және олар алмасатын хабарламалар сипатталады.

Реттілік диаграммасында тек өзара әрекеттесуге тікелей қатысатын және басқа объектілермен мүмкін болатын статикалық байланыстар көрсетілмейтін объектілер ғана көрсетіледі. Реттілік диаграммалары үшін негізгі сәт-уақыт бойынша объектілердің өзара әрекеттесу динамикасы. Реттілік диаграммасы екі өлшемге ие. Біреуі-тігінен сызық түрінде солдан оңға қарай, әрқайсысы өзара іс-қимыл жасауға қатысатын жеке объектінің өмір жолын көрсетеді. Графикалық көріністе әрбір нысан өмір жолының жоғарғы бөлігінде тіктөртбұрыш түрінде көрсетіледі. Тіктөртбұрыштың ішінде объектінің аты және қос нүктемен бөлінген сынып аты жазылады. Бұл барлық жазба класс данасы болып табылатын объектінің символы екенін көрсетеді [25].

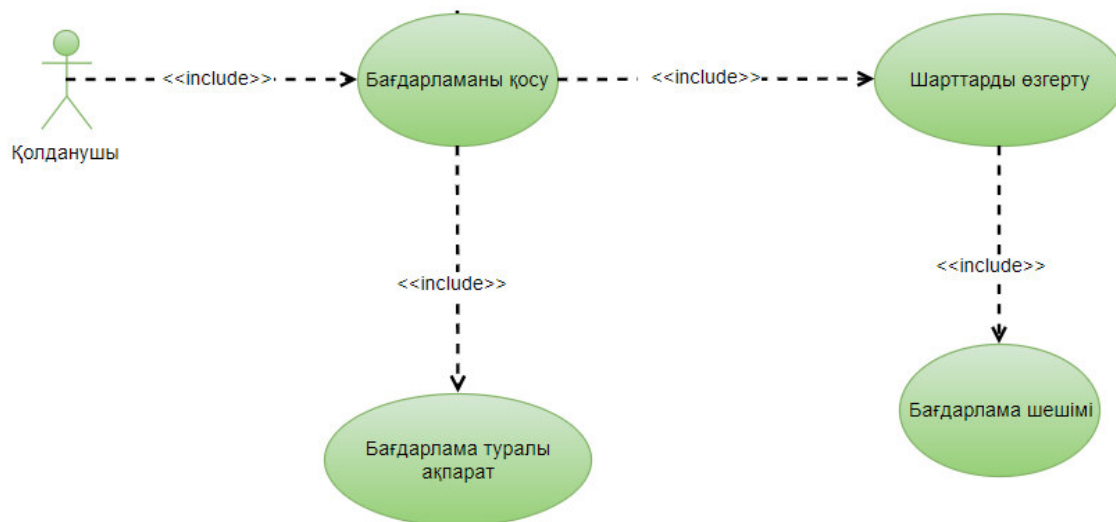
Байланыс сұлбасы-бұл хабарламаларды жіберетін және алатын объектілердің құрылымдалған ұйымдастырылуын немесе тағайындалған рөлдерді көрсететін өзара іс-қимыл схемасының бір түрі. Диаграммада композиттік құрылым немесе ынтымақтастық құрамдастары арасындағы өзара әрекеттесу көрсетілген [25].

Қолдану аясы бағдарламалық қамтамасыз етуді модельдеумен шектелмейді. Оның талғампаздығы құқықтық жүйедегі құжат айналымын, ауруханалық қызмет көрсету жүйесінің құрылымы мен қызмет көрсетуін, сондай-ақ станоктардың құрылымын модельдеуге мүмкіндік береді. Бұл жобада бұл диаграммалар жобалық және бағдарламалық ортада нақты жобаларды қалай орындауға, сондай-ақ бағдарламаның қалай жұмыс істейтінін анықтауға көмектеседі..

## **2.5.2 Прецеденттер диаграммасы**

Бірінші прецеденттер диаграммасын қарастырайық. Бұл диаграммада қолданушының бағдарламамен жұмыс істеу процессі көрсетілген 3.6-сурет.

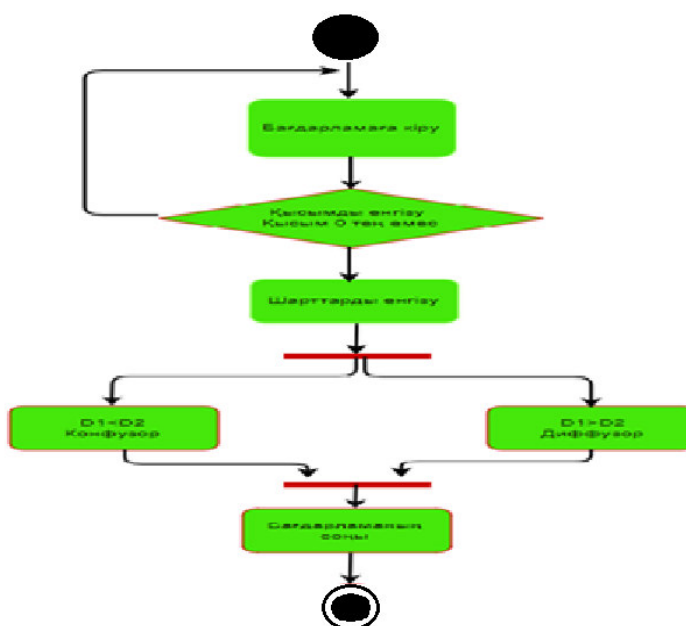
Диаграммада қолданушының бағдарламаны қолдану мүмкіндіктері көрсетілген. Ең алдымен қолданушы бағдарламаны іске қосу барысында интерфейстік бағдарламаның толық файлдарын ашуға рұқсат сұрайды. Сонымен қатар сұрақ белгісін басу арқылы программа туралы қосымша ақпаратты алуға болады. Және бағдарлама шарттарын қолмен өзгерте отыра әр түрлі шарттарға қол жеткізуге болады. Бағдарлама шешіміне сәйкес анализдер жүргізуге болады, сонымен қатар бағдарламаның интерфейсін осы диаграммалар арқылы логикасын құрастыруға болады. Және осы диаграммалар қолданушы үшін қолдану түсініктемесі болып табылады. Алгоритімдер диаграммасында бағдарлама жұмыс жасау жолы мен есептеу шарттары көрсетілген. Ол 3.9-суретте көрсетілген.



3.6-сурет – Прецеденттер диаграммасы

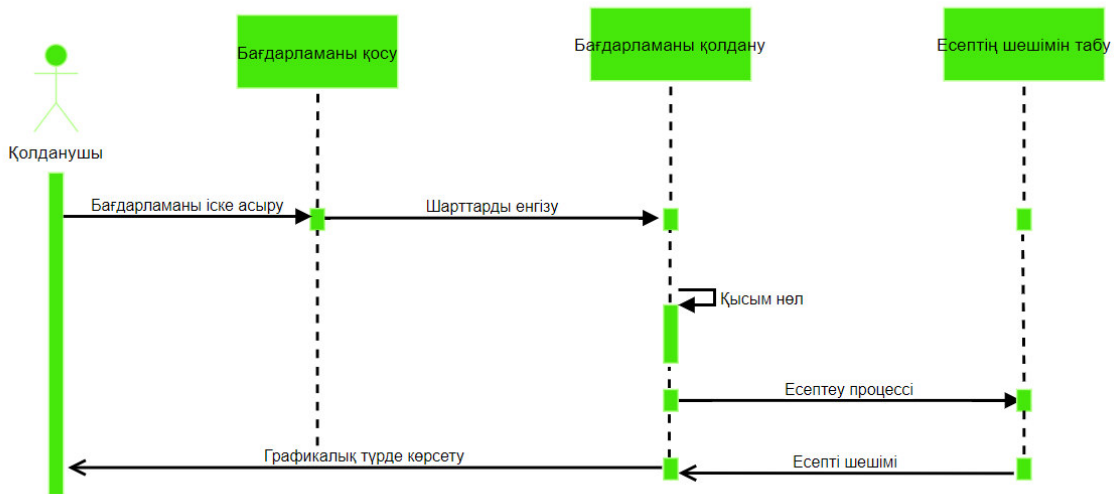
### 2.5.3 Жүйенің қызмет жасау диаграммасы

2 суретте қызмет жасау диаграммасы көрсетілген, яғни бағдарламалық қосымшаның жұмыс жасау шарттары толық ашылған. Тоқталып өтетін болсақ қолданушы бағдарламаға кіре салысымен шарттарды өзгерте бастайды, соның ішінде 0 бола алмайтын шарт қатарына қысымды жатқызамыз. Олай дейтін себебіміз қысымсыз толық ағынның болмайтыны белгілі, зерттеу шартына орынсыз. Одан соң каналдың конфузорлық немесе диффузорлық болу шарты орындалады. Осы шарттарға сәйкесінше есептің шешімі алынады.



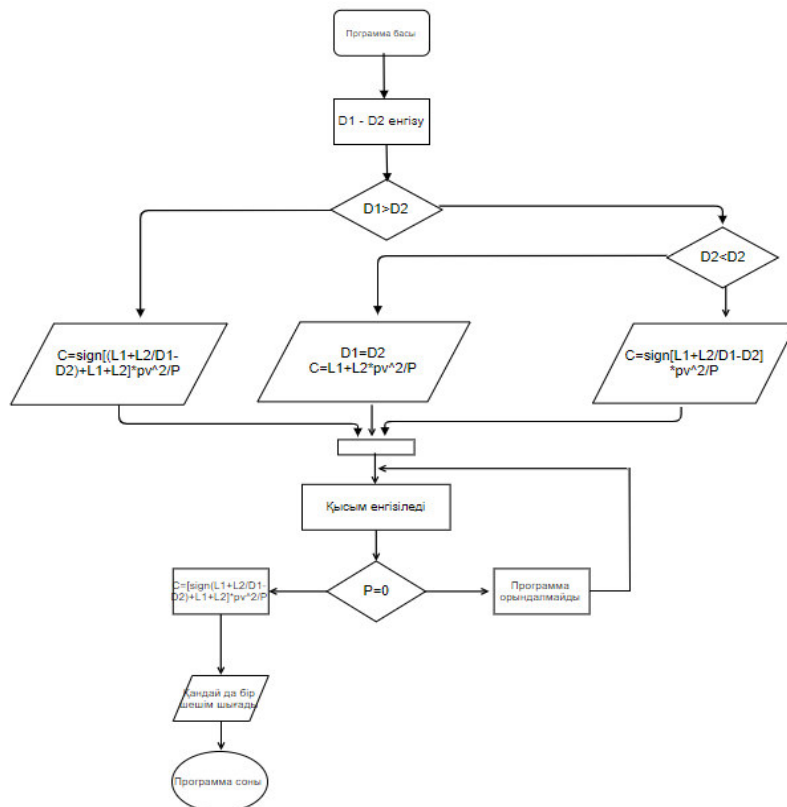
3.7-сурет – Жүйенің қызмет жасау диаграммасы.

## 2.5.4 Кезектілік диаграммасы



3.8-сурет – Кезектілік диаграммасы

## 2.5.5 Бағдарлама алгоритімі

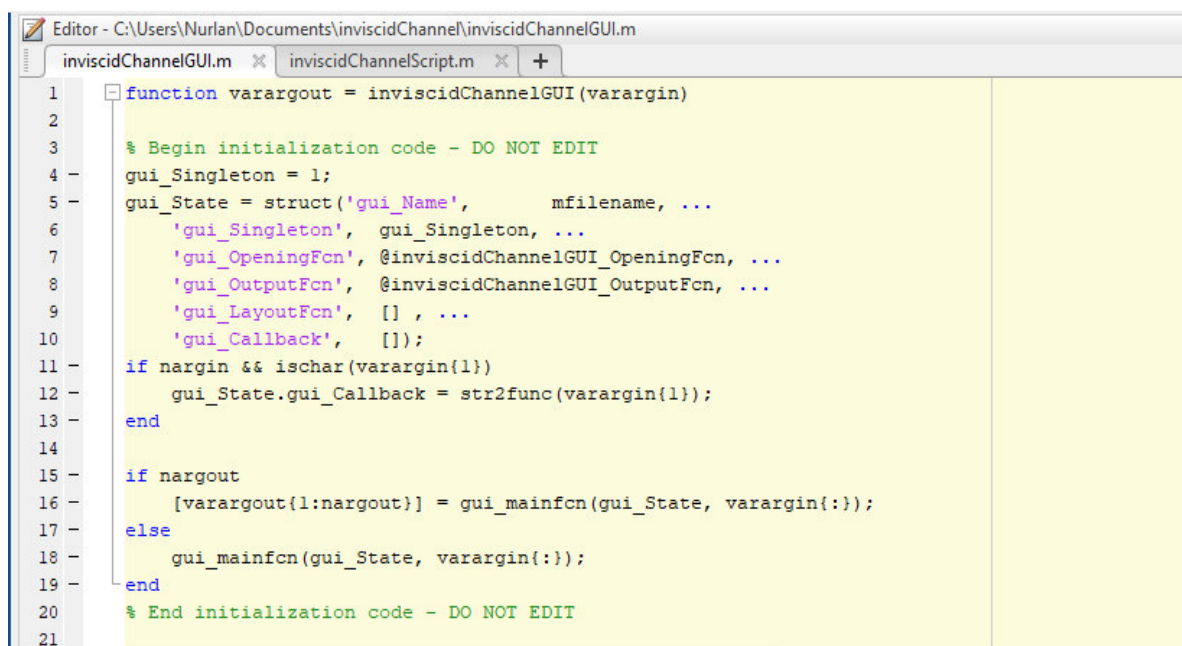


3.9-сурет – Программа алгоритімі

### 3 Бағдарламаны іске асыру

#### 3.1 Әзірленіп жатқан бағдарламаның сипаттамасы

Дипломдық бағдарламаны жобалау функция мен скрипттен бастама алады. Бағдарламаны жобалау үшін гидродинамиканың негізгі түсініктерімен таныстым. Сонымен қатар интерфейстік бағдарламаны жобалауды жүргіздім. Математикалық есептеулерге сәйкес формулаларды пайдалана отырып бағдарламалық қамтамаға өз жұмысыма сәйкес алгоритмдерді енгіздім. MatLab программалау тілінде объектіге негізделген тіл болғандықтан, менің зерттеліп отырған объектім гидродинамикалық тұрақсыздық болып отыр. Жоғарыда айтылып өткендей тұтқырлықты кинетикалық теория бойынша анықтап, сол арқылы тұрақсыздықты зерттедім. Бағдарламалық қамтама түтікше, және сол түтікшеден өтетеін сұйықтықтан тұрады. Ол жерде біз каналды конфузорлық немесе диффозорлық түрінде, сонымен қатар бөгет пен жалпы каналдың ұзындығын өзгерте аламыз. Бастапқы ақпараттарға жылдамдық, су бөлшектерінің орташа қозғалыс алшақтығы, су концентрациясы мен көлемі болып отыр.



```
Editor - C:\Users\Nurlan\Documents\inviscidChannel\inviscidChannelGUI.m
inviscidChannelGUI.m  inviscidChannelScript.m  +
1  function varargout = inviscidChannelGUI(varargin)
2
3  % Begin initialization code - DO NOT EDIT
4  gui_Singleton = 1;
5  gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
6                   'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
7                   'gui_OpeningFcn', @inviscidChannelGUI_OpeningFcn, ...
8                   'gui_OutputFcn',  @inviscidChannelGUI_OutputFcn, ...
9                   'gui_LayoutFcn',  [], ...
10                  'gui_Callback',    []);
11  if nargin && ischar(varargin{1})
12      gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
13  end
14
15  if nargin
16      [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
17  else
18      gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
19  end
20  % End initialization code - DO NOT EDIT
21
```

3.1-сурет – Негізгі жұмыс жасау функциясы

Функциялық қосымшада негізгі жұмыстар орындалады, олар графикалық батырмалар мен орындау амалдары көрсетілген, ал скрипттік бөлімінде есептеу әдісі мен негізгі логика орналастырылған. Және графикалық компонентте орналасқан, ол графиктермен жұмыс жасауда қажет болады.

```

Editor - C:\Users\Nurlan\Documents\inviscidChannel\inviscidChannelScript.m
inviscidChannelGUI.m  inviscidChannelScript.m  +
21 - PSI(1,:) = 0; % bottom
22 - PSI(floor(D1/dy+1),1:floor(L1/dx+1)) = 1; % left part of top
23 - PSI(floor(D2/dy+1),floor(L1/dx+1):nx) = 1; % right part of top
24 - for j = 1:floor(D1/dy+1)
25 -     PSI(j,1) = (j-1)*dY; % inlet
26 - end
27 - for j = 1:floor(D2/dy+1)
28 -     PSI(j,nx) = D1/D2*(j-1)*dY; % outlet
29 - end
30 - %% Iteration to solve for stream function PSI
31 - err = 1e-6; % convergence criteria
32 - n = 0;
33 - while n < nmax
34 -     n = n + 1;
35 -     tempPSI = PSI;
36 -     % left part of the channel
37 -     for i = 2:floor(L1/dx+1)
38 -         for j = 2:(floor(D1/dy+1)-1)
39 -             PSI(j,i) = 1/(2/dx^2+2/dy^2)*((tempPSI(j,i+1)+PSI(j,i-1))/dx^2+(tempPSI(j+1,i)-
40 -             tempPSI(j-1,i))/dy^2);
41 -         end
42 -     end
43 - end

```

### 3.2-сурет – Есептеу алгоритімі

Осылайша, тұтқырлықтың тұрақсыздандырғыш рөлі анықталады, бағдарлама алгоритмі D1 және D2 қосымшаларынан бастау алады. Осы шарттар арқылы каналдың конфузорлы немесе диффузорлы болуын анықтаймыз. Каналдың бұлай өзгеруі тұрақсыздық қасиетін зерттеуге мүмкіндік береді. Әрбір шартқа байланысты шешу жолдары қарастырылған. Содан соң қысым енгізіледі, және шарты бойынша ноль болмауы қажет. Егер қысым ноль болатын болса бағдарлама орындалмайды. Қорытынды формула:

$$C = \left[ \text{sign} \cdot \frac{L1+L2}{D1-D2} + \sum \Delta L \right] \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{P} \quad (3.1)$$

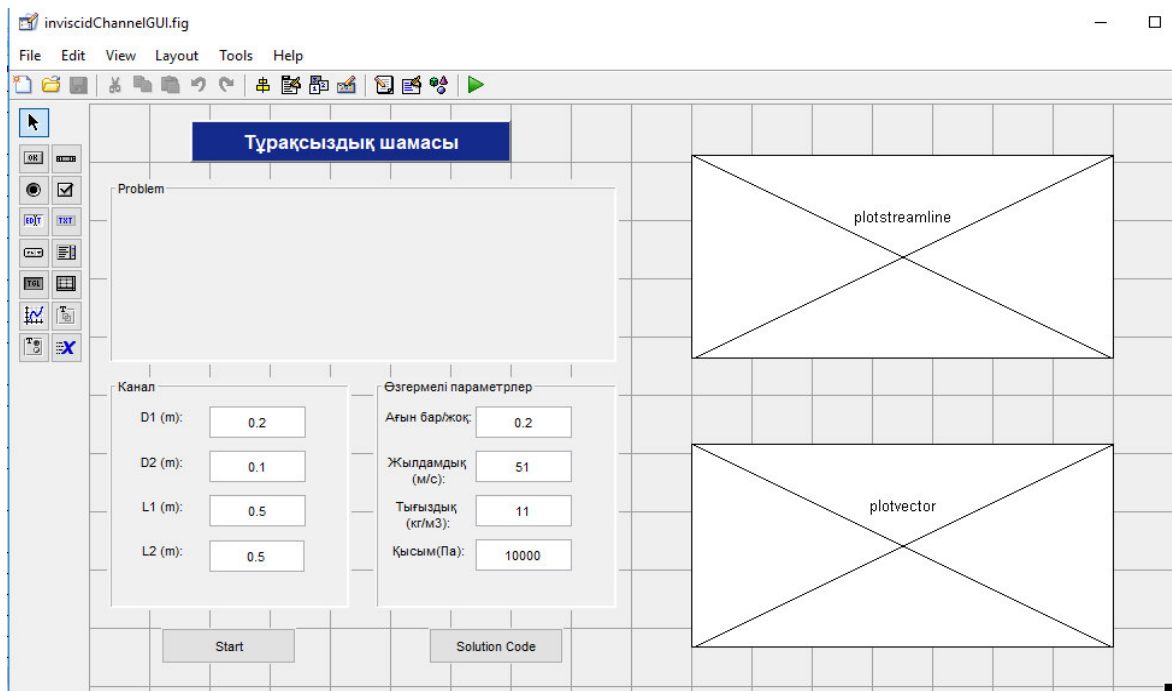
мұндағы, D1,D2 – канал түрі;

$\rho$  – тығыздық;

P – қысым.

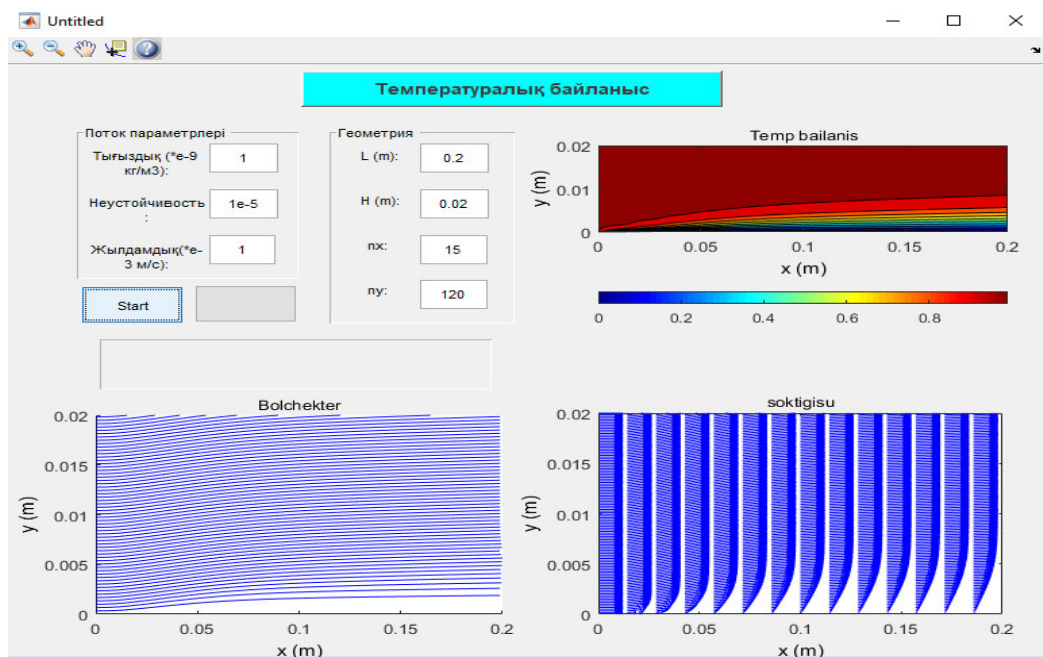
MatLab программалау тілінде объектіге негізделген тіл болғандықтан, менің зерттеліп отырған объектім гидродинамикалық тұрақсыздық болып отыр. Жоғарыда айтылып өткендей тұтқырлықты кинетикалық теория бойынша анықтап, сол арқылы тұрақсыздықты зерттедім. Бағдарламалық қамтама түтікше, және сол түтікшеден өтетеін сұйықтықтан тұрады.

Есептің берілгенін тұрақсыздық шамасы тығыздық пен жылдамдыққа тура қатынаста. Сонымен қоса бағдарламалық қамтамада су бөлшектерінің қозғалысын және әсер ету бетіндегі температуралық байланысты көруге болады.



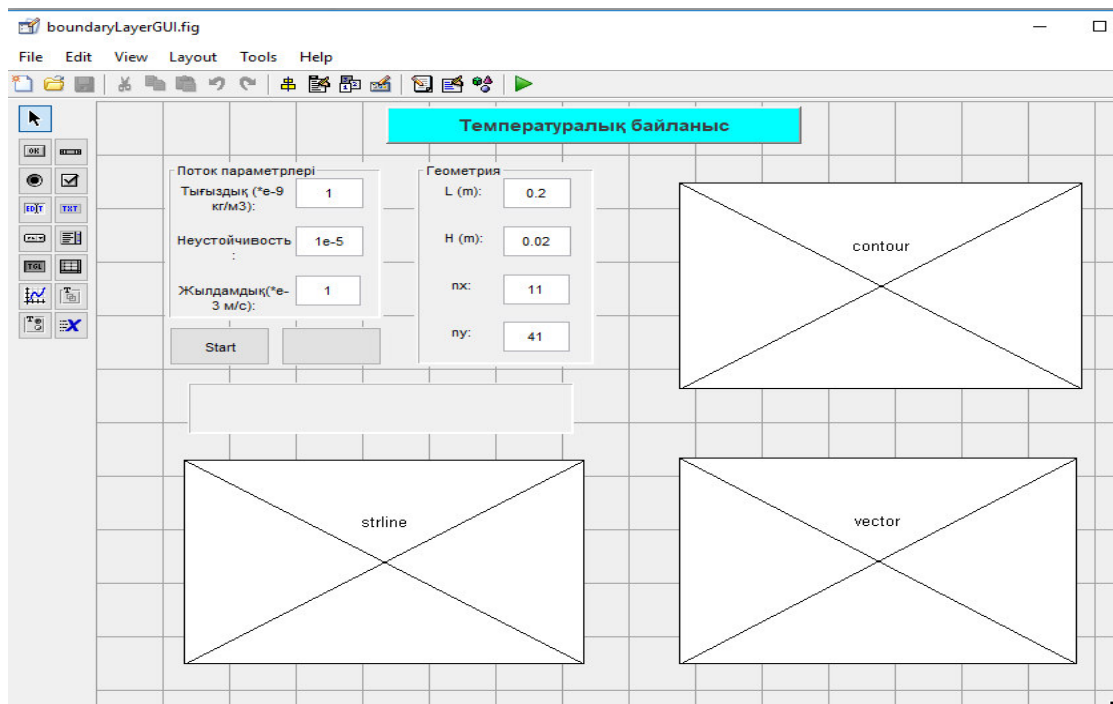
3.3-сурет – Графиктер базасы

Графиктер базасында біз өзімізге керекті графиктерді қоса аламыз. Осы батырмалардағы ақпараттар скрипттік файлдағы нақты есептеу әдісіндегі формулалармен шешіледі, яғни ол жердегі нақты ақпарат болып табылады. Есептің шартын аша кету үшін температуралық байланысты да қарастыра кеттік. Тұтқырлық шамасының шешімін осы есеп шарты ретінде қолдануға болады.



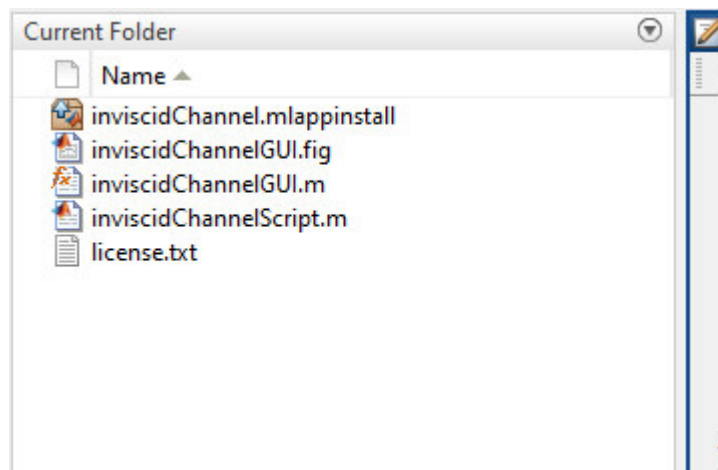
3.4-сурет – Тұтқырлықтың температураға байланысы





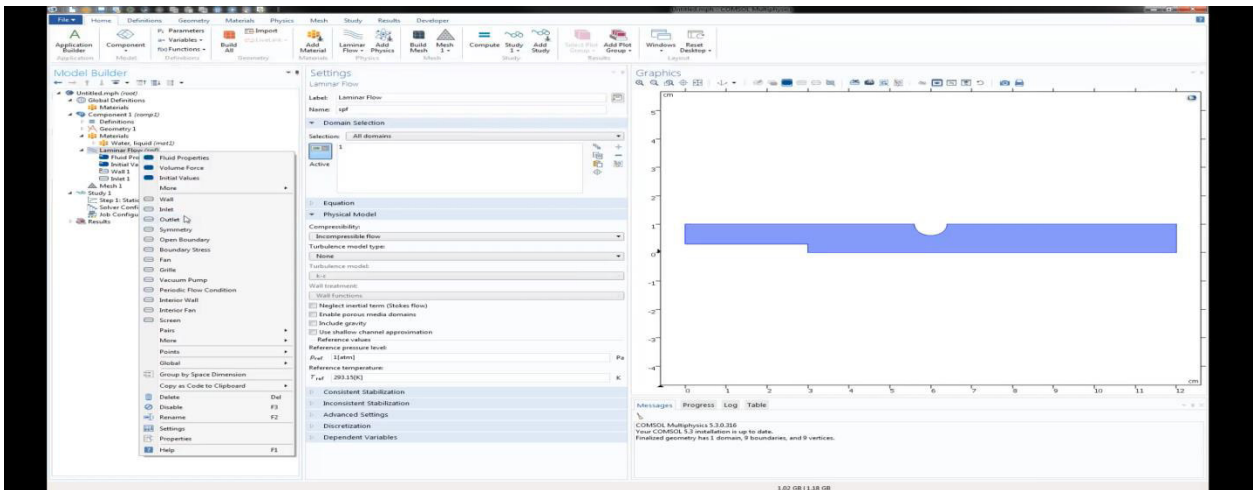
3.5-сурет – Графикалық орналастырулар

Бұл жерде тұтқырлықтың, жылдамдықтың температуралық байланысын көрсететін графикалық функцияларды пайдаландық. Бұл жерде жылдамдық контуры, веторлық, сызықтық графиктер есебінде көрсетілді.



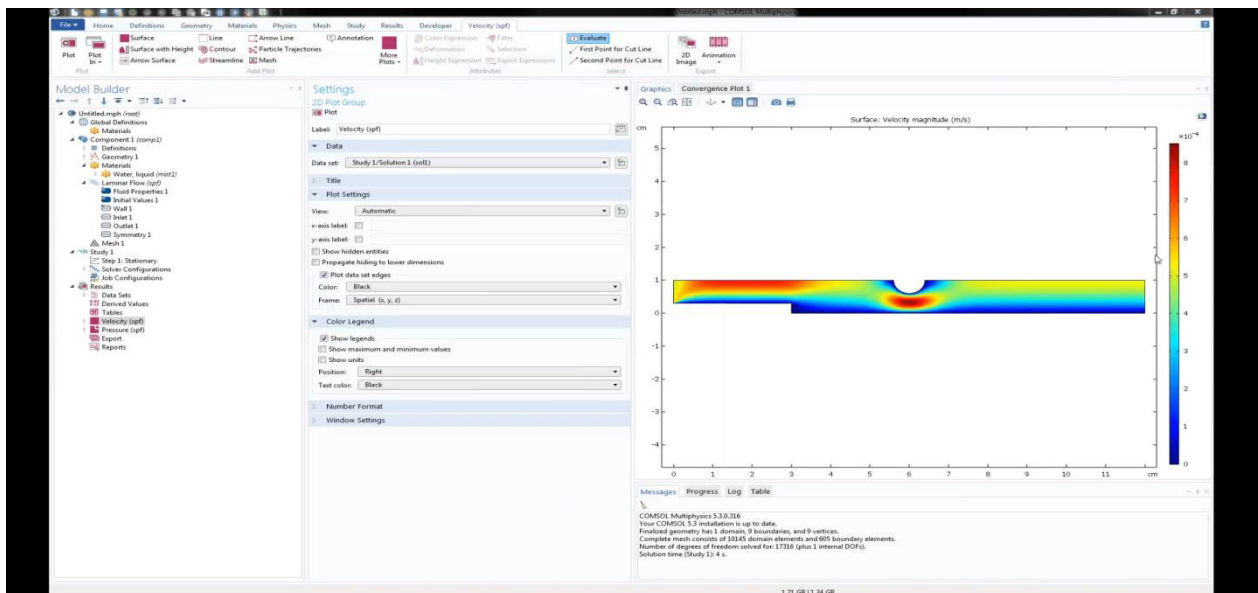
3.6-сурет – Бағдарламалық қамтаманың файлдық орналасуы

Бұл жерде біз жасаған бағдарламалық қамтаманың файлдық орналасуын 3.6-суреттен көре аламыз. Бұл жерде функциялық және скриптік, графикалық файлдардың орналасуын көре аламыз.



3.7-сурет – Comsol Multiphysics бағдарламасындағы конфузорлы-диффузорлы канал

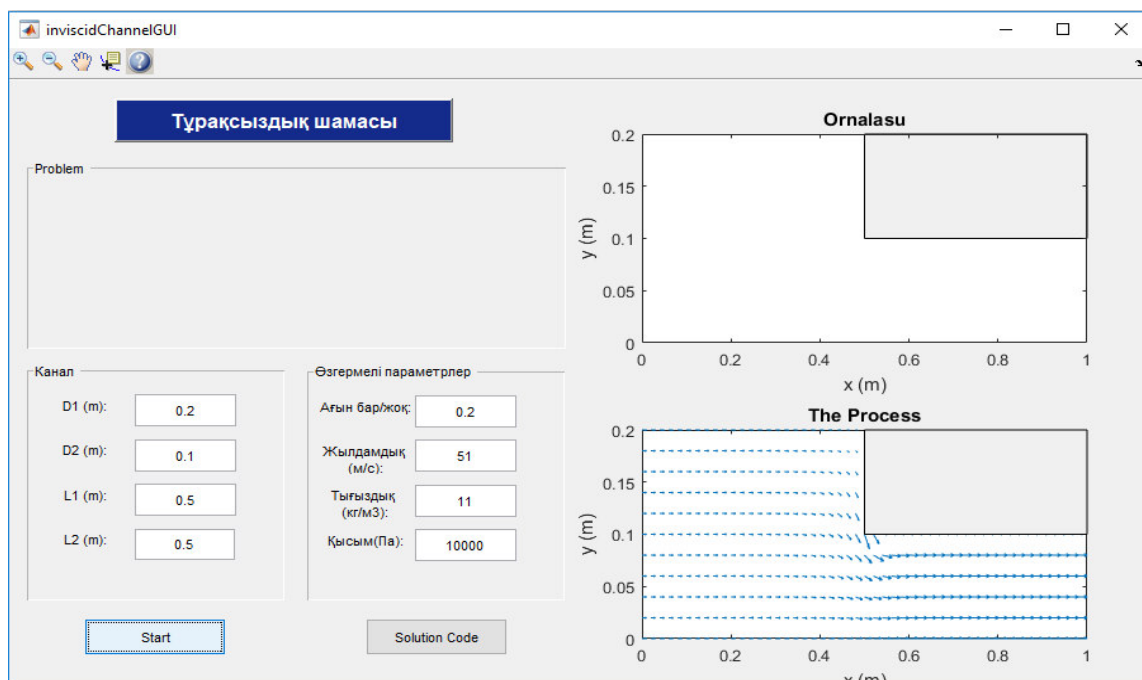
COMSOL бағдарламалық орта (геометриялық параметрлерді идентификациялау, физиканы сипаттау, визуализация), мультифизикалық модельдеудің барлық кезеңдерін қамтамасыз ететін дифференциалдық теңдеулердің жеке туынды жүйелері түрінде ұсынылуы мүмкін кез келген физикалық процестерді моделдеуге мүмкіндік береді. Механика, жылуөткізгіштік, Химиялық инженерия (химиялық кинетиканы қоса алғанда), электротехника, акустика, геофизика, мультифизикалық модельдің микро -, оптикалық және жоғары жиілікті әсерлерін кең таралған міндеттерді шешу үшін. Бұл пакет әр түрлі тапсырмаларды шешу үшін Қосымша модульдер жиынтығын қамтиды. 3.7 суретте көрсетілген.



3.7-сурет – Comsol Multiphysics бағдарламасындағы температуралық байланыс

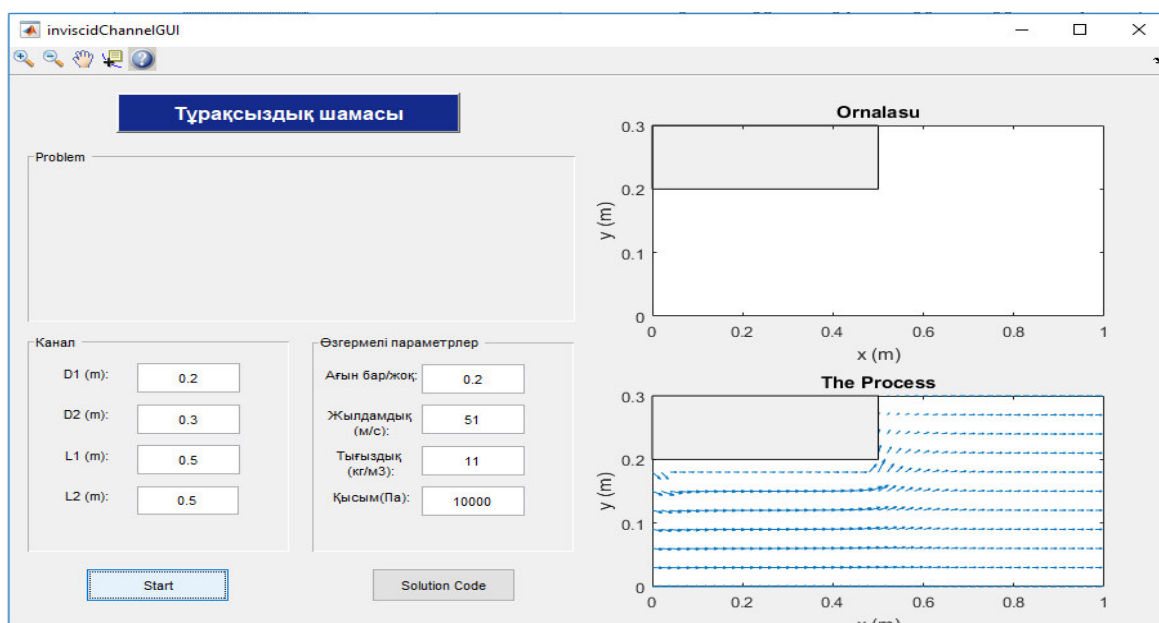
### 3.2 Бағдарлама интерфейсі

Бағдарламаны іске қосқаннан кейін бағдарлама интерфейсі төмендегідей болады 3.7-сурет.



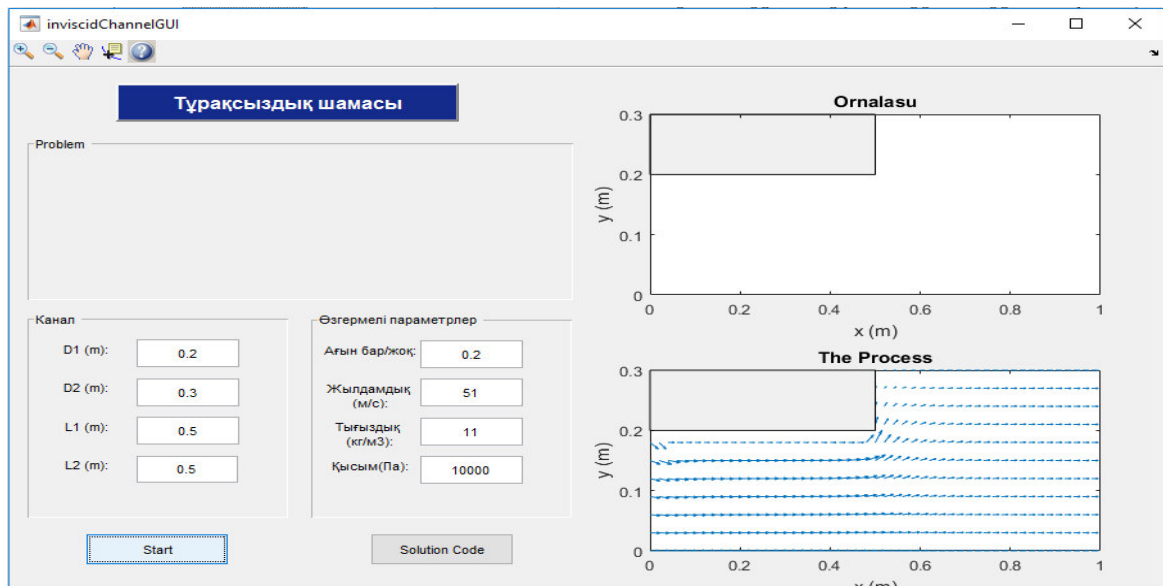
3.7-сурет – Бағдарлама интерфейсі

Суретте көріп тұрғанымыздай бағдарлама 8 шарттан тұрады, D1 және D2 шарттары арқылы конфузур-диффузорлық каналды таңдауға мүмкіндік береді.



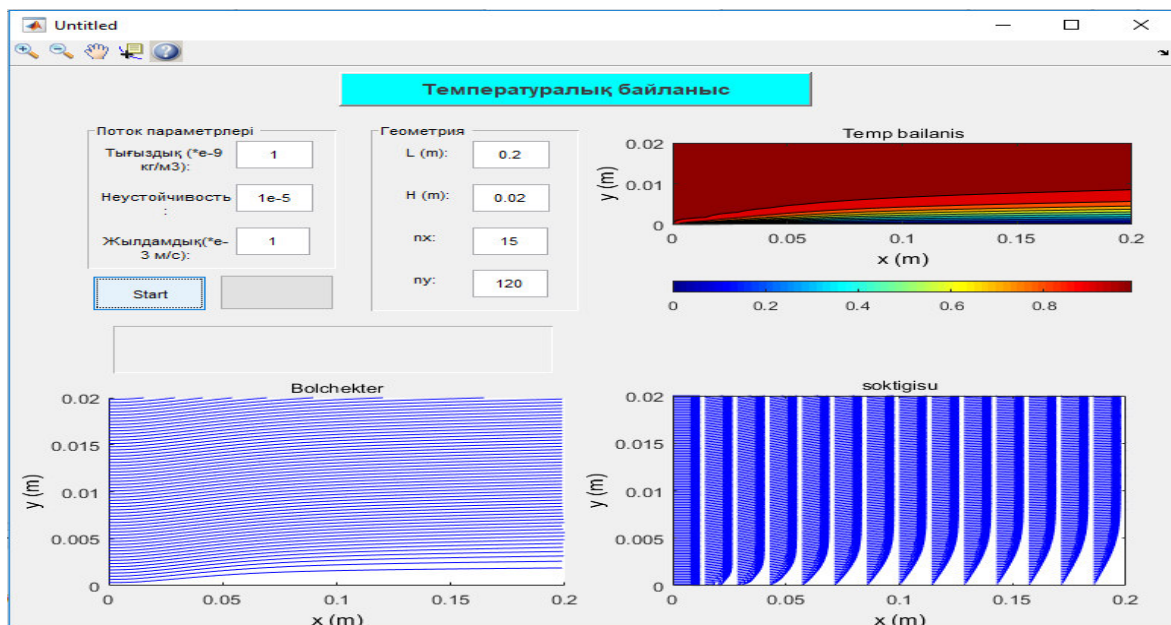
3.8 – сурет – Конфузурлық каналды зерттеу

3.8-суретте бағдаралма ішінде  $D1 < D2$  конфузурлық канал шарты орындалады. Ал егер шырт керісінше болса онда диффузорлық каналды қарастырамыз.



3.9-сурет – Қосымша шарттар

3.9-суретте бағдарламада жылдамдық, көлем, қысым, массасын енгізу арқылы есептің шарттарын өзгертуге болады. Сонымен қатар 3.10-суреттегідей жылулық қасиеттері де көрсетілген.



3.10-сурет – Жылулық қасиеті

#### 4 Дипломдық жобаның экономикалық бөлімі

Бұл дипломдық жобада гидродинамикалық үдерісі үлгіленді. Модельдеудің бұл түрі еңбек сыйымдылығын экономикалық есептеу үшін міндетті бөлім болып табылады сонымен қатар шығындарды есептеу болып табылады. Есептеу нәтижесінде өзіндік құн табылады, жұмыстың тағы бір маңызды шарттарының бірі жұмыстағы жұмысшылар саны, бұл жұмыста олар екеу. Модельдеудің еңбек сыйымдылығының сипаттамасы 5.1-кестеде көрсетілген.

Құнды анықтау үшін қажетті шарттар:

- бағдарламалық өнімдерді әзірлеу кезіндегі еңбек өнімділігі;
- Материалдарға шығындар
- еңбекақы шығындары ;
- әлеуметтік салық;
- Негізгі құралдардың амортизациясы;
- өзге де шығындар.

#### Модельдеудің еңбек сыйымдылығын есептеу

4.1-кесте – Жұмыстарды кезеңдер мен түрлер бойынша бөлу және олардың еңбек сыйымдылығын бағалау

Әзіреу кезеңі	Жұмыс түрлері	Еңбек сыйымдылығы, адам.× сағ.
1	Тапсырманың сипаттамасы	30
2	Алгоритмді әзірлеу	55
3	Алгоритмнің блок-сұлбасын әзірлеу	48
4	Жобаның клиенттік бөлігін іске асыру	120
5	Жобаның әкімшіліктік бөлігін әзірлеу	200
6	Бағдарламаны жөндеу және тестілеу	110
7	Құжаттарды, пайдаланушыға нұсқаулықты, түсіндірме жазбаны ресімдеу.	52
Барлығы		615

#### 4.1 Модельдеу шығындарын есептеу

ДБ әзірлеу құнын анықтау келесі тармақтарды қамтитын тиісті бағалауды қалыптастыру жолымен жүзеге асырылады:

- Материалдарға шығындар;
- еңбек шығындары;
- әлеуметтік салық;

- Негізгі құралдардың амортизациясы;
- өзге де шы

#### 4.2-кесте –Материалдық шығындарды есептеу

Материалдық ресурстар	Өлшеу бірлігі	Саны	Бір дана үшінгі баға тг.	Бағасы тг.
Ақ бет А4	Қораптама	3	950	2850
Қалам	Қораптама	5	100	500
Ұзартқыш	Дана.	1	3500	3500
Барлығы				6850

#### 4.2.1-кесте –Негізгі жабдықтар

Материалдық ресурстың атауы	Өлшем бірлігі	Саны	Бір дана үшінгі баға, тг	Бағасы, тг
Ноутбук, Acer Aspire E5-576G	дана.	1	250000	250000
Барлығы				250000

Материалдық ресурстарға жұмсалатын шығындардың жалпы сомасы ( $Z_M$ ) формуласы бойынша анықталады [24]:

$$Z_M = \sum_{i=1}^n P_i \times C_i, \quad (4.1)$$

- $P_i$ -материалдық ресурс, нақты баға;
- $C_i$ -материалдық ресурстар бірлігінің бағасы, тг;
- $I$ -материалдық ресурстардың түрі;
- $N$ -материалдық ресурстар саны.

Егер модельдеу үшін электр жабдықтары қолданылса, онда 4.3-кестеде келтірілген нысан бойынша электр энергиясына кететін шығындарды есептеу қажет.

Электрэнергияға кететін шығындарды есептеу ( $Z_э$ ) формуласы бойынша анықталады [24]:

$$Z_э = \sum_{i=1}^n M_i \times K_i \times T_i \times C, \quad (4.2)$$

- Электр жабдығының паспорттық қуаты, кВт;
- $K_i$ -энергетикалық жабдықты пайдалану ( $K_i = 0,9$ );
- $T_i$ -жабдықтың жұмыс уақыты;
- $C$ -электр энергиясының бағасы, тг / кВтс;
- $I$ -электр жабдығының түрі;
- $N$ -электр жабдықтарының саны.

Энергия шығындары бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеу кезеңінің ұзақтығына, дизайнға жұмсалатын кВт/сағатқа және 1 кВт/сағ тарифіне негізделген. Заңды тұлғалар үшін Алматы қаласындағы тариф 2019 жылы 1 кВт/сағ үшін 18,32 теңгені құрайды, оның ішінде ҚҚС («АлматыЭнергоСбыт» ЖШС ресми сайтында берілген деректер бойынша).

$$Z_3 = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 615 \cdot 18,32 \approx 9126,108 \text{ тг}$$

$$Z_3 = 0,3 \cdot 0,7 \cdot 615 \cdot 18,32 \approx 2366,03$$

#### 4.3-кесте –Пайдаланылған ток шығындары

Құрал-жабдық атауы	Паспорттық қуат, кВт	Қолдану қуатының коэффициенті	Әзірлеуге жұмсалған құрал-жабдық уақыты, сағ.	Электрэнергия бағасы, тг/кВт ч	Сомасы, тг
Ноутбук, Acer Aspire E5-576G	0,9	0,9	615	18,32	9126,108
Жарық	0,3	0,7	615	18,32	2366,03
Барлығы					11492,14

#### 4.2 Еңбекақы төлеу шығындарын есептеу

Жобалаушы орташа жалақысы 2019 жылы 200 000 теңгені, ал әзірлеуші-180 000 теңгені құрайды (Алматы қаласы үшін).

Қызметкердің бір айдағы жұмыс сағаттары мынадай формула бойынша анықталады [24]:

$$Q_m = N_m \cdot Q_{pd}, \quad (4.4)$$

$M_p$ -бір ай жұмыс;

$N_m$ -айына жұмыс күндері;

Мангольд-бір күн жұмыс күні.

Қызметкердің сағаттық ставкасы осы формуламен есептеледі [24]:

$$ЧС_i = \frac{3П_i}{ФРВ_i} \quad (4.5)$$



Жобалаушы:

$$ЧC_i = \frac{200000}{168} = 1190.48 \text{ тг}$$

Әзірлеуші:

$$ЧC_i = \frac{180000}{168} = 892,86 \text{ тг}$$

ЗПИ-қызметкердің жалақысы;

FREI-қызметкердің ай сайынғы жұмыс уақыты,

Еңбек сыйымдылығын анықтау үшін модельдеу 5.1 кестеден алынған деректер пайдаланылады.

Инженер-әзірлеушінің еңбек сыйымдылығы 415-ке тең адам.×сағат

(есептің сипаттамасы, алгоритмді әзірлеу, алгоритмнің блок-схемасын әзірлеу, жобаның клиенттік бөлігін іске асыру, бағдарламаны жөндеу және тестілеу, құжаттаманы, пайдаланушыға нұсқаулықты, түсіндірме жазбаны ресімдеу).

$$T_1=30+55+48+120+110+52=415 \text{ адам.×сағат}$$

Бағдарламашының еңбек сыйымдылығы 365 адам.×сағат.

(алгоритмнің блок-схемасын әзірлеу, жобаның әкімшіліктік бөлігін әзірлеу, бағдарламаны жөндеу және тестілеу).

$$T_2=55+200+110=365 \text{ адам.×сағат}$$

Еңбекақы төлеу шығындарының жалпы сомасы ( $Z_{тр}$ ) формуласымен анықталады[24]:

$$Z_{тр} = \sum_{i=1}^n ЧC_i \times T_i, \quad (4.6)$$

мұндағы,  $ЧC_i$  - сағаттық ставка, тг;

$T_i$  - ПҚ әзірлеудің еңбек сыйымдылығы, адам.×сағат;

$i$  – жұмысшы категориясы;

$n$  – жұмыскерлер саны.

Жобалаушы:

$$Z_{тр}=1190,48 \cdot 415=494049,20 \text{ тг}$$

Әзірлеуші:



$$Z_{\text{тр}}=892,86 \cdot 365=325893,90 \text{ тг}$$

Барлық қосындысы:

$$Z_{\text{тр}}=494049,20+325893,90=819943,10 \text{ тг}$$

#### 4.4-кесте –Еңбекақы төлеу шығындары

Біліктілігі	Еңбек сыйымдылығы моделдеу, адам.×сағат	Сағаттық ставка, тг/ч	Соммасы, тг
Инженер-әзірлеуші	415	1190,48	494049,20
Бағдарламашы	365	892,86	325893,90
Барлығы			819943,10

Қосымша еңбекақы [ 24]:

$$Z_{\text{доп}} = Z_{\text{тр}} \cdot 10\% \quad (4.7)$$

$$Z_{\text{доп}}=819943,10 \cdot 0,1=81994,31 \text{ тг}$$

Еңбекақы фонды [24]:

$$\Phi_{\text{зн}} = Z_{\text{тр.о}} + Z_{\text{доп}} \quad (4.8)$$

$$\Phi_{\text{зн}}=819943,10+81994,31 =901937,41 \text{ тг}$$

Әлеуметтік салықты есептеу [24]:

$$H_c = (\Phi_{\text{зн}} - \text{ОПВ}) \cdot 11\% , \quad (4.9)$$

мұндағы, ОПВ – зейнетақы салымы-10%.

$$H_c=(901937,41 -(901937,41 \cdot 0,1)) \cdot 0,11=89291,80 \text{ тг}$$

Амортизациялық шығындарды есептеу.

Амортизациялық аударымдардың жалпы сомасы мынадай формула бойынша анықталады [24]:

$$Z_{\text{Ам}} = \sum_{i=1}^n \frac{\Phi_i \times H_{\text{Аи}} \times T_i}{100 \times T_{\text{эфи}}}, \quad (4.10)$$

Интернет-баға, тг;

Жылдық амортизация, %;

TNIR<sub>i</sub>-жұмыс уақыты, n;

TEFI-тиімді жұмыс уақыты, сағат / жыл;

мен-түрі;

Амортизациясының жылдық нормасын есептеу [24]:

$$H_{Ai} = \frac{100}{T_{Ni}}, \quad (4.11)$$

CTN-өтінім беру уақыты, жыл;

1.1 кестеден алынған деректер КП әзірлеудің жұмыс уақытын анықтау үшін қолданылады.

Модельдеуге арналған ComsolServer жұмыс уақыты 430 сағатты құрайды (жобаның жобалық бөлігін іске асыру, жобаны басқару, бағдарламаны жөндеу және тестілеу).

$$T_i = 200 + 120 + 110 = 430 \text{ сағат}$$

Құрылғы:

$$Z_{AM} = \frac{250000 \cdot 25 \cdot 615}{100 \cdot 1920} = 20019,53 \text{ тг}$$

Бағдарлама:

$$Z_{AM} = \frac{90500 \cdot 25 \cdot 430}{100 \cdot 1920} = 5067,05 \text{ тг}$$

#### 4.5-кесте – Негізгі қорлардың амортизациясы (ОФ)

Құрылғы атауы	Құрылғы және бағдарлама бағасы, тг	Жылдық амортизация нормасы, %	Жабдықтың жұмыс уақытының тиімді қоры және БҚ, сағат/жыл	ПҚ әзірлеуге арналған жабдық және БҚ жұмыс уақыты, ч	Соммасы, тг
Ноутбук, Acer Aspire E5-576G	250000	25	1920	615	20019,53
MatLab	90500	25	1920	430	5067,05
Барлығы					25086,58

#### 4.6-кесте – Үлгілеу сметасы

Барлық шығындар	Соммасы, тг
-----------------	-------------

Материалдық шығындар	6850
Негізгі жабдықтар	250 000
Электроэнергия	11492,14
Еңбекақы төлеу шығындары	901937,41
Әлеуметтік қажеттіліктер	76457,12
Негізгі қорлардың амортизациясы	25086,58
<b>Барлығы</b>	<b>1271823,25</b>



4.1-сурет – Өзірлеуге арналған шығындар сметасы

### Модельдеудің ықтимал (шарттық) бағасын анықтау

Қолданбалы ПП үшін шарттық баға (ЦД) мынадай формула бойынша есептеледі [24]:

$$Ц_{д} = Z_{\text{нир}} \cdot \left(1 + \frac{P}{100}\right), \quad (4.12)$$

ZNIR-модельдеу құны (1.6 кесте), тг;  
P-рентабельділіктің орташа мәні-25%.

$$P=1271823,25 \cdot \frac{25}{100}=317955,81 \text{ тг}$$

$$Ц_{д} = 1271823,25 + 317955,81 = 1589779,07 \text{ тг}$$

Кейіннен сату бағасы қосылған құн салығы (ҚҚС) ескеріле отырып айқындалады, ҚҚС ставкасы Қазақстан Республикасының Салық кодексінде белгіленеді. 2019 жылға ҚҚС ставкасы 12% деңгейінде белгіленді.

ҚҚС келесі формула бойынша есептеледі [24]:

$$Ц_p = Ц_d + Ц_d * НДС \quad (4.13)$$

$$Ц_p = 1589779,07 + 1589779,07 \cdot 0.12 = 1780552,56 \text{ тг}$$

#### **4.3 Модельдеудің экономикалық бөлігі бойынша қорытынды**

Барлық шығындарды ескере отырып, компания үшін гидродинамика моделі 1780552.56 тг құрайды, барлық шығындар мен оның өзіндік құны-1271823.25 тг және оның кірісі-317955.81 тг. Шығындардың көп бөлігі жұмыс күшіне арналған шығындармен жабылады (71%).

## 5 Өміртіршілік қауіпсіздігі

Дипломдық жобаның тақырыбы MatLab арқылы гидродинамикалық тұрақсыздық процесін компьютерлік модельдеу. Бір ғана ер адам орналасқан бұл бөлмедегі жарықтандыру және желдету жұмыс орны талаптарына сәйкес келеді, себебі онда жылу бөлетін аспаптар жоқ және бір үлкен терезе бар, ол ені 2.5 м және биіктігі 1.8 м. Офисте екі люминесцентті шамдар бар, олар жарықпен жақсы қамтамасыз етеді. Сондай-ақ, қажетті ауа көлемін беретін жаңа Samsung кондиционері бар. Сондықтан дипломдық жобаның осы бөлімінде бөлменің шуын есептеу және программист үшін қолайлы жағдай жасау туралы шешім қабылданды.

### 5.1 Шуды есептеу

Программист орналасқан бұл жұмыс кабинетінің ұзындығы 4 м, ені 3 м және биіктігі 3 м болады. Компьютердің орташа есеппен дыбыс қарқындылығы, онда пайдаланылатын қатқыл диск  $J_d = 20$  дБА, пайдаланылатын желдеткіштер  $L_k = 25$  дБА, пернетақта дыбысы 15 дБА тең.

Осы офистік бөлмеде қоршау бетінің 2 түрі бар олар : штукатурка  $S_1=35,24$  м<sup>2</sup>, терезе жапқыштары  $S_2=4$  м<sup>2</sup>, линолеум  $S_3=15,36$  м<sup>2</sup>.

Шу – қатты, сұйық және газ тәрізді ортада механикалық тербелістер кезінде пайда болатын түрлі жиіліктегі және қарқындылықтағы(күш) дыбыстарының ретсіз үйлесімі. Шығу тегіне байланысты тұрмыстық, өндірістік, өнеркәсіптік, көліктік, авиациялық, көше қозғалысы және т.б. шу болып ажыратылады.

Қоршаған ортаның шулы ластануын азайту, және оның таралу жолында шудың деңгейін азайту мақсатында орындалатын шаралар:

- шудың рұқсат етілген деңгейін гигиеналық нормалау;
- ескірген шулы жабдықты жаңасына ауыстыру, жұмыс режимін түзету;
- бағыттылық көрсеткішін төмендету үшін қорғалатын объектіге қатысты шу көзінің бағытын өзгерту;
- шудың көзін барынша жою үшін кедергілер орналастыру;
- шулы бөлмелерде дыбыс сіңіру құралдарын пайдалану;
- ұйымдастыру және ұйымдастыру-техникалық іс-шаралар;
- сәулет-жоспарлау іс-шаралары;
- шудан қорғанудың жеке құралдары.

Дыбыс физикалық құбылыс ретінде естілетін жиіліктер диапазонында серпімді ортаның (ауа, сұйық және қатты) механикалық тербелісі болып табылады. Адамның құлағы 22 ден 20000 Герц (Гц) жиілігімен тербелістер аралығында қабылдайды. Ауада таралатын дыбыстық толқындар әуе дыбысы деп аталады. Қатты денелерде таратылатын дыбыстық жиіліктердің тербелістері құрылымдық дыбыс немесе дыбыстық діріл деп аталады.

Компьютер жұмысы кезінде шу қозғалатын бөліктерде пайда болады. Бұл желдеткіштер және енгізілген желдеткіштері бар әр түрлі жиынтықтаушылар (қорек блогы, видеокарта, компьютер корпусы), сондай - ақ қозғалатын бөліктері бар барлық компоненттер-оптикалық жетектер, қатты дискілер, дисковод және т. б.

Офистік бөлмеде 1 компьютер орналастырылған, олардың әрқайсысы желдеткіш вентиляторлармен жабдықталған. Дыбыс қарқындылығы, орташа есеппен алғанда, пайдаланылатын қатқыл дискте Жд = 20 дБА, кулерде Lк = 25 дБА, пернетақтада 15 дБА тең.

Шудың көздері бірнеше болғандықтан, олар әртүрлі деңгейлерге ие, шудың біріккен деңгейін мына формула бойынша есептейміз [23]:

$$L_z = 10 \lg(10^{0,1L_1} + 10^{0,1L_2} + \dots + 10^{0,1L_i}) \text{ дБА}, \quad (5.1)$$

$L_i$  –  $i$ -ші құрылғының дыбыс деңгейі.

Қоршалған орындағы шудың мөлшерін осы формула арқылы табамыз [23]:

$$L_{ном} = L_w + 10 \lg\left(\frac{\chi\Phi}{\Omega r^2} + \frac{4\psi}{B_{ном}}\right) \quad (5.2)$$

$L_w$  – дыбыс көзінің акустикалық қуаты, дБА;

$\chi$  – коэффициент, дыбыс көзі көлемі;

$\Phi$  – дыбыс бағыты;

$\Omega$  – шудың кеңістіктегі шағылысу бұрышы;

$r$  – дыбыс көзінен есептеу нүктесіне дейінгі қашықтық, м;

$\psi$  – коэффициент, дыбыс іс әрекетінің бағасы;

$B_{ном}$  – ғимараттың акустикалық тұрақтылығы, м<sup>2</sup>.

Ғимараттың акустикалық тұрақтылығы  $B_{ном}$  формуласымен анықталады [23]:

$$B_{ном} = \frac{\bar{\alpha}_{ном} S_{огр}}{(1 - \bar{\alpha}_{ном})}, \quad (5.3)$$

$\bar{\alpha}_{ном}$  – ғимараттың дыбыс жұту шамасы;

$S_{огр}$  – шуға төтеп бергіш заттардың аумағы, м<sup>2</sup>.

Дыбыс жұту коэффициентін анықтаймыз  $\bar{\alpha}_{ном}$ . Дыбыс жұту коэффициенті  $\alpha_i$  әр түрлі ортаға арнаулы кесте арқылы көрсетілген.

Біз қарастырып отырған офистік бөлмеде 2 түрлі дыбыс жұту аумағы қарастырылған: штукатурка  $S_1=35,24 \text{ м}^2$ , терезе жапқыштары  $S_2=4 \text{ м}^2$ , линолеум  $S_3=15,36 \text{ м}^2$ .

Формула бойынша есептейміз (5.4):

$$\bar{\alpha}_{\text{пом}} = (0,012 \times 35,24 + 0,03 \times 4 + 0,11 \times 15,36) : (35,24 + 4 + 15,36) = 0,04$$

Берілген формула бойынша бөлменің акустикалық тұрақтылығын анықтаймыз (5.3):

$$V_{\text{пом}} = 0,04 \times 54,6 : (1 - 0,04) = 2,27 \text{ м}^3.$$

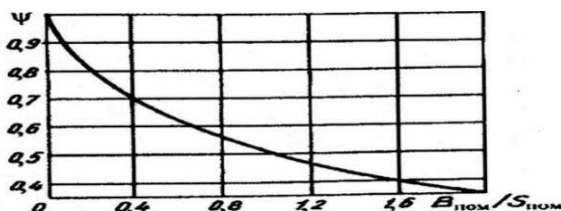
Формула бойынша (5.2) барлық құрылғы үшін жабық кеңістіктегі дыбыс тұрақтылығын анықтаймыз.

Кулерлер (компьютерді суыту құрылғысы):

$$L_{\text{вкул.}} = 25 \text{ дБА}, \Omega = 4\pi, \psi = 0,82, \chi = 1, \Phi = 1, r = 2 \text{ м}.$$

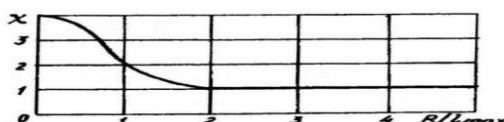
Шаманы  $\psi$  графиктегі акустикалық тұрақтылықпен салыстыра отырып  $V_{\text{пом}}$  оның ауданға қатынасымен есептейміз  $S_{\text{пом}}$ . Суретте 1.1 қатынас көрсетілген, оның ішінде  $\psi = 0,82$ .

$$V_{\text{пом}} : S_{\text{пом}} = 2,27 : 15,36 = 0,147.$$



5.1-сурет – Коэффициенттің  $\psi$  ғимараттың акустикалық тұрақтылығының  $V_{\text{пом}}$  ауданға қатынасы  $S_{\text{пом}}$

Есептеу нүктесі мен компьютер арасындағы қашықтық 2 м. Компьютердің максималды өлшемдері – яғни ұзындықтары - 0,5 м. Осыған орай коэффициент  $\chi$  қашықтық байланысына қатысты  $r$  және шу көзінің өлшеміне байланысты  $L_{\text{max}}$ , суреттен алынған шамасы  $1.2 \chi = 1$ .



5.2-сурет – Коэффициент  $\chi$  дыбыс көзінен арақашықтығына байланысы туралы  $L_{\text{max}}$ .

$$L_{\text{пом.кул.}} = 25 + 10\lg(1 \times 1 : (4\pi \times 2^2) + 4 \times 0,82 : 2,27) = 25 + 10\lg 1,459 = 25 + 1,64 = 26,64 \text{ дБ.}$$

Офистік бөлмеде бір ғана компьютер, осыған орай бір желдеткіш. Формулаға жүгіне отыра (5.1) шумның сандық өлшемін анықтаймыз:

$$L_{\text{общ.кул.}} = 26,64 + 10\lg 1 = 26,64 \text{ дБ.}$$

Қатқыл диск үшін [23]:

$$L_{\text{жд}} = 20 \text{ дБА, } \Omega = 4\pi, \psi = 0,82, \chi = 1, \Phi = 1, r = 2 \text{ м.}$$

$$L_{\text{пом.жд}} = 20 + 10\lg(1 \times 1 : (4\pi \times 2^2) + 4 \times 0,82 : 2,27) = 20 + 10\lg 1,459 = 20 + 1,64 = 21,64 \text{ дБ.}$$

Қатқыл диск біреу:

$$L_{\text{общ.жд}} = 21,64 + 10\lg 1 = 21,64 \text{ дБА.}$$

Бір ғана адам жұмыс жасағандықтан, бір ғана клавиатура жұмыс жасады деп есептейміз.

$$L_{\text{клав}} = 15 \text{ дБА, } \Omega = 4\pi, \psi = 0,82, \chi = 1, \Phi = 1, r = 2 \text{ м.}$$

$$L = 15 + 10\lg(1 \times 1 : (4\pi \times 2^2) + 4 \times 0,82 : 2,27) = 15 + 10\lg 1,459 = 15 + 1,64 = 16,64 \text{ дБ.}$$

$$L_{\text{общ.клав}} = 16,64 + 10\lg 1 = 16,64 \text{ дБА.}$$

Формулада көрсетілгендей барлық шу көздерінің сандық сипаттамасын қосамыз (1.1):

$$L_{\Sigma} = 10\lg(10^{0,1 \times 26,64} + 10^{0,1 \times 21,64} + 10^{0,1 \times 16,64}) = 10\lg(653,2) = 28,15 \text{ дБА.}$$

СанПиН № 1.01.004.01 РК бойнша жұмыс орнындағы шудың шамасы 50 дБА аспауы тиіс. Есептеулерді жүргізе отыра барлық шу көздерінің шамасы рұқсат етілген шамадан СанПиН № 1.01.004.01 РК аспады.

ЭМП шағылудың қарқындылығын білдіреді  $W_s$  ( ағынның энергиясы немесе Умова-Пойнтинг векторы ). Бірнеше құрылғы жұмыс жасап тұрса олардың барлықтарының қосындысы алынады  $\Sigma W_s$  шағылысу  $N$  – көздері [23]:

$$\sum W_s = \sum_{i=1}^N W_s^i \quad (5.5)$$



мұндағы,  $W_s^i$  - ағын көзінің қарқындылығы.

5.1-кесте – Кең жолақты шуға арналған дыбыс қысымының рұқсат етілген деңгейлері және эквивалентті дыбыс деңгейлері [23]

Жұмыс орны	Lp, дБ, орташа геометриялық жиіліктері бар октавалық жолақтарда, Гц								Эквиваленттік шамалар, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Үй-жайлар, конструктор-Есептеу машиналары, зертханалар және т. Б	71	81	54	49	45	42	40	38	50
Басқару үй жайлары.	79	70	68	58	55	52	50	49	60
Лабораториялық бөлмелер	94	87	82	78	75	73	71	70	80
Өндіріс орындарындағы орында	99	92	86	83	80	78	75	74	85

Шағылысудың көзі ретінде тек компьютер мен жеке ұялы телефон.

Компьютердің шағылысуы ( $W_{s.1}$ )  $6,7 \text{ Вт/м}^2$ , телефон ( $W_{s.4}$ ) -  $0,3 \times 10^{-3} \text{ Вт/м}^2$ .

Формула бойынша есептейтін болсақ (6.5), онда:

$$\Sigma W_s = 6,7 + 0,3 \times 10^{-3} \approx 6,7 \text{ Вт/м}^2.$$

Барлық құрылғы жұмыс жасаған уақыттағы ағын шамасы  $6,7 \text{ Вт/м}^2$  – ол дегеніміз жұмыс жасау барысындағы шектен тыс ағын шамасының болмағынын көрсетіп отыр.

## 5.2 Өміртіршілік қауіпсіздігі бойынша қорытынды

Қоршаған ортаның дербес компьютерлермен акустикалық, электромагниттік ластануы туралы мәселе қаралды. ЭЕМ қалдықтары, кәдеге жарату тәсілдері туралы мәселе қаралды. Есептеулер шуыл деңгейін және ағын қарқындылығының офистік бөлмедегі шамаларының шектен тыс аспайтындығын дәлелдеді. Есептік көрсеткіштер нормативтік құжаттарда белгіленген көрсеткіштерден аспайды.

## Қорытынды

Дипломдық жұмыстық орындау барысында келесі нәтижелерге қол жеткіздік:

- гидродинамикалық процестер арқылы тұтқырлық анықталды және оның температураға байланысы анықталды;
- математикалық есептеулермен компьютерлік модельмен салыстырылды;
- жасалған есептеулерге сәйкес графикалық суреттері құрылды;
- бағдарламаға әртүрлі шамаларды анықтау барысында зерттеу жұмыстары жүргізіліп, нәтижелер бойынша бағдарлама дәлдігі анықталды;

Осы дипломдық жобаны жасау барысында математикалық модель құру, оны компьютерлік модельмен салыстыра отырып бір шешімге келу, бағдарлама жұмыс жасауының қадам бойынша алгоритімін құрастырдым. Есептің шешімін сандық және графикалық ақпараттар арқылы келтірдім, ақпараттарға сүйенсек гидродинамикалық тұрақсыздық тікелей жылдамдық және тығыздыққа байланысты.

MatLab бағдарламалау тілі физикалық құбылыстарды зерттеуге арналған таптырмас құрал екендігіне көзім жетті. Бұл бағдарлама айналамызда болып жатқан және біздің әлемнен тысқары құбылыстарды да қол тигізбей ақ модельдеуге болатынын көрсетті.

## Әдебиеттер тізімі

- 1 Будущее прикладной математики: Лекции для молодых исследователей. От идей к технологиям/ Под ред. Г.Г. Малинецкого. - М.: КомКнига, 2008.- 512 с.
- 2 Тихонов А.Н., Костомаров Д.. Вводные лекции по прикладной математике. – М.: Наука, 1984.- 192 с.
- 3 Самарский А.А. Математическое моделирование: Идеи, Методы, Примеры. – М.: Физматгиз, 2002.- 320 с.
- 4 Зарубин В.С. Математическое моделирование в технике: учебник для вузов .- М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2003. - 496 с.
- 5 Голубева Н.В. Математическое моделирование систем и процессов: Учебное пособие. СПб.: Издательство «Лань», 2013.- 192 с.
- 6 Корнаева Е.П., Корнаев А.В., Савин Л.А. Моделирование неизотермического течения вязкой жидкости в конфузторных каналах в условиях многозонной подачи смазочного материала. 2018. Т. 2 109-118 с.
- 7 Королев А.Л. Компьютерное моделирование – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.-230 с.
- 8 Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. Гидродинамика. М.: Наука. Физматлит, 2001.
- 9 В.Я. Шкадов, З.Д. Запрянов. Течения вязкой жидкости. – М.: Изд-во МГУ, 1984.
- 10 В.И.Горбаченко "Вычислительная линейная алгебра с примерами на MATLAB. СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 320с
- 11 С. Поршнев. Вычислительная математика. Курс лекций. С-Пб.: БХВ-Петербург, 2004
- 12 С. Поршнев. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB. М.: Горячая линия-Телеком, 2003.
- 13 В. Кондрашов, С. Королев. Matlab как система программирования научно-технических расчетов. М.: Мир, Институт стратегической стабильности Минатома РФ, 2002. 504 с.
- 14 К.Чен, П.Джиблин, А.Ирвинг. Matlab в математических исследованиях. Мир. 2001..- 552 с.
- 15 А.Гультяев. Визуальное моделирование в среде Matlab: Учебный курс. Питер. 2000, 1987.- 432 с.
- 16 Охрана труда и безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие/ М.К. Дюсебаев, Ж.С. Абдимуратов; АУЭС. Алматы, 2011. -79 с.
- 17 Метрологическое обеспечение безопасности труда: справочник./Под ред. Сологьяна И.Х. Том 2. -М.
- 18 Акулич И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах. М.: Высшая школа, 1986. – 319 с.
- 19 Юдин Д.Б., Гольштейн Е.Г. Линейное программирование.- М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1963.- 776 с.

- 20 Колмогоров Л.В., Горстко А.В. Оптимальные решения в экономике. –М.: Издательство «Наука», 1972. - 232 с.
- 21 Юрьева А.А. Математическое программирование: Учебное пособие.- СПб.: Издательство «Лань», 2014. – 482 с.
- 22 Хакимжанов Т.Е. Охрана труда. Методические указания «Расчет аспирационных систем». – Алматы, 2002.
- 23 Защита от производственного шума: Методические указания к лабораторной работе / Сост. А.Н.Кудрин. - Ульяновск: УлГТУ, 2001 .-32 с
- 24 Бекишева А.И. Методические указания к выполнению экономической части дипломной работы для бакалавров специальности 5В0703 - Информационные системы – Алматы: АУЭС; 2013. –24 с.
- 25 Буч Г., Рамбо Д., Якобсон А. Язык UML. Руководство пользователя. Второе издание. ДМК, 2006, 496 с.