

**Ўзбекистон Республикаси**

**Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги**

**Наманган муҳандислик-педагогика институти**

Қўлёзма ҳуқуқида

УДК 371.583

**Назарова Хуршида Ариповна**

*Газ фильтрацияси жараёнини турли чегаравий шартларда тадқиқ қилишнинг оптимал ва визуаллаштирилган натижалар берувчи дастурий комплекс яратиш*

**Ихтисослик 5A140901 Касб таълими (Информатика ва ахборотлар технологиялари) магистр академик даражасини олиш учун**

# **ДИССЕРТАЦИЯ**

Иш кўриб чиқилди, ҳимояга қўйилди

Касб таълими (Информатика ва  
информацион технологиялари)  
кафедраси мудири т.ф.н. доцент

**Б.Б.Эргашев**

Илмий раҳбар

НамМПИ Касб таълими  
(Информатика ва информацион  
технология-лари) кафедраси катта  
ўқитувчиси, т.ф.н. **Т.М.Жўраев**

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2014й.

**Наманган – 2014й**

## МУНДАРИЖА

<b>Кириш</b> .....	3
<b>1-БОБ Газ конларини ишлаб чиқишда филтрацион жараёнга таъсир этувчи омиллар таҳлили</b> .....	10
1.1 Газ конларини ишлаб чиқишнинг ҳозирги кундаги ҳолатига таҳлил.	10
1.2 Қатламнинг филтрацион жараёнга таъсир этувчи параметрлар таҳлили ва жараённинг математик моделлари.....	13
1.3 Масаланинг қўйилиши.....	26
1.4 1-боб бўйича ҳулосалар.....	28
<b>2-БОБ Филтрацион жараёнларни ифодаловчи тенгламаларни сонли ечишнинг унумдор усуллари танлаш</b> .....	29
2.1 Бир ўлчовли филтрация масаласини сонли ечишнинг алгоритми ва дастурини яратиш.....	29
2.2 Икки ўлчовли филтрация масаласини сонли ечишнинг алгоритми ва дастурини ишлаб чиқиш.....	41
2.3 2-боб бўйича ҳулосалар.....	47
<b>3-БОБ. Дастурлар боғламини яратиш</b> .....	48
3.1 Сонли натижаларни визуаллаштириш алгоритмини ва дастурини ишлаб чиқиш .....	48
3.2 Дастурлар мажмуасини яратиш технологиси .....	55
3.3 Дастурдан фойдаланиш учун йўриқнома.....	59
3.4 3-боб бўйича ҳулосалар.....	64
<b>4-БОБ Педагогика қисми</b> .....	65
4.1 Дарсларда интерфаол инновацион усуллар ва уларнинг таълим сифатини оширишдаги аҳамияти.....	65
4.2 Олий таълимда амалий машғулотларни ташкил этиш ва таълим бериш технологиясини лойиҳалаш.....	76
4.3 Конларни ишлаб чиқиш корхоналарида электр токи билан ишловчи ходимлар меҳнатини муҳофаза қилиш.....	82
4.4 4-боб бўйича ҳулосалар.....	88
<b>Хулоса ва таклифлар</b> .....	89
<b>Фойдаланилган адабиётлар</b> .....	91
<b>Илова</b> .....	95

«Мен XXI аср маънавият асри, маърифат асри, илм-фан ва маданият ва ахборот асри бўлишига қатъиян аминман»

*И.А.Каримов*

## **КИРИШ**

**Тадқиқот мавзусининг долзарблиги.** Президентимиз И.А. Каримов томонидан таъкидлаб ўтилганидек, Ўзбекистоннинг сиёсий ва иқтисодий мустақиллигини мустаҳкамлаш учун республика ёқилғи-энергетика ресурсларини ўзи таъминлаши керак.

Маълумки, республикаимиз нефть ва газ саноати бўйича ўз-ўзини таъминловчи давлатлардан бири ҳисобланиб, унинг иқтисодиётдаги роли йил сайин ортиб бормоқда.

Мустақиллик йилларида газ ва нефть саноатида янги конлар очилди, қатламдан газ қазиб олишни ошириш мақсадида эски конларга турли сунъий таъсирлар қўлланилмоқда. Йиллик газ қазиб олиш миқдорини 70 млрд. м<sup>3</sup> гача етказиш кўзда тутилган, бу республикаимизни табиий газ билан тўла таъминлаш ва МДХ давлатларига сотиш имкониятини беради.

Ҳозирги вақтда газ конларининг ишлаб чиқиш жараёнини башоратлаш, таҳлил қилиш ва ифодалаш имконини берувчи назарияси доирасида янги йўналиш – тақсимланган ва тўпланган параметрли газ қазиб олиш тизимини бошқариш назарияси ривожланмоқда. Ишлаб чиқувчиларнинг аксарияти ушбу назариядан фойдаланишда кўп мақсадли объектларнинг ривожланишини бошқаришда қарор қабул қилиш ва катта тизимларнинг замонавий назарияси тамойил ва усулларига таянади. Айтилиши вақтда газ қазиб олиш саноатида тизимли ёндошув ва қарор қабул қилиш назариясининг ривожланиши ҳозирча бошланғич ҳолатда турибди.

Юқоридагилардан келиб чиқиб, қатламдан нефть ва газ қазиб олишни ошириш мақсадида конларни ишлаб чиқишни оптимал бошқариш жараёнида фильтрация масалаларини сонли ечиш усулларини амалий қўллаш учун ривожлантириш ва такомиллаштириш асосий масала бўлиб ҳисобланади.

Қатлам тизимларини ишлаб чиқишнинг оптимал бошқариш усулларини ривожлантириш ва такомиллаштиришда математик моделлар, ҳисоблаш алгоритмлари, ҳисоблаш тажрибаларини ўтказиш ва фойдаланилаётган қудуқларнинг ишлаши бўйича амалий тавсиялар қабул қилиш учун дастурлар мажмуасини ишлаб чиқиш асосий босқичлардан бири саналади.

Бундай мураккаб системаларни ишлаб чиқишни бошқариш жараёнлари бошланғич, чегаравий ва ички шартларни қаноатлантирувчи хусусий ҳосилали чизиқли ва чизиқсиз мураккаб тенгламалар системалари билан, шунингдек, натижада ишлаб чиқиш объектларини иқтисодий-математик моделларини қуришга асосланган оптималлаштириш масаласига олиб келадиган узлуксиз ёки дискрет жараёнлар учун мос келувчи чекли-айирмали тенгламалар билан ифодаланади. Бундай моделларни қуриш жуда ҳам қийин масала бўлиб, катта ўлчамдаги мураккаб тенгламалар системасини ечиш, кўп даражали системада ўзига хос технологик жараёнларни ифодалаш ва бундай системаларнинг глобал оптималлигини излаш жуда ҳам мушкул.

Қатлам шароитида юз берувчи мураккаб жараёнларни бошқариш, объект ҳолатини башоратлаш, ҳаракат таҳлилини амалга ошириш учун газ конидан фойдаланиш суръатини турли шартларда назорат қилиш имконини берувчи ахборотли қурилмани яратиш зарур. Ҳозирги кунгача мавжуд ишларнинг таҳлили шунини кўрсатмоқдаки, бу соҳада қилиниши керак бўлган ишлар кўлами жуда катта. Айниқса, ҳақиқий вақт режимида алгоритмлар ўта тез ва ишончли ишлаши талаб этилади. Булар, асосан, ҳақиқий газ конлари режимида ишлайдиган замонавий инфорацион технологиялар ва алгоритмларни яратиш ҳамда қўллаш масалаларига тегишлидир.

Нотурғун газ фильтрацияси ёки қатламдаги суёқлик ҳаракати жараёнлари параболик типдаги хусусий ҳосилаларни дифференциал тенглама кўринишида ифодаланади. Кўп ўлчовли параболик типдаги дифференциал тенгламалар учун чегаравий масалаларнинг аналитик ечимини олиш имкони йўқлиги сабабли кейинги йилларда турли хил сонли ҳисоблаш усуллари яратилди. Бу эса тезкор ЭХМларнинг яратилиши ва ривожланиши билан боғлиқ. Сонли усуллар ва шахсий компьютерлар ҳозирги вақтда кўп ҳисобланувчи амалий масалалар, шунингдек, параболик типдаги кўп ўлчовли дифференциал тенглама кўринишидаги масалаларни ечиш имконини беради. Нефть ва газ конларини ишлаб чиқишни назарий таҳлил қилиш ҳамда амалиётга қўллаш учун параболик типдаги икки ўлчовли тенгламани сонли ечиш усулида қараш етарли. Аслида табиий газ конларини ишлаб чиқишда қатламда ҳосил бўладиган фильтрация жараёнлари вақт бўйича уч ўлчовли эвклид фазода тавсифланади. Лекин уч ўлчовли фильтрацион оқимни қараш учун жуда ҳам катта геологик-физик маълумотлар талаб қилинади. Бундай маълумотларни олиш эса мураккаб масалаларни келтириб чиқаради.

Оддий дифференциал тенгламаларни тадбиқлари физика, механика фанларини ҳар бир соҳаларида кўзга ташланиб турибди. Бундай тенгламаларнинг аниқ ечимларини топиш жуда ҳам тор синфни ташкил этгани учун ҳам амалиётда асосан тақрибий (аналитик ёки сонли) усуллар қўлланилади ва тенглама ечимини аниқлик даражаси текширилади.

Ушб магистрлик иши табиий газ конларидаги ишлаб чиқиш кўрсаткичларини аниқлаш учун ишлаб чиқилган математик моделларни сонли усуллар ёрдамида ечиш ва замонавий информатсион технологиялар асосида ҳисоблаш алгоритмларини яратишни кўзда тутди. Шу билан бирга фильтрацион жараёнларни ифодаловчи математик моделлари асосида турли чегаравий шартларда асосий параметрлар ўзгаришини таҳлил қилиш ва жараённи баҳолашда натижаларни визуаллаштириш ишлари учун кенг

имкониятларни очиб берувчи масалаларни тадқиқ қилиш кўзда тутилганлиги мавзунинг долзарб эканлигини ифодалайди.

Ҳозирги кунда фан ва техника ютуқлари математиклар ихтиёрига кучли ҳисоблаш воситаларини бермоқда. Бунинг натижасида эса мавжуд усулларни янги машиналарда қўллаш учун қайтадан кўриб чиқиш эҳтиёжи туғилмоқда.

Математикада типик математик масалаларнинг ечимларини етарлича аниқликда ҳисоблаш имкониятини берувчи усуллар яратишга ва шу мақсадда ҳозирги замон ҳисоблаш воситаларидан фойдаланиш йўлларини ишлаб чиқишга бағишланган соҳа ҳисоблаш математикаси дейилади. Ҳозирги замон ҳисоблаш математикаси жадал ривожланиб бормоқда. Ҳисоблаш математикаси қамраган масалалар тури эса жуда кўп. Табиийки бу масалаларни ечиш усуллари ҳам хилма-хилдир. Ҳозирги даврда фан-техника, иқтисодиёт, тиббиёт, маориф, маиший хизмат ҳамда инсон фаолиятининг бошқа соҳаларида масалаларни ечишни ЭҲМ ёрдамида амалга ошириш имконияти яратилган. Албатта бу ҳолларни яратиш учун аввал ҳар бир масалалар учун унинг математик моделини қуриш, сўнгра уни ечиш тўғрисида бош қотириш зарур. Шу тариқа ҳаётий масала, унинг модели бўлган математик масалаларни ечишга келтирилади.

Хуллас, қайси бир тарафдан баҳоламайлик, мазкур диссертация мавзуси долзарб эканлигини айтиш мумкин.

**Тадқиқотнинг мақсади** - Газ фильтрацияси жараёнини ифодаловчи фильтрация тенгламаларини турли чегаравий шартларда ечишнинг оптимал алгоритмларини қуриш ва визуаллаштирилган натижалар берувчи дастурий комплекс яратишдан иборат.

**Тадқиқот объекти** - Газ фильтрацияси жараёнини турли чегаравий шартларда ифодаловчи бир ва икки ўлчовли ҳусусий ҳосилали параболик типдаги дифференциал тенгламалар.

**Тадқиқот предмети** - Газ фильтрацияси жараёнини турли чегаравий шартларда ифодаловчи бир ва икки ўлчовли ҳусусий ҳосилали параболик типдаги дифференциал тенгламаларни ечиш учун сонли ҳисоблаш усуллари, амалий масалаларни ечиш учун қулай интерфейсга эга Delphi дастурлаш тили.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

1. Фильтрацион жараёнлар ва ғовак муҳитда газларнинг ҳаракатини таҳлил этиш;
2. Фильтрацион жараёнларга таъсир этувчи қатлам параметрларини таҳлил этиш;
3. Жараённи ифодаловчи бир ва икки ўлчовли тенгламаларни турли чегаравий шартларда ечиш усулининг алгоритм ва дастурини ишлаб чиқиш, усул аниқлигини баҳолаш;
4. Жараённи таҳлил қилишни оптималлаштириш мақсадида олинган сонли натижаларни визуаллаштириш;
5. Жараённи ифодаловчи бир ва икки ўлчовли тенгламаларни турли чегаравий шартларда ечиш ва сонли натижаларни визуаллаштиришнинг дастурлар боғламини яратиш.

**Тадқиқотнинг методологик асосида** замонавий ахборот технологияларини яратиш соҳасида эришилган катта ютуқлар асосида ётувчи таълимотлар, Республикамизда таълим тизимини тубдан ислоҳ этишга қаратилган ғоялар, миллий мустақиллик мафкураси ғоялари ётади.

**Тадқиқот усули** – Дастурлаш технологияси, математик моделлаштириш, чекли-айирмалар усуллари ва сонли тажрибалар.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** – Фильтрация масалаларини турли чегаравий шартларда тадқиқ қилиш ҳамда мос фильтрация тенгламаларининг бир ва икки ўлчовли ҳолатларда сонли усуллар ёрдамида ечишнинг унумдор схемаси ажратиб олинган ҳамда олинган натижаларни визуаллаштиришнинг дастурлар мажмуаси ишлаб чиқилган.

**Тадқиқотнинг амалий аҳамияти.** Ишлаб чиқилган ҳисоблаш алгоритмлари ва компьютер моделини конлардан газларни мақбул олиш мақсадида жараёнга таъсир этувчи параметрларни таҳлил қилишда ва олий таълим муассасаларида ўқитиладиган ҳисоблаш усуллари фанидан амалий машғулотларни ўтказишда фойдаланиш мумкин.

**Тадқиқот ишининг ҳимояга олиб чиқиладиган қисмлари.**

Қатламнинг фильтрацион жараёнга таъсир этувчи параметрлар таҳлили  
Бир ўлчовли ва икки ўлчовли фильтрация масаласини сонли ечишнинг алгоритми ва дастур модули

Сонли натижаларни визуаллаштириш алгоритми ва дастур модуллари,  
дастурлар мажмуасини яратиш технологияси

Дарсларда интерфаол инновацион усуллар ва уларнинг таълим сифатини оширишдаги аҳамияти

Олий таълимда амалий машғулотларни ташкил этиш ва таълим бериш технологиясининг наъмунавий лойиҳаси

**Ишнинг апробацияси ҳақида.** Мавзу буйича диссертант томонидан НамМПИнинг Касб таълими (Информатика ва ахборотлар технологиялари)

кафедраси (23. 04. 2013 й., 11. 04. 2014 й.) илмий семинарларида ҳисоботлар берилди.

**Тадқиқот ишининг натижалари** мавзу бўйича муаллиф чоп эттирган куйидаги мақолаларда ўз ифодасини топган:

1. Бир ўлчовли фильтрация масаласининг солиштирма оғирлик кучи ҳисобга олинган ҳоли учун модел ва ҳисоблаш алгоритми // Касб-ҳунар коллежларида ўқув-тарбия жараёнларини ташкил этишда илғор педагогик ва ахборот технологияларидан самарали фойдаланиш мавзусидаги республика илмий-амалий конференция материаллари тўплами. Наманган-2013, 27-30 б.
2. Сонли натижаларни визуаллаштиришнинг алгоритм ва дастурини ишлаб чиқиш // Ёш олимлар ва талабаларнинг “XXI аср – интеллектуал авлод асри” шиори остидаги ҳудудий илмий-амалий анжумани материаллари тўплами. Наманган-2014, 466-471 б.

**Ишнинг таркибий тизими.** Иш кириш сўзидан, ҳар бири бир неча қисмларни ўз ичига олган учта бобдан, хулоса ва фойдаланилган адабиётлар рўйхатидан иборат. У компьютерда 14 кегелли ўлчамдаги «Times New Roman» шрифтида 1,5 интервалда 94 бет ҳажмдан ва шу ҳажмга кирувчи бир қанча расмлардан, шунингдек илова (дастур матни)дан ташкил топган.

## **1-боб Газ конларини ишлаб чиқишда филтрацион жараёнга таъсир этувчи омиллар таҳлили**

### **1.1 Газ конларини ишлаб чиқишнинг ҳозирги кундаги ҳолатига таҳлил**

Табиий газ конларини ишлаб чиқиш ва лойиҳалаштиришнинг назарий асосларини яратиш мамлакат газ саноатини ривожлантиришда муҳим роль ўйнайди. Замонавий технологик жараёнларда самарали хом-ашё вазифасини ўтайдиган газ ва конденсатнинг қиймат баҳоси кундан-кунга ошиб бормоқда. Бу эса унумли қатламларнинг газ ва конденсат беришини оширувчи усулларни кенг қўллашни тақозо этмоқда. Ишлаб чиқиш даврида қатлам маҳсулотларининг қолдиқ захираси жойлашувини ва уларни казиб чиқаришга қаратилган технологик тадбирларни, кон саноатининг геологик асосини синчковлик билан ўрганиш масаласи тобора муҳимлашиб бормоқда.

Ҳозирги вақтда республикада етиштирилаётган пахта толаси, ер ости бойликлари, нефть, газ ва конденсат захиралари нафақат ўз эҳтиёжларимизни қондириш, балки уларни экспорт қилишимиз учун ҳам етарлидир. Буларнинг ҳаммаси кўрилаётган масаланинг, яъни филтрацион тизимларни моделлаштириш асосида сув тазйиқидаги газ конларини ишлаб чиқишни бошқариш алгоритми ва математик моделларини амалиётда қўллаш масалаларининг долзарблигидан далолат беради. Республикаимизнинг замонавий моддий техника базасини яратишда саноат ва умуман халқ хўжалиги структурасида йирик ўзгаришларни таъминловчи ишлаб чиқишнинг янги самарали тармоқлари муҳим ўрин тутди. Халқ хўжалиги тармоқларида фан ва техника тараққиётини белгилаб берувчи ҳамда тезкор суръатлар билан ривожланаётган нефть ва газ саноати ана шундай тармоқлардан бири ҳисобланади.

Нефть ва газ саноати бозор иқтисодиёти шаклланишининг ҳозирги босқичида ёқилғи саноатининг етакчи тармоқларидан бирига айланди. Шу

билан биргаликда мамлакатимизда ишлаб чиқиш саноатини ҳар томонлама ривожлантиришдаги унинг роли тобора ошиб бормоқда.

Мамлакатимизда газ конлари 1930 йилдан аниқлана бошланган. 1936 йилга келиб Фарғона водийсидаги бир қанча газ конлари аниқланиб, фойдаланишга топширилди. Газ саноатининг дастлабки қатламлари уруш йилларида ўзлаштирила бошланди ва шу кунгача Ўзбекистон ҳудудида бир қанча газ конлари аниқланиб, фойдаланишга топширилди.

Мамлакатимиздаги мавжуд табиий газ захираларининг асосий қисми, яъни 66,5 фоизи республикамизнинг ғарбида жойлашган, шунингдек, 21,4 фоизи устюртга, 9,5 фоизи Сурхондарё пасттекисликларига ва 2,6 фоизи эса Фарғона водийсига тўғри келади. Газ қазиб олиш саноатида эришилган ютуқларни ушбу соҳада олиб борилаётган тинимсиз меҳнат ва илмий изланишларнинг самараси дейиш мумкин.

Дастлабки йилларда Газли газ конидан энг кўп газ қазиб олинган бўлса, ҳозирга кунга келиб қазиб олинаётган газнинг ярмидан кўпроғи Муборак газни қайта ишлаш заводига тўғри келмоқда, шу билан биргаликда Шўртангаз комплексининг салмоғи ҳам ошиб борапти.

Ҳозирги кунда Қашқадарё вилояти Ўзбекистондаги нефть ва газ саноатининг асосий маркази бўлиб қолмоқда. Республика бўйича қазиб олинаётган нефтнинг 89,7 фоизи ва газнинг 96,2 фоизи, конденсатнинг 99,6 фоизи, олтингугуртнинг эса 100 фоизи Қашқадарё вилояти заминига тўғри келмоқда. Вилоятда газ қазиб олишнинг кўпайиши ва ундан самарали фойдаланиш газни қайта ишлайдиган катта корхоналар барпо этилиши билан боғлиқ. Маълумки, қазиб олинаётган газнинг таркибида олтингугурт кўп учрайди. Уни тозалаш мақсадида 1972 йилда Муборак газни қайта ишлаш заводи ишга туширилди. Бу завод Муборак ва бутун Қашқадарё ҳудудидаги ҳамда Бухородан қазиб олинаётган олтингугуртли газни тозалаш ва унинг таркибидан конденсат ажратиб олишда катта аҳамият касб этади. Бу эса Қашқадарё вилояти нефть ва газ саноатининг ривожланишига катта йўл очиб

берди. Кейинги ўн йилликда мамлакатга 5800 миллиард куб метрдан кўпроқ газ, салкам 17 млн. тонна нефть, 4,7 млн. тонна олтингугурт, 3,61 млн. тонна конденсат, 154,4 млн. тонна суюлтирилган газ етказиб берилди. Шу давр мобайнида юздан ортиқроқ нефть-газ қудуқлари ишга туширилди. Биргина Қашқадарё вилоятидаги йиллик қазиб олинаётган нефть, конденсат ва газ миқдори Олмония, Франция, Австрия, Греция, Испания, Чили, Боливия, Япония, Тайланд, Вьетнам, Покистон, Баҳрайн, Иордания, Исроил, Украина, Болтиқбўйи мамлакатлари бўйича қазиб олинаётган ана шундай маҳсулотлар миқдоридан ортиқдир.

Қидириб топилган, башорат қилинган нефть, газ ва конденсат ресурсларининг Қашқадарёдаги миқдори бу минтақанинг яқин 15-20 йил ичида ҳатто бундан узокроқ даврда ҳам республиканинг нефть-газ хом ашёлари бўйича энг йирик базаси бўлиб қолишини кўрсатмоқда. Бу вилоятнинг республикадаги мавқеини Россиянинг Тюмень ёки АҚШнинг Техас штатлари билан таққослаш мумкин.

Маълумки, нефть ва газ конларини излаб топиш ва қазиб олиш жуда катта маблағ талаб этади. Шунингдек, мавжуд конлардан режали ва оптимал фойдаланиш ҳозирги бозор иқтисодиёти даврида мамлакатимиз иқтисодиётига ўз таъсирини кўрсатади. Юқоридаги маълумотлар, фикр ва мулоҳазалардан келиб чиқиб, конлардаги мавжуд қудуқларни доимий назорат қилиш ва улардаги кўрсаткичларни маълум бир меъёрлар асосида бошқаришни муҳим масалалардан бири дейиш мумкин. Шундай экан, газ конларининг ишлаб чиқиш жараёнларидаги параметрлар ўзгаришини башорат қилиш ва оптимал бошқариш масаласи республикамиз газ саноати учун жуда ҳам долзарб ҳисобланади.

## **1.2 Қатламнинг филтрацион жараёнга таъсир этувчи параметрлар таҳлили ва жараённинг математик моделлари**

Ушбу магистрлик диссертацияси ишида қаралаётган объект ер ости қатламидаги газ кони ҳисобланади. Ишлатиладиган қатлам узунлик, кенглик, баландлик каби геометрик кўрсаткичлар, шунингдек, жинснинг ўтказувчанлик ва ғоваклик, суюқлик чегаралари, муҳитларнинг ёпишқоқлик, зичлик ҳамда газнинг ҳарорати ва бошқа гидродинамик хусусиятлари билан характерланади. Газ ва нефть саноатини бошқариш тизими амалиётдан келиб чиқадиган кўпгина масалаларни ўз ичига олади.

Аксарият бошланғич геологик-геофизик маълумотлар, газ конденсатли конни қайта ишлаш учун зарурий бўлган, аналог бошланғич маълумотлар, газ конларини қайта ишлашни проектлашда ишлатилади. Айниқса бу бошланғич маълумотлар газ конденсатли конни қайта ишлашни камайиб кетишлигини проектлаш учун тегишли ҳисобланади.

Қуруқ газ ёки сувни суриб олишда қатламли босимни саклаб, газ конденсатли конни қайта ишлаш вариантларини муҳокама қилишда геологик жойлашишни маълумот ишончилиги, қатламни қувват билан ва ўрнашган майдонда коллекторлик хусусиятини ўзгартиришда, сув босимли система характеристикаси, сувли қатлам параметрлари ҳақида маълумот талаб қилинади. Кўшимча бошланғич маълумот ҳисобига газ ёки сувда дам берадиган насосли скважин босими ҳақидаги маълумот келиб чиқади.

Геологик профилни (ён томон) бошқача кўриш хилма- хил карта, зонал карта, қувват картаси, илма-тешик, ўтказувчанлик ва бошқа геофизик маълумотлардан ташкил топган скважин корролиясини ўтказиш, кўлга киритилган геологик усуллардан фойдаланиб, геофизик материалларни статистик қайта ишлаш зарур.

Геологик - геофизик маълумотларни қайта ишлашни охириги кўриниши нефть конларини қайта ишлаш теорияси амалиётда кенг қўлланилади. Бу

аввало ўтказувчанлик тақсимланган функцияга тааллуқлидир. Ўтказувчанликни тақсимлаш функцияси газни қазиб олиш эффективлигини ҳисоблашни талаб этади.

Қатламдаги босимни тутиб туриш усули эффективлиги конни геологик тузилиши хусусиятига боғлиқ. Шунинг учун газ конденсатли конни қайта ишлашни проектлашда геологик-геофизик маълумотлар талаби юксалади. Газ конденсатли конни қайта ишлашни проектлаш учун зарурий бошланғич маълумотлар орасидаги фарқ газ конденсат системасининг босим ва температураси ўзгаришидаги хатти-харакат хусусияти билан аниқланади. Бу хусусият газ конденсат изотерми тузилиши ҳисобланади. Соҳа қурилмалари ва конни қайта ишлашни проектлаш системаси учун асосий маъно газ сепарациясини турли хил мумкин бўлган температуралари учун конденсация изотермалари ва конденсация қатлам изотермаси мавжуд.

Ихтиёрий янги очилган газ ва нефт конларини ишлаб чиқариш жараёнида табиёки, ғовак мухитда газ ва суюқликлар ҳаракати бўлади. Бу ҳаракатга эса бир қанча омиллар, масалан: ўтказувчанлик, ғоваклик, газ ёки суюқликка тўйинганлик, ёпишқоқлик каби ва бошқа коэффицентлар, босимнинг, капилляр (газ ва суюқликларнинг жуда ингичка найчалардаги ҳаракати) босимнинг ўзгаришлари, қазиб олинаётган дебит (манбадан муайян вақт ичида бериладиган газ, нефт, сув ва энергия) миқдори таъсир этади. Ушбу бўлимда ана шу коэффицентларга таърифлар бериб ўтилади.

Ғовак материал бу кенг манодаги тушунча бўлиб, аслида кичик бўш жойлари бор қаттиқ жисмдир. Масалан, шар ёки цилиндр одатда ғовак материал деб ҳисобланмайди. Шунинг учун биз бир бири билан боғланган ёки боғланмаган ғовакликка эга бўлган материалга тушунча яъни таъриф берайлик.

### **Фильтрация назариясининг асосий тушунчалари.**

Фильтрация деб, суюқликнинг ғовак мухитдаги ҳаракатини айтамыз.

Ғовак мухит деб, бир бирлари билан жуда хам яқин жойлашган қаттиқ жисмлар тўпламига айтамыз.

Суyoқликнинг ёпишқoқлиги деб, суyoқликнинг қаттиқ жисмлар орасидан oқиб ўтишида уларнинг орасидаги содир бўлган қаршилиқ кучига айтамыз.

Фильтрация тезлиги  $w$  деб, суyoқлик сарфи  $Q$  нинг қатлам майдони  $A$  га нисбатини айтамыз, яъни

$$w = Q / A .$$

Босим деб, бирлик юзага перпендикуляр таъсир этувчи куч бирлиги билан ўлчанадиган катталиқга айтамыз.

Суyoқлик хажмини ўзгартириш учун ёки газ хажмини камайитириш учун ташқаридан куч таъсир этиш керак. Суyoқликнинг бундай хоссаси ҳажм эластиклиги (упругость объема) деб аталади.

Идеал газлар деб Бойл-Мариот ёки Гей-Люссак қонунларига бўйсунувчи ёки газ молекулалари орасидаги ўзаро таъсир кучлари бўлмаган газларга айтамыз.

Реал газлар деб Бойл-Мариот ва Гей-Люссак қонунларига бўйсунмайдиган ёки молекулалар орасидаги ўзаро таъсир кучлари яхшигина билинадиган газларга айтамыз.

Бойл-Мариот қонунида берилган температурада газ зичлиги босимга тўғри пропорционалдир.

Гей-Люссак қонунида берилган босимда газ зичлиги унинг абсолют температурасига нисбатан тесқари пропорционал ўсади.

Модданинг зичлиги шу модда массасининг бирлик хажмига нисбати билан белгиланади.

Ғовак материал деб етарлича ғовакликларга эга бўлган шундай бир қаттиқ жисмга айтамызки, ундаги ғовакликларнинг умумий хажми жисм хажмидан анчагина кичикдир.

Кўпгина табиий ёки ясалган материаллар ғовакли бўлади. Масалан челақдаги қум, ўралган пахта ёки нон бўлаги буларнинг бари ғовакли материалларга мисол бўла олади. Жуда кичик ғовақдаги суюқлик ва уни қуршаб турган девор орасидаги бир бирига таъсир этувчи молекуляр кучлар жуда ҳам каттадир. Бу жуда кичик ғовақлар молекуляр ғовақлар деб аталади. Каттагина хажмга эга бўлган ғовақдаги суюқликлар ҳаракат пайтида, девор билан камроқ куч таъсирида бўлади Бундай ғовақлар **кавак (каверн)** деб аталади.

Ғоваклик (пористость). Ғовак материалнинг ғоваклиги деб ғоваклик хажмининг умумий хажм нисбатига айтилади.

Бу параметр учун  $m$  белгилашини киритсак, ғоваклик коэффициенти қуйидагича белгиланади:

$$m = \frac{V_i}{V_o} = \frac{V_{\text{ғовак}}}{V_{\text{ғовак}} + V_{\text{ҳаво}}},$$

ва у ўлчамсиз катталиқ деб саналади.

Бир хил шартлардан тузилган ғоваклик тизими назария бўйича шар ўлчамларига боғлиқ бўлмаслиги керак. Лекин табиатда учрайдиган материаллар учун бу ўринли эмасдир. Ўлчаш натижалари шуни кўрсатадики яхшигина танланган қумликнинг ғоваклиги тошчаларнинг ўлчами кичрайиши билан катталашади.

Ҳар хил ўлчамларга эга бўлган табиий материалларда ғоваклик тошчаларнинг ўлчамлари бўйича жойлашинишига боғлиқ бўлади. Ўлчамларнинг ҳар хил бўлишлиги базида катта ғовакликларда кичик ўлчамли тошчалар жойлашиниб қолади. Бундай ҳолларда материалнинг ўтказувчанлик хусусияти пасаяди.

Ғовак материалларнинг механик хоссалари. Суюқликнинг ғовак муҳитдаги ҳаракати масаласида одатда муҳитнинг механик хоссалари таъсир этмайди. Лекин хусусий ҳолларда чуқурроқ жойлашган ғовак муҳитнинг

механик хоссалари маълум бир миқдорда ундаги нефт, газ ва сувларнинг харакатига таъсир этиши мумкин.

Нефт саноатида тоғ жинсларининг сиқилувчанлиги ва яхлитлигини аниқловчи қатор текширувлар олиб борилган ва тоғ жинсларининг сиқилувчанлик коэффиценти қуйидагича аниқланиши келтириб чиқарилган

$$c = -\frac{1}{V_0} \frac{\partial V_0}{\partial p}$$

бундаги  $p$  - ташқаридан қўйилган гидростатик босим.

Ўтказувчанлик (проницаемость). Ўтказувчанлик - бу ғовак материалнинг шундай хоссасики, у ўзидан босим таъсири остида суюқлик ўтказиш қобилиятини характерлайди.

Ўтказувчанлик ғовакликдан суюқликни ўтказилиши деб тушинилади. Бу ўтказилишни белгилайдиган параметр биринчи бор 1986 йили Дарси томонидан киритилган. Шунинг учун ўлчов катталиклари билан аниқланадиган ўтказувчанлик коэффиценти аниқлайдиган тенглама Дарси қонуни деб аталади.

Агарда  $L$  узунликка ва кўндаланг кесимининг майдони  $A$  га тенг бўлган ғовак материал бўйлаб барқарор бўлган сиқилмайдиган суюқлик горизонтал тўғри чизикли харакат қилса, у холда бу материалнинг ўтказувчанлик катталиги қуйидагича аниқланади

$$K = \frac{q\mu}{A(\Delta P / L)}$$

Бунда,  $q$  - сарфланаётган суюқлик хажми,  $\mu$  - суюқликнинг ёпишқоқлик коэффиценти,  $\Delta P - L$  узунликдаги босимнинг камайиши.

Ўтказувчанликнинг энг кўп қўлланиладиган ўлчам бирлиги - дарси: бу шундай материалнинг ўтказувчанлик коэффиценти, унда босимнинг 1 атм камайишига қирраси 1 см узунликка эга бўлган куб орқали 1 сек вақтда 1 сантимуазли ёпишқоқликда 1 см<sup>3</sup> суюқлик сарфланади. Шундай қилиб

$$1 \text{ дарси} = \frac{1 \frac{\text{см}^3}{\text{сек}} \times 1 \text{ сп}}{1 \text{ см}^2 \times 1 \frac{\text{атм}}{\text{см}}}$$

Сууюқликга тўйинганлик (насышенность жидкости).

Ғовак материаллардаги бўш жойлар қисман сууюқликлар билан, қисман хаво билан, қисман бошқа газлар билан тўлдирилган бўлиши мумкин. Ёки улар икки хил аралашмайдиган сууюқликлар билан тўлдирилган бўлиши мумкин. Ихтиёрий холда ёки уч хил сууюқлик билан тўлдирилган холда қайси компонента қанча жой эгалаяпти деган саволни аниқлаш мухим ахамиятга эгадир.

Берилган сууюқликнинг ғовак мухитдаги тўйинганлиги шу сууюқлик эгаллаб турган хажмнинг бутун бўш жойлар хажмига нисбати билан аниқланади ва у  $S$  орқали белгиланади.

Шундай қилиб иккита сууюқлик учун, айтайлик,  $S_1$  ва  $S_2$ , биргаликда бўшлиқларни тўлдирилишда қуйидаги тенглик ўринлидир

$$S_1 + S_2 = 1.$$

Бу хол уч хил сууюқликлар учун ҳам ўринлидир.

Капилляр босим. Агар иккита аралашмайдиган сууюқлик бир бири билан ёндошса, уларнинг чегарасида босимнинг ўзгариши хосил бўлади ва у капилляр босим деб аталади.

Босимлар чегарасидаги бундай ўзгаришлар, яъни, капилляр босим  $p_k$  сиртни тасвирловчи эгри чизик ва сууюқлик характеристикаси билан **Лаплас** формуласи орқали боғлиқ:

$$p_k = \gamma_{12} \left( \frac{1}{r} + \frac{1}{r'} \right)$$

бундаги  $r, r', \gamma_{12}$  - мос равишда эгри чизик радиуслари ва эркин холатдаги энергиядир. Баъзи холларда эркин холатдаги энергия сиртнинг таранглиги деб ҳам аталади.

Сирт таранглиги, кучнинг узунликка нисбати ўлчами билан ўлчанади.

Сирт таранглик кучи бир суюқликни иккинчиси билан сиқиб чиқараётган пайтда баъзи холларда ёрдам беради, баъзи холларда қаршилик кўрсатади. Шунинг учун ғовак мухитда капилляр босим куйидагича ифодаланади

$$p_1 - p_2 = p_k(S_2).$$

Хамма табиий ғовак мухитдаги тўйинганликка мос келган капилляр босимни ифодаловчи эгри чизиқ кўп холларда бир бирларига ўхшаш келишлиги бундай эгри чизиқлар холат учун умумий бўлган тенгламани келтириб чиқаришга олиб келди. Шундай қилиб Леверет бу масалага ўлчамларни таққослаш нуқтаи назаридан ёндошди.

Капилляр босим ғовакликка, сиртнинг таранглигига ва қандайдир бир характерга эга бўлган ғовакнинг ўлчамига боғлиқлигидан келиб чиққан холда, Леверет ўлчамсиз бўлган тўйинганликнинг функциясини келтириб чиқазди ва уни  $j$  - функция деб атади,

$$j(S_1) = \frac{p_k}{\gamma_{12}} \sqrt{\frac{K}{m}}.$$

Бу ифода **Леверетнинг  $j$  - функцияси** деб юритилади.

Хақиқатда кўп холларда ҳаракат кўриниши жуда ҳам мурракаб холда ўтади, чунки ғовак мухитда биржинсли биргина суюқлик ҳаракат қилиб қолмасдан ҳар хил физик-кимёвий характерларга эга бўлган бир неча суюқликлар ҳаракат қилиши мумкин. Масалан нефтнинг сув юбориш билан олинаётган нефтли қатламидаги сув, нефт бўшатган ғовакни тўла эгаллаб ола олмайди. Бу холда кўрилатган жойда икки хил суюқлик ҳаракат қилади - оқиб кирган сув ва қолиб кетиш натижасида секин аста ювилаётган нефт. Бундан ҳам қийинроқ кўриниш эса нефтдан газнинг ажралиб чиқиши холатидир. Бу холда учта компонента - нефт, газ ва сув ҳаракатлари содир бўлади.

Шунинг учун бир нечта суюқликлар аралашмаси биргаликда ҳаракат қилганда компоненталар тезлиги ҳар хил бўлади. Ва ҳар бир компонента учун Дарси қонуни ўринлидир. Шунингдек бошқа изланаётган катталиқлар каторида тўйинганлик коэффиценти ҳам аниқланади.

Бундан ташқари фазаларнинг нисбий ўтказувчанлиги коэффиценти ҳам киритилади

$$k_i^* (s) = \frac{k_i(s)}{k},$$

бундаги  $k$  - биржинсли суюқлик ўтказувчанлик коэффицентидир.

Абстракт тизимлар барпо қилиш керак бўлган реал мавжуд тизимлар моделлари ёки объект ёки жараёнлар моделлари ҳисобланади.

Инсон тафаккури реал объект ва жараёнларнинг идеаль моделлари билан иш кўради. Ҳақиқий хусусият ёки муносабатнинг ҳар қандай инсон онгидаги тасвири етарли даражада мукамал бўла олмайди. Хаёлий образни ҳосил қилишда бу хусусият ва муносабатларни маълум даражада идеаллаштирилади.

Идеаллаштириш мавжуд бўлмаган ҳолатлардан четлашган ҳолда хоссаларини билиш, унинг реал борлиққа муносабатида ва ўзига эга бўлмаган шундай бир предикатлар орқали бўлиниши билан амалга оширилади. Масалан, бу тушунча билан қатламни берилган нуқтасида фильтрация тезлиги, ўтказувчанлик ёки ғовакликни жараённи ҳақиқий ечимга мос аналогини топиш мумкин эмас, имкони йўқ. Идеаллаштиришда кўшиладиган ғоваклик мухити каби хусусиятлар, масалан, фазали ўтказувчанлик ҳам йўқ.

Инсон ўз тасавури ёрдамида аниқланган мос белгиларни кўяди, яъни бу белгилар у ёки бу реал хусусият ёки муносабатни акс эттирувчи кўринишида қатнашади. Белги хаёлий ёки сезги орқали қабул қилувчи (матн,овоз ва х.к.) бўлиши мумкин. Белгилар инсонлар билан мулоқотда ва жараённи билишда хаёлий тасаввур қилишни таянч мухитига айланади. Улар

иккита катта синфга булинади: сўзли ва сўзсиз. Биринчисига оддий мулоқотдаги сўзлар ва бир қанча илмий сунъий сўзлар (математика, мантиқ, химия ва х.к.) тегишли. Иккинчисига эса, қолган барча белгилар(символлар, сигналлар ва х.к.) киради. Умумий оддий сўзлар кўп маъноли характерга эга; битта сўз бир неча тушунчаларни билдириши мумкин, шунинг учун бир хил маънони билдирувчи сўзларни белгилар орқали ўрнатишда бундай тилни оммабоп тизим сифатида қўллаш мумкин. Шунинг учун моделни қуришда кўпроқ бир маъноли сунъий тиллар қўлланилади. Улар жуда ҳам чегараланган, лекин моделни кўриш учун етарли. Масалан, уларга турли хил математик структуралар тегишли. Оддий мулоқот тили энг ривожланган семантика ва синтаксисга эга бўлиб, инсоннинг мураккаброқ хаёлий ва эмоциональ эҳтиёжига хизмат кўрсатади. Тил белгилари тил элементларини тахрирлаш мумкин бўлган қоидалар тўплами билан бирга ишлатилади.

Моделлаштириш ўзида реал ёки идеаль бўлган икки объект ёки жараён орасидаги субъект томонидан аввалдан аниқланадиган мосликни ифода этади.

Моделлаштириш инсон томонидан икки босқичда амалга оширилади. Биринчисига, реал хоссалар ва муносабатларнинг хаёлий модели қурилади. Хаёлий моделнинг элементларига фақат тадқиқот мақсади учун керакли бўлган реал томонлари киради. Бундай соддалаштириш учун моделни гомоморф деб юритилади. Кейин хаёлий образлар айрим белгилар системаларга ўтказилади – белгили модел қурилади. Одатда хаёлий ва белгили модел орасида изоморфизм деб юритилувчи ўзаро бир қийматли мослик мавжуддир. Бу ҳолатда модел изоморф бўлади. Изоморфизм тушунчаси модел тушунчаси каби қатъий шартланган хоссалар ва муносабатлар киради. Изоморфизм кўпроқ моделни бир белгили системадан иккинчисига ўтказишда учрайди. Мураккаб реал объектнинг изоморф белгили моделини қуришга камдан-кам эришилади. Оддий муносабатларни моделлаштириш бундан мустасно. Масалан: қудуқларни жойлашиш харитаси

уларнинг реал жойлашининг изоморф моделидир. Кўп ҳолларда тақрибий (гомоморф) моделлар билан чегараланишига тўғри келади. Масалан, профил ёки харита кўринишида ифодаланган кондаги газ қатламларини жойлашининг модели геофизик тадқиқотлар бўйича разрез(қирқимлар) моделга ўтказилади. Бундай моделнинг омоморфизм (яқинлиги) битта геофизик материал бўйича моделлар қуриб осонгина исботланади.

Реал объект ёки жараёнларнинг сифат ва миқдорий хоссаларини ҳам моделлаштириш мумкин. Масалан, элементлар ўртасидаги ўзаро боғлиқликнинг мавжудлигини ёки система орқали ахборотнинг ўтиш кетма-кетлигини ифодаловчи блок-схема сифатли модел ҳисобланади. Дифференциал тенгламалар сабаб-натижа боғлиқликни ифодаловчи миқдорий моделларга киради.

Миқдорий моделни қуришда маълум кетма-кетликка риоя қилинади. Аввало реал жараёнда мавжуд хоссалар ажратилади. Хар бир хосса учун хар бир хоссани рақамлар билан характерловчи ўзгариш ва эталон шкаллари белгиланади. Миқдорий ёки сифат шаклида ифодаланган хоссанинг кўрсатилиш-намоён бўлиш даражаси параметр деб аталади.

Жараённинг хоссалари (параметрлари) орасидаги ўзаро боғлиқликни кузатиш кейинчалик муайян белгили тизимдаги модел деб қабул қилинувчи муносабатлар хусусиятини аниқлашга ёрдам беради. Бунда охириги шундай бўлиши керакки, унда хар бир реал параметр ва муносабатга мос белги ва муносабатни танлаш мумкин бўлсин. Математикада кўп белгили системалар мавжуд, шунинг учун одатда улар орасида кераклигини топиш мумкин, лекин, айрим ҳолларда янгисини кашф қилишга тўғри келади.

Идеал системанинг айрим белгилари ва муносабатлари билан реал параметрлар ва муносабатларни мос кўйилиши жараёни формаллаштириш деб аталади, тескари жараён интерпретация дейилади.

Бошқа методлар билан моделлаштириш, биринчи ўринда тажриба билан воқеликни англашнинг кучли қуроли бўлиб хизмат қилади. Фан ва

техникадаги, шу билан бирга газ конларини қайта ишлаш назариясидаги жараён моделлаштириш методларининг ривожланишига тўғридан-тўғри боғлиқ. Деярли ҳар бир илмий қоида ўзининг худудида моделлари тизими бўлади.

Моделлаштириш объектлар ёки жараёнларнинг ўзи билан эмас, балки ҳар доим етарлича содда бўлган моделлар билан ишлашда янги билимларни олишга ёрдам беради. Бироқ, янги билим олиш учун модел реал объектларнинг ўрганилаётган хосса ва муносабатларининг асосий томонларини тўғри акс эттириши шарти бажарилиши керак. Бу ҳолда модел ҳақиқий-аслига адекват дейилади. Адекватликни фақат тадқиқотчи шартланган хоссалар ва муносабатлар тўплами маъносида тушуниш керак. Агар модел қуришда ишлатиладиган белгилар тизими амаллари қарама-қарши бўлмаса уни модел тадқиқот мақсадига қараб бир ҳолатда адекват, иккинчи ҳолатда ноадекват бўлади. Масалан, материал баланси методи билан газ захирасини ҳисоблашда приток формуласи бўйича конга чегаравий сувнинг газ қатламига кирувчи умумий ҳажмини баҳолаш бутунлай адекват бўлиши мумкин, айрим қудуқларни сув билан тўлишини башорат қилишда яроқсиздир.

Биз ҳаётдаги моделларнинг жуда кўп турларини кўрамиз, лекин шунга баъзида эътибор берилмайди.

1. Ҳақиқий модел. Бунга биз ер ости захираларидан фойдали қазилмаларни жойлашишини тасаввур этиш билан мисол келтиришимиз мумкин. Фирмани ҳақиқий модели деганда иш юритиш фаолиятини тушунамиз. Инсоннинг ҳақиқий модели деганда унинг ўзини тушунамиз. Пахта ҳосилдорлиги ҳақиқий модели деганда унинг далада ўсиб ривожланиб, хирмонга тушган ҳосил миқдорини тушунамиз.

2. Лаборатория модели. Биология ва ботаника каби соҳаларда бирор бир янги нав яратиш учун хона шароитида сунъий имконият билан навнинг ўсиши ва маҳсулдорлигини ёки совуққа, сув миқдорига, ўғит турларига ва

х.к. таъсирлари ўрганилиб ҳаётга тавсия этилади. Бу эса маккажўхори ёки пахтанинг лаборатория модели дейилади. Бунга жуда кўп мисоллар келтириш мумкин. Геологияда ҳам ер ости бойликларини ишлаб чиқаришдан аввал уни лаборатория шароитида тажрибалар ўтказилади.

3. Лойиҳа модели. Бу кўпроқ қурилиш соҳасида қўлланиб, мақсадни тасвири ёки макети ясалишидир. Лойиҳада эса ҳар бир қисмнинг алоҳида ҳисоб ишлари бажарилади.

4. Математик модел. Биз бу ҳақда алоҳида бўлимларимизда мукамалроқ тўхталамиз. Чунки бизнинг ахборотлаштириш ва ҳисоблаш техникаси мутахасислари учун бу моделлаштириш тури асос ҳисобланади.

5. ЭХМ модели. Аслида кўп ҳолларда тузилган математик модел у ёки бу кўринишдаги тенгламадан иборат бўлади. Бундай тенгламалар доимо ҳам аналитик ечимга эга бўлавермайди. Агарда тенглама аналитик ечимга эга бўлса, у орқали номаълум миқдордаги ЭХМсиз ҳам сифатли ўзгариши ҳақида мулоҳаза юритиш мумкин. Сонли ечимларни ҳосил қилиш учун ҳисоблаш математика усулларини қўллаб дастур тузиш алгоритми ҳосил қилинади.

Дастур тузилганида қўшимча маълумотлар базасидан фойдаланиш ва фойдаланувчига Дастур тузилганида қўшимча маълумотлар базасидан фойдаланиш ва фойдаланувчига қўшимча имконият яратувчи (график чизувчи, ҳисобот жадваллари яратувчи) дастурлар ҳам тузиш керак бўлади. Бу дастурлар тўплами кўрилатган масалани ЭХМ модели дейилади. Биз моделлаштиришнинг турлари ҳақида жуда мукамал мулоҳаза юритишимиз мумкин. Лекин ҳар бир соҳада бу моделлаштириш яна бир неча кўринишларга эга бўлаверади.

Тизимли таҳлилинг энг юқори ютуқларидан бири бу мутахасисларнинг фикрларини жамланган ҳолда математик амалларни ўзида мужассамлаштирган энг янги турини ишлаб чиқиш ва уни ҳаётга қўллашни ҳал қилишдан иборатдир. Бунда мутахасислар мураккаб математик

моделлаштиришни қўллаш билан бирга моделлаштириш жараёнида келиб чиқадиган ҳолларни ҳам ҳисобга олишга туғри келади. Бир неча йиллар аввал бундай моделлаштириш мумкин бўлмаган эди. Учинчи авлод ЭХМлари пайдо бўлгандан сўнгина инсоният машиналар билан алоқаси ривожланиб имитацион моделлаштириш деб аталган моделлаштиришнинг янги тури келиб чиқди.

Моделлаштиришнинг бундай турида тизимга сонли ва мантиқий ишорали моделлар (масалан магнитли диск) ва мутахассисларнинг бирлашган бир- бири билан боғлиқли эвристик моделлари бирлашади. Кейингиси формал бўла олмайди. Чунки у олдиндан маълум эмас. Агарда биринчиси моделлаштиришнинг маълум бир вақтида ўзгаришсиз қолса, иккинчиси эса шу вақтда маълум маънода ўзгаришга эга бўлади.

Имитацион моделлаштириш «инсон-ЭХМ» диалоги режимида ишлайди. Бундай диалог учун ҳар бир соҳада ишлатиш учун мос келган махсус тил яратилиб, унда бошқаришга ёки лойиҳа тузишга таъсир этувчи буйруқлар келтирилади. Бир-бири билан мулоқот сонли алфавитли ва графикли дисплейлар ёрдамида амалга оширилади. Лойиҳалаштириш учун ҳам, бошқариш учун ҳам имитацион тизим тузилиб, у умумий маълумотлар банкига, ўзгармас махсус математик таъминлаш тизимига, марказий процессорга ва ниҳоят автоматлаштирилган марказлашган лойиҳалаштириш жойига киритилади.

ЭХМ ўзининг арифметик амалларни бажаришда тезкорлиги ва аниқлиги, жуда ҳам катта ҳажмдаги маълумотларни сақлашда инсоният имкониятидан устун келади. Имитацион моделлаштиришда биринчи галда башорат қилувчи моделлар ишлатилади. Газ конларини лойиҳалаштириш ва ишлаб чиқишда бу моделлар босим ўзгаришини ва сувнинг сурилишини структурада берилган қудуқлар ва уларнинг дебитларининг ҳар-хил жойлаштириш билан ҳар-хил вариантларда башорат қилади.

### 1.3 Масаланинг қўйилиши

Аниқ бир мақсадга йўналтирилган ҳамда бирор бир масалани ечиш учун мўлжалланган бир нечта ички кичик масалаларни ҳал қилиш учун ишлаб чиқилган дастурлар тўпламини дастурий мажмуа деб қараш мумкин.

Саноатнинг турли тармоқларига компьютерларни тадбиқ этилиши кўплаб катта ва мураккаб масалаларни ечишда енгилликлар тўғдира бошлади. Одатда бундай масалаларни инсон қўли билан ечишга тўғри келганида эди, бунинг учун бир неча кун ҳаттоки йиллар ҳам камлик қилган бўлар эди.

Кейинги пайтларда амалий масалаларни ечиш учун ихтисослаштирилган махсус амалий дастурлар пакетлари ишлаб чиқилиши кенг оммалашиб бормоқда. Бундай амалий дастурлар пакетларига мисол қилиб MathCad, MatLab, Maple, AutoCAD ва шунга ўхшаш дастурларни келтириш мумкин.

Шундай бўлишига қарамасдан улар айрим турдаги масалаларни комплекс ҳал қилиш имкониятларига эга эмас, ёки фойдаланиш ва ўзлаштиришда етарлича камчиликларга эга.

Юқоридаги фикрлардан келиб чиққан ҳолда ушбу магистрлик диссертацияси ишида фильтрацион жараёнларни ифодаловчи бир ва икки ўлчовли ҳусусий ҳосилали параболик типдаги тенгламаларни турли чегаравий шартларда сонли ечимларини олиш ҳамда натижаларни таҳлил қилишнинг визуаллаштирилган имкониятларини берувчи дастурлар мажмуасини яратиш масаласи қўйилган. Бу мақсадга эришиш учун қуйидаги масалаларни ҳал этиш талаб этилади:

1. Фильтрацион жараёнлар ва ғовак муҳитда газларнинг ҳаракатини ўрганиш ва таҳлил этиш;

2. Фильтрацион жараёнларга таъсир этувчи қатлам параметрларини ўрганиш ва таҳлил этиш;

3. Жараённи ифодаловчи бир ўлчовли тенгламаларни турли чегаравий шартларда ечишнинг унумдор схемаларини танлаш;

4. Жараённи ифодаловчи икки ўлчовли тенгламаларни турли чегаравий шартларда ечишнинг алгоритмини ишлаб чиқиш;

5. Жараённи ифодаловчи бир ва икки ўлчовли тенгламаларни турли чегаравий шартларда танланган усул ёрдамида ечишнинг алгоритм ва дастурини ишлаб чиқиш;

6. Жараённи таҳлил қилишни оптималлаштириш мақсадида олинган сонли натижаларни визуаллаштириш.

Юқорида санаб ўтилган масалаларни ечиш учун ишлаб чиқилган кичик дастурларни барчасини ягона бир интерфейсга жамлаш орқали жараённи ифодаловчи бир ва икки ўлчовли тенгламаларни турли чегаравий шартларда ечиш ва сонли натижаларни визуаллаштиришнинг дастурлар боғлами яратилиши кўзда тутилган.

## 1-боб бўйича хулосалар

1. Ушбу бобда фильтрацион тизимларни бошқариш масаласининг замонавий ҳолати, мураккаб жараёнларни бошқариш объекти сифатида газ конлари ва қатламдаги ғовак муҳитлар тизимли таҳлил қилинди.
2. Газ-сув фильтрацияси жараёни тадқиқ қилинди, газ конларининг ишлаб чиқиш технологик жараёнларига таъсир кўрсатувчи параметрлар таҳлил қилинди.
3. Сув тазйиқидаги газ конларининг математик моделининг умумий кўринишлари берилди. Газ-сув фильтрацияси масалаларининг турли кўйилишига қисқача аннотация келтирилди.
4. Фильтрацион жараёнларни ифодаловчи бир ва икки ўлчовли математика-физика тенгламаларини турли чегаравий шартларда сонли ечимларини олиш ҳамда натижаларни таҳлил қилишнинг визуаллаштирилган имкониятларини берувчи дастурлар мажмуасини яратиш масаласи кўйилди.

## 2-БОБ. Фильтрацион жараёнларни ифодаловчи тенгламаларни сонли ечишнинг унумдор усулларини танлаш

### 2.1 Бир ўлчовли фильтрация масаласини сонли ечишнинг алгоритми ва дастурини яратиш

Маълумки, кўп ўлчовли математик моделлар аввал маълум бир усуллар асосида бир ўлчовлига келтириб олинади ҳамда қатъий бир кетма-кетликда ечиб борилади. Ана шу бир ўлчовли математик моделларни сонли ечишнинг аниқлиги ҳамда турғунлиги қанчалик юқори бўлса, кўп ўлчовли математик моделларнинг ечимлари шунчалик ишончли бўлади.

Қуйидаги бир ўлчовли фильтрация ностационар масаласи учун биринчи чегаравий масалани сонли ечиш алгоритмини кўриб чиқамиз.

Масаланинг математик қўйилиши:

$$\begin{cases} \frac{\partial U}{\partial t} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} = f(x) & 0 < x < 1; 0 < t \leq t_0 \\ U(0, t) = \mu_1(t) \\ U(1, t) = \mu_2(t) \\ U(x, 0) = U_0(x) \end{cases} \quad (2.1)$$

(2.1) Масалани сонли усулда ечишни ташкил этиш учун аввал текис

$$\text{тўр оламиз: } \omega_{ht} = \{(x_i = ih, t_j = j\tau), i = \overline{0, N}; j = \overline{0, N}\}$$

ва ҳосилаларни

$$\frac{\partial U}{\partial t} \cong \frac{y_i^{j+1} - y_i^j}{\tau} \quad \text{ва} \quad \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \cong \frac{y_{i+1}^j - 2y_i^j + y_{i-1}^j}{h^2} \quad (2.2)$$

чекли-айирмали алмаштиришларидан фойдаланиб (2.1) масалани чекли айирмали масала кўринишда ёзамиз:

$$\begin{cases} \frac{y_i^{j+1} - y_i^j}{\tau} - \frac{y_{i+1}^j - 2y_i^j + y_{i-1}^j}{h^2} = \varphi_i^j; & \varphi_i^j = f(x_i, t_j); \quad 1 \leq i \leq N_1 - 1; \\ & 1 \leq t \leq N_2 - 1 \\ y_0^j = \mu_1(t_j) \\ y_{N_1}^j = \mu_2(t_j) \\ y_i^0 = U_0(x_i) \end{cases} \quad (2.3)$$

Ушбу (2.3) масала ошкор схемага мисол бўла олади. Ошкор схемада вақт бўйича юқори қатламдаги ечимлар  $y^{j+1}$  қиймати аввалги ( $j$ ) қатламдаги ечимлар қийматлари орқали қуйидаги ошкор формула орқали аниқланади:

$$y^{j+1} = y^j + \tau(y_{xx}^j + \varphi^j)$$

Ошкор схема ёрдамида масала ечимлари олинганда, схеманинг нотурғунлиги сабабли катта ҳатоликларга йўл қўйилади. Шунинг учун биз ошкормас схемадан фойдаланамиз.

Ошкормас схемани кўриб чиқамиз.

$$\begin{cases} y_t - y_{xx} = f(x) \\ y(0, t) = \mu_1(t) \\ y(1, t) = \mu_2(t) \\ y(x, 0) = U_0(x) \end{cases} \quad \text{бу ерда} \quad \begin{cases} \hat{y}_{xx} = \frac{y_{i+1}^{j+1} - 2y_i^{j+1} + y_{i-1}^{j+1}}{h^2} \\ y_t = \frac{y_i^{j+1} - y_i^j}{\tau}; \quad t \in \omega_\tau, \quad x \in \omega_h \end{cases}$$

Биз фойдаланган чекли айирмалар схемаси қўйилган (2.1) масалани  $O(h^2 + \tau)$  аниқликда аппроксимациялайди.  $(j+1)$ - қатламдаги  $\hat{y} = y^{j+1}$  қийматларни аниқлаш учун уч диагоналли алгебраик тенгламалар тизимини ҳосил қиламиз:

$$\frac{y^{j+1}}{\tau} - y_{xx}^{j+1} = F^j \quad \text{бу ерда} \quad F^j = \frac{y^j}{\tau} + \varphi^j \quad (2.4)$$

Ҳосил қилинган алгебраик тенгламалар тизими (2.4) ни қуйидаги кўринишга келтирамиз:

$$\frac{y_i^{j+1}}{\tau} - \frac{y_{i+1}^{j+1} - 2y_i^{j+1} + y_{i-1}^{j+1}}{h^2} = \frac{y_i^j}{\tau} + \varphi_i^j$$

$$\frac{1}{h^2} y_{i-1}^{j+1} - \left( \frac{2}{h^2} + \frac{1}{\tau} \right) y_i^{j+1} + \frac{1}{h^2} y_{i+1}^{j+1} = - \left( \frac{y_i^j}{\tau} + \varphi_i^j \right)$$

Чегаравий шартларни қуйидагича кўринишда ифодалаб оламиз:

$$y_0 = 0 * y_1 + \mu_1(t)$$

$$y_N = 0 * y_{N-1} + \mu_2(t)$$

Бундан кўришиб турибдики:

$$A_i = \frac{1}{h^2}, \quad B_i = \frac{1}{h^2}, \quad C_i = \frac{2}{h^2} + \frac{1}{\tau}, \quad F_i = \frac{y_i^j}{\tau} + \varphi_i$$

$$\theta_1 = 0, \quad \nu_1 = \mu_1(t_j), \quad \theta_2 = 0, \quad \nu_2 = \mu_2(t_j)$$

Энди ишлаб чиқилган ҳисоблаш алгоритми бўйича дастурини ишлаб чиқамиз. Усул аниқлигини баҳолаш учун А.Самарскийнинг синов функцияси усулидан фойдаланамиз:

Фараз қилайлик,  $U = x^2 + t^2$  - биз учун синов функцияси бўлсин. Ушбу функцияни (1) масалага қўйиб қуйидагиларга эга бўламиз:

$$f = 2t - 2; \quad U_0(x) = x^2; \quad \mu_1(t) = t^2; \quad \mu_2 = 1 + t^2;$$

Ҳисоблаш алгоритмини қуйидагича изохлаш мумкин:

Бошланди;

1.  $N, N_2, T_2, f, U_0, \mu_1, \mu_2$  ларни киритиш;
2.  $h$  ва  $\tau$  қадамларни ҳисоблаш;
3.  $\theta_1, \theta_2$  ларга қиймат бериш,
4.  $y_i^0 = U_0$  бошланғич қатлам учун қийматлар бериш;
5.  $j = 1, 2, \dots, N_2$  циклда
  - 5.1  $\nu_1 = \mu_1(t_j), \nu_2 = \mu_2(t_j)$ , ҳисоблаш;
  - 5.2  $\alpha_1 = \theta_1, \beta_1 = \nu_1$  ларга қиймат бериш;

5.3  $i = 1, 2, \dots, N - 1$  циклда

$$5.3.1 \quad A_i = \frac{1}{h^2}, B_i = \frac{1}{h^2}, C_i = \frac{2}{h^2} + \frac{1}{\tau}, F_i = \frac{y_i^j}{\tau} + \varphi_i \text{ ҳисоблаш;}$$

$$5.3.2 \quad \alpha_{i+1} = \frac{B_i}{C_i - \alpha_i A_i}, \beta_{i+1} = \frac{A_i \beta_i + F_i}{C_i - \alpha_i A_i} \text{ ҳисоблаш.}$$

$$5.4 \quad y_N^j = \frac{v_2 + \theta_2 \beta_N}{1 - \theta_2 \alpha_N} \text{ ни ҳисоблаш;}$$

$$5.5 \quad i = N - 1, N - 2, \dots, 0 \text{ цикл билан } y_i^j = \alpha_{i+1} y_{i+1}^j + \beta_{i+1} \text{ ни ҳисоблаш;}$$

5.6 Натижаларни чоп қилиш;

Охири.

Алгоритмга асосланган ҳолда ва юқоридаги бошланғич маълумотлардан

Паскаль тилида дастур матнини қуйидагича тузамиз:

```
Program Haydash; (* 30_3 0k *)
```

```
const
```

```
    N=100;  N2=100;  T2=0.1;  Sigma=0.5;
```

```
var
```

```
    ALFA,Beta:array[1..n] of real;
```

```
    Y:array[1..n,0..n2] of real;
```

```
    Ai,Bi,Ci,Fi,YY,tao,h,Mu1,Mu2,
```

```
    Kci1,Pci1,Kci2,Pci2:real;
```

```
    i,j:integer;
```

```
    fff:text;
```

```
Function f(i,j:integer):real;
```

```
begin
```

```
    f:=2*j*tao-2;
```

```
end;
```

```
Function F0(i:integer):real;
```

```

begin
  F0:=Sqr(i*h);
end;
Begin
assign(fff,'nat5');
Rewrite(fff);
  h:=1/N;
  Tao:=T2/N2;
  For i:=1 to N do Y[i,0]:=F0(i);
  For j:=1 to 3 do
  Begin
    Mu1:=Sqr(j*tao);    Mu2:=Sqr(j*tao)+1;
    Kci1:=0;    Pci1:=Mu1;
    Kci2:=0;    Pci2:=Mu2;
    Alfa[1]:=Kci1; Beta[1]:=Pci1;
    Ai:=1/(h*h);
    Bi:=1/(h*h);
    Ci:=Ai+Bi+1/tao;
  For i:=1 to N-1 do
    Begin
      Fi:=f(i,j-1)+y[i,j-1]/tao;
      Alfa[i+1]:=Bi/(Ci-Alfa[i]*Ai);
      Beta[i+1]:=(Ai*Beta[i]+Fi)/(Ci-Alfa[i]*Ai);
    end;
  Y[n,j]:=(Pci2+Kci2*Beta[n])/(1-Kci2*Alfa[n]);
  For i:=N-1 downto 1 do
    Y[i,j]:=Alfa[i+1]*Y[i+1,j]+Beta[i+1];
    i:=0;
  repeat

```

```

YY:=Sqr(j*tao)+Sqr(i*h);
Writeln(fff,i*h:1:2,' ',j*tao:1:3,' ',Y[i,j]:2:5,' ',YY:2:5,' ',Y[i,j]-
YY:2:7);
i:=i+10;
until i>100;
End;
Close(fff);
End.

```

Ушбу дастурни ишга тушириб куйидаги  
натижаларга эга бўлдик:

x	t	тақрибий ечим	аниқ ечим	хатолик
0.00	0.001	0.00000	0.00000	0.0000000
0.10	0.001	0.01000	0.01000	-0.0000010
0.20	0.001	0.04000	0.04000	-0.0000010
0.30	0.001	0.09000	0.09000	-0.0000010
0.40	0.001	0.16000	0.16000	-0.0000010
0.50	0.001	0.25000	0.25000	-0.0000010
0.60	0.001	0.36000	0.36000	-0.0000010
0.70	0.001	0.49000	0.49000	-0.0000010
0.80	0.001	0.64000	0.64000	-0.0000010
0.90	0.001	0.81000	0.81000	-0.0000010
1.00	0.001	1.00000	1.00000	0.0000000
0.00	0.002	-0.00009	0.00000	-0.0000924
0.10	0.002	0.01000	0.01000	-0.0000018
0.20	0.002	0.04000	0.04000	-0.0000020
0.30	0.002	0.09000	0.09000	-0.0000020
0.40	0.002	0.16000	0.16000	-0.0000020
0.50	0.002	0.25000	0.25000	-0.0000020
0.60	0.002	0.36000	0.36000	-0.0000020
0.70	0.002	0.49000	0.49000	-0.0000020
0.80	0.002	0.64000	0.64000	-0.0000020
0.90	0.002	0.81000	0.81000	-0.0000018
1.00	0.002	1.00000	1.00000	0.0000000

Бу масалани ечишда  $h = 0.01$ ,  $\tau = 0.001$  олганимиз учун хатолик  $O(h^2 + \tau)$  0.0011 дан ортмаслиги керак. Жадвалда барча вақт онлари ва

нуқталардаги натижаларни охириги устуни бўйича умумий хатолик назарий хатоликдан катта эмас.

Демак, хулоса қилиб айтиш мумкинки, дастур ва ҳисоблар амалиётга қўллаш учун етарли.

Энди фильтрациянинг бир ўлчовли стационар масаласи учун параболик типдаги бир ўлчовли дифференциал тенгламани:

$$\frac{\partial}{\partial(x)} \left( k(x,t) \frac{\partial u(x,t)}{\partial x} \right) = M(x,t) \frac{\partial u(x,t)}{\partial t} + F(x,t), \quad x \in (0,1), \quad t > 0. \quad (2.5)$$

қуйидаги шартларни қаноатлантирувчи

$$U(x,0) = U_0(x), \quad (2.6)$$

$$\left. \begin{aligned} \lambda_1 k(x,t) \frac{\partial U(x,t)}{\partial x} + Q_1 U(x,t) &= \gamma_1, \quad x = 0 \\ \lambda_2 k(x,t) \frac{\partial U(x,t)}{\partial x} + Q_2 U(x,t) &= \gamma_2, \quad x = 1 \end{aligned} \right\} \quad (2.7)$$

ечимини топиш алгоритмини кўриб чиқамиз.

Бу масалада тенгламадаги коэффицентлар вақт бўйича ўзгарувчан эканлигини эътиборга оладиган бўлсак, масалани ечиш учун юқоридаги оддий ҳайдаш усулини қўллаш яхши натижа бермайди.

Бу тенгламадан бошланғич шарт ҳамда I-чегаравий шартларни қаноатлантиришчи  $U(x,t)$  функцияни унумдор схемалардан бири бўлган потокли ҳайдаш усули ёрдамида ҳисоблаб топамиз.

Ҳисоблаш алгоритмини ишлаб чиқиш учун берилган ораликни  $\omega_h = \{x_i = i \cdot h, h > 0, i = 1, 2, \dots, N-1, hN = l\}$  тўрда ифодалаб, потокли ҳайдаш усулини қўллаш учун қуйидаги белгилашни киритамиз [46, 47]:

$$W = k \frac{\partial U}{\partial x}. \quad (2.8)$$

(2.5) қуйидаги кўринишни олади:

$$\frac{\partial W}{\partial x} = M \frac{\partial U}{\partial t} + F,$$

унинг чекли-айирмали кўриниши

$$\frac{\partial W}{\partial x} = \frac{W_{i+1/2} - W_{i-1/2}}{h}, \quad M \frac{\partial U}{\partial t} = M_i \frac{U_i - U_{i0}}{\tau},$$

$$\frac{W_{i+1/2} - W_{i-1/2}}{h} = M_i \frac{U_i - U_{i0}}{\tau} + F = M_i \frac{U_i}{\tau} - M_i \frac{U_{i0}}{\tau} + F/h,$$

бўлиб, қуйидаги алмаштиришни бажарамиз:

$$\varphi_i = -M_i U_{i0} + \tau F_i, \quad (2.9)$$

$$W_{i+1/2} - W_{i-1/2} = \frac{h}{\tau} M_i U_i - \frac{h}{\tau} \varphi_i, \quad (2.10)$$

(2.8) учун

$$W = k \frac{\partial U}{\partial x} = W_{i+1/2} = \frac{1}{h} K_{i+1/2} (U_{i+1} - U_i), \quad (2.11)$$

$$\lambda_1 W_0 + Q_1 U_0 = \gamma_1, \quad (2.12)$$

$$\lambda_2 W_n + Q_2 U_n = \gamma_2. \quad (2.13)$$

потокли ҳайдаш усулига асосан ечимни қуйидагича кўринишда излаймиз:

$$U_i = \frac{\tau}{h} \alpha_i W_{i-1/2} + \beta_i. \quad (2.14)$$

(2.11) ифодадаги  $U_{i+1}$  нинг ўрнига (2.14) нинг  $i = i+1$  даги кўринишини кўямиз:

$$W_{i+1/2} = \frac{1}{h} K_{i+1/2} \left( \frac{\tau}{h} \alpha_{i+1} W_{i+1/2} + \beta_{i+1} - U_i \right) = \frac{\tau}{h^2} K_{i+1/2} \alpha_{i+1} W_{i+1/2} + \frac{1}{h} \beta_{i+1} K_{i+1/2} - \frac{1}{h} K_{i+1/2} U_i$$

бу ердан  $W_{i+1/2}$  ни аниқлаймиз, яъни:

$$W_{i+1/2} = -\frac{\frac{h}{\tau} K_{i+1/2} U_i}{\frac{h^2}{\tau} - K_{i+1/2} \alpha_{i+1}} + \frac{\frac{h}{\tau} K_{i+1/2} \beta_{i+1}}{\frac{h^2}{\tau} - K_{i+1/2} \alpha_{i+1}}. \quad (2.15)$$

Топилган (2.15) ифодани (2.10) даги  $W_{i+1/2}$  нинг ўрнига олиб бориб кўямиз ва (2.14) ифода кўринишида ёзамиз:

$$U_i = \left[ -\frac{\tau}{h} \cdot \frac{\frac{h^2}{\tau} - K_{i+1/2}\alpha_{i+1}}{K_{i+1/2} + M_i \left( \frac{h^2}{\tau} - K_{i+1/2}\alpha_{i+1} \right)} \right] W_{i-1/2} + \frac{K_{i+1/2}\beta_{i+1} - \varphi_i \left( \frac{h^2}{\tau} - K_{i+1/2}\alpha_{i+1} \right)}{K_{i+1/2} + M_i \left( \frac{h^2}{\tau} - K_{i+1/2}\alpha_{i+1} \right)}. \quad (2.16)$$

(2.16) ифодани (2.14) билан солиштириб  $\alpha_i$  ва  $\beta_i$  ларни аниқлаймиз:

$$\alpha_i = -\frac{\frac{h^2}{\tau} - K_{i+1/2}\alpha_{i+1}}{K_{i+1/2} + M_i \left( \frac{h^2}{\tau} - K_{i+1/2}\alpha_{i+1} \right)}, \quad \beta_i = \frac{K_{i+1/2}\beta_{i+1} - \varphi_i \left( \frac{h^2}{\tau} - K_{i+1/2}\alpha_{i+1} \right)}{K_{i+1/2} + M_i \left( \frac{h^2}{\tau} - K_{i+1/2}\alpha_{i+1} \right)} \quad (2.17)$$

(2.17) ифодадан олинган ҳайдаш коэффициентлари  $\alpha_i$  ва  $\beta_i$  ларни  $i = n-1, n-2, \dots, 0$  да топиш учун ишлатилади, бунинг учун биз уларнинг  $n$  нуқтадаги қийматини берамиз, яъни " $\alpha_n$ " ва " $\beta_n$ " ларни кўринишини ёзамиз.

Бунинг учун биз " $W_{i-1/2}$ " ни 0.5 нуқтада Тейлор қаторига ёямиз, яъни ( $n = n-1/2$ ) ҳосиланинг ўрнига тенгламанинг ўнг томонини кўямиз.  $W_{n-1/2} = W_n - 0.5 \frac{h}{\tau} M_n U_n - 0.5 \frac{h}{\tau} \varphi_n$  бу ердаги  $W_n$  нинг ўрнига эса (2.13) даги  $W_n$  ни кўямиз ва (2.14) билан солиштириб  $\alpha_n$  ва  $\beta_n$  ларни коэффициентларини топамиз:

$$\alpha_n = -\frac{\frac{h}{\tau} \lambda_2}{\frac{h}{\tau} 0.5 M_n \lambda_2 + Q_2}, \quad \beta_n = -\frac{0.5 \lambda_2 \frac{h}{\tau} \varphi_n - \gamma_2}{\frac{h}{\tau} 0.5 \lambda_2 M_n + Q_2}. \quad (2.18)$$

(2.14) ифодани  $i = i+1$  нуқтада ёзамиз ва ундан  $W_{i+1/2}$  ни аниқлаймиз:

$$W_{i+1/2} = \frac{h}{\tau} \cdot \frac{1}{\alpha_{i+1}} U_{i+1} - \frac{h}{\tau} \cdot \frac{\beta_{i+1}}{\alpha_{i+1}}. \quad (2.19)$$

(2.15) ифодадан  $U_i$  ни топамиз

$$U_i = -\frac{\frac{h^2}{\tau} - K_{i+1/2}\alpha_{i+1}}{\frac{h}{\tau} \cdot K_{i+1/2}} \cdot W_{i+1/2} + \beta_{i+1}, \quad (2.20)$$

(2.19) ни (2.20) даги  $W_{i+1/2}$  нинг ўрнига кўямиз

$$U_i = \frac{\frac{h^2}{\tau} - K_{i+1/2}\alpha_{i+1}}{K_{i+1/2} \cdot \alpha_{i+1}} U_{i+1} + \frac{\frac{h^2}{\tau} - K_{i+1/2}\alpha_{i+1}}{K_{i+1/2}\alpha_{i+1}} \cdot \beta_{i+1} + \beta_{i+1},$$

бундан  $U_{i+1}$  ни аниқлаймиз:

$$U_{i+1} = -\frac{K_{i+1/2} \cdot \alpha_{i+1}}{\frac{h^2}{\tau} - K_{i+1/2}\alpha_{i+1}} \cdot U_i + \frac{\left(\left(\frac{h^2}{\tau} - K_{i+1/2}\alpha_{i+1}\right) + K_{i+1/2}\alpha_{i+1}\right)}{\frac{h^2}{\tau} - K_{i+1/2}\alpha_{i+1}} \cdot \beta_{i+1}, \quad i = \overline{0, n-1}. \quad (2.21)$$

Топилган ифодани ҳисоблаш учун бизга  $i=0$  нуқтадаги  $U_i$  нинг қиймати керак бўлади. Тейлор қаторига асосан  $W_{1/2} = W_0 + 0.5\frac{h}{\tau}M_0U_0 + 0.5\frac{h}{\tau}\varphi_0$  ифодадаги  $W_0$  ни ўрнига (2.12) даги  $W_0$  ни қийматини қўямиз:

$$W_{1/2} = \frac{0.5\frac{h}{\tau}\lambda_2M_0 - Q_1}{\lambda_1} U_0 + \frac{\gamma_1 + 0.5\frac{h}{\tau}\lambda_1 \cdot \varphi_0}{\lambda_1} \quad (2.22)$$

(2.15) ни  $i=0$  нуқтада ёзамиз:

$$W_{1/2} = -\frac{\frac{h}{\tau} \cdot K_{1/2}}{\frac{h^2}{\tau} - K_{1/2} \cdot \alpha_1} U_0 + \frac{\frac{h}{\tau} \cdot K_{1/2} \beta_1}{\frac{h^2}{\tau} - K_{1/2} \cdot \alpha_1}, \quad (2.23)$$

(2.22) ва (2.23) нинг тенглигидан қуйидаги кўриниш ҳосил бўлади:

$$U_0 = \frac{\frac{h}{\tau} \lambda_1 K_{1/2} \beta_1 - \left(\gamma_1 + 0.5\frac{h}{\tau} \cdot \lambda_1 \cdot \varphi_0\right) \cdot \left(\frac{h^2}{\tau} - K_{1/2} \cdot \alpha_1\right)}{\left(0.5\frac{h}{\tau} \cdot \lambda_1 \cdot M_0 - Q_1\right) \cdot \left(\frac{h^2}{\tau} - K_{1/2} \cdot \alpha_1\right) + \left(\frac{h}{\tau} \lambda_1 \cdot K_{1/2}\right)}. \quad (2.24)$$

Потокли ҳайдаш усулини ҳисоблаш алгоритминини қуйидагича ёзамиз:

1. Ҳисоблаш бошланиши;

$$2. \left. \begin{aligned} \alpha_n &= -\frac{\frac{h}{\tau} \lambda_2}{\frac{h}{\tau} 0.5 M_n \lambda_2 + Q_2} \\ \beta_n &= -\frac{0.5 \lambda_2 \frac{h}{\tau} \varphi_n - \gamma_2}{\frac{h}{\tau} 0.5 \lambda_2 M_n + Q_2} \end{aligned} \right\} \alpha_n, \beta_n \text{ ҳисоблаш;}$$

$$3. \left. \begin{aligned} \alpha_i &= -\frac{\frac{h^2}{\tau} - K_{i+1/2}\alpha_{i+1}}{K_{i+1/2} + M_i \left( \frac{h^2}{\tau} - K_{i+1/2}\alpha_{i+1} \right)} \\ \beta_i &= \frac{K_{i+1/2}\beta_{i+1} - \varphi_i \left( \frac{h^2}{\tau} - K_{i+1/2}\alpha_{i+1} \right)}{K_{i+1/2} + M_i \left( \frac{h^2}{\tau} - K_{i+1/2}\alpha_{i+1} \right)} \end{aligned} \right\} \alpha_i, \beta_i \text{ ҳисоблаш;}$$

$$4. U_0 = \frac{\frac{h}{\tau} \lambda_1 K_{1/2} \beta_1 - \left( \gamma_1 + 0.5 \frac{h}{\tau} \cdot \lambda_1 \cdot \varphi_0 \right) \cdot \left( \frac{h^2}{\tau} - K_{1/2} \cdot \alpha_1 \right)}{\left( 0.5 \frac{h}{\tau} \cdot \lambda_1 \cdot M_0 - Q_1 \right) \cdot \left( \frac{h^2}{\tau} - K_{1/2} \cdot \alpha_1 \right) + \left( \frac{h}{\tau} \lambda_1 \cdot K_{1/2} \right)} U_0 \text{ ҳисоблаш;}$$

$$5. U_{i+1} = -\frac{K_{i+1/2} \cdot \alpha_{i+1}}{\frac{h^2}{\tau} - K_{i+1/2} \alpha_{i+1}} \cdot U_i + \frac{\left( \left( \frac{h^2}{\tau} - K_{i+1/2} \alpha_{i+1} \right) + K_{i+1/2} \alpha_{i+1} \right)}{\frac{h^2}{\tau} - K_{i+1/2} \alpha_{i+1}} \cdot \beta_{i+1} U_i \text{ ҳисоблаш.}$$

6. Ҳисоблаш тугалланиши.

Усулнинг ҳисоблаш алгоритми 1-иловада батафсил берилган.

Яратилган алгоритмнинг тўғри ва ишончлилигини А.Самарскийнинг синов функцияси усулидан фойдаланиб аниқлаймиз. Биз учун синов функциялари қуйдагилар бўлсин:

$$U = X^2 + t^2, \quad K = x + t, \quad M = x + t^2,$$

$$F(x, t) = \frac{\partial}{\partial x} \left( K(x, t) \frac{\partial U(x, t)}{\partial x} \right) - M(x, t) \frac{\partial U(x, t)}{\partial t} = 4x + 2t - 2xt + t^3.$$

Танланган синов функциялари қуйидаги бошланғич

$$U_0(x) = x^2,$$

ҳамда биринчи чегаравий шартларни қаноатланиради.

$$U(x, 0) = U_0(x),$$

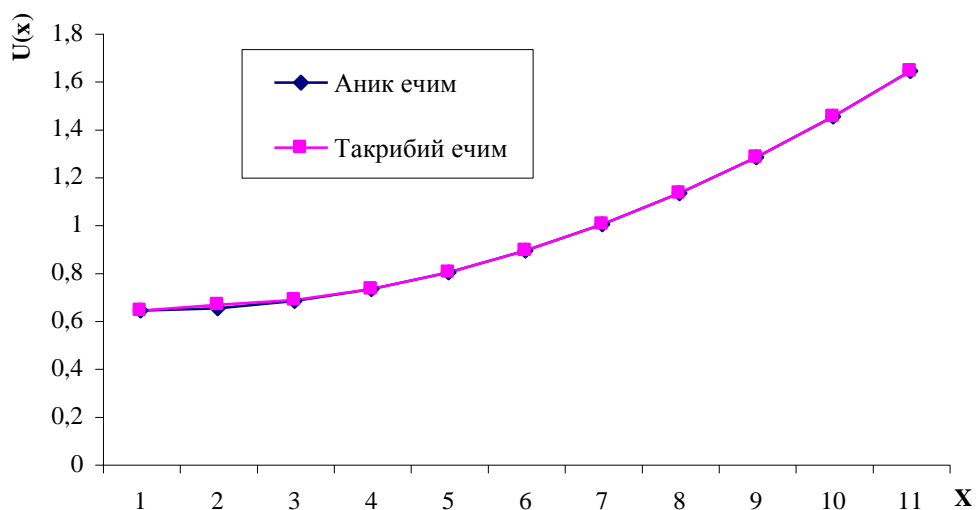
$$\left. \begin{aligned} \lambda_1 k(x, t) \frac{\partial U(x, t)}{\partial x} + Q_1 U(x, t) &= \gamma_1, \quad x = 0 \\ \lambda_2 k(x, t) \frac{\partial U(x, t)}{\partial x} + Q_2 U(x, t) &= \gamma_2, \quad x = 1 \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{array}{lll} \lambda_1 = 0; \quad Q_1 = 1; & \mu_1 = U(0,t) = t^2; & U_0(x) = U(x,0) \\ \lambda_2 = 0; \quad Q_2 = 1; & \mu_2 = U(1,t) = 1+t^2; & U_0(0,t) = \mu_1(t) \\ & & U(1,t) = \mu_2(t) \end{array} \right\}$$

Олинган натижаларнинг солиштирма таҳлили 2.1-жадвалда ҳамда 2.1-расмларда келтирилган.

2.1-жадвал – Тақрибий ва аниқ ечимларнинг маълум бир вақт учун олинган қийматлари

T=0.8			
X	Тақрибий	$U = X^2 + t^2$	Хатолик
0,00	0,64000	0,64000	0,00000
0,10	0,65006	0,65000	0,00006
0,20	0,68009	0,68000	0,00009
0,30	0,73009	0,73000	0,00009
0,40	0,80010	0,80000	0,00010
0,50	0,89010	0,89000	0,00010
0,60	1,00010	1,00000	0,00010
0,70	1,13009	1,13000	0,00009
0,80	1,28008	1,28000	0,00008
0,90	1,45006	1,45000	0,00006
1,00	1,64000	1,64000	0,00000



2.1-расм – Тақрибий ва аниқ ечимлар оралигидаги хатолик графиги

Юқорида барча вақт онлари ва нуқталардаги натижаларни охириги устуни бўйича абсолют хатолик катта эмаслигини кўришимиз мумкин (4.1-расм).

Шундай қилиб, бир ўлчовли математик моделни ечиш учун қурилган ҳисоблаш алгоритмларидан пототкли ҳайдаш усулини қўллаш шу типдаги амалий масалаларни ечиш учун юқори аниқликда ҳисоблаш имконини беради деб ҳулоса қилиб, яратилган ҳисоблаш алгоритми ва тузилган дастурий воситаларни икки ўловли фильтрация масаласини ечиш учун асос қилиб олиш мумкин.

## **2.2 Икки ўлчовли фильтрация масаласини сонли ечишнинг алгоритми ва дастурини ишлаб чиқиш**

Фильтрация жараёнларининг икки ўлчовли масалаларнинг аналитик ечимини олишда, айниқса, сув тазйиқи остидаги газ фильтрацияси масалаларида нисбатан кам тадқиқотлар бажарилган. Кўрилаётган масала бир нечта соддалаштиришларга асосланиб, оддийроқ кўринишларга келтирилиши сонли ечимлар олиш ва тадқиқ қилишда кўпроқ имкониятлар яратади.

Кўп ўлчовли фильтрация масалаларининг аналитик ечимини қуришнинг имкони камроқ бўлганлиги сабабли уларни ечиш учун кейинги йилларда турли хил сонли ҳисоблаш усуллари қўлланилиб келинмоқда.

Газ-сув фильтрацияси технологик жараёнларининг математик модели қуйидаги хусусий ҳосилали параболик типдаги дифференциал тенгламалар [23, 26]:

$$\begin{aligned} & \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{k(x, y)h(x, y)}{\mu} \cdot \frac{\partial P^2}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{k(x, y)h(x, y)}{\mu} \cdot \frac{\partial P^2}{\partial y} \right), \quad (x, y) \in G_1, \\ & = 2\delta(x, y)m(x, y)h(x, y) \cdot \frac{\partial P}{\partial t} + F(x, y, t) \end{aligned} \quad (2.25)$$

орқали ифодаланиб, қуйидаги бошланғич

$$P(x, y, t)|_{t=0} = P(x, y) \in G_1, \quad (2.26)$$

чегаравий

$$\frac{\partial P}{\partial n} \Big|_{\tilde{A}_2} = 0, \quad (x, y) \in \tilde{A}_1, \quad (2.27)$$

шартларни қаноатлантиради.

Қудуқлар бўйича олинадиган газ миқдорининг вақт бўйича ўзгариш қонунлари:

$$q_i(t) = \oint_{S_i} \frac{k(x, y)h(x, y)}{\mu} \cdot \frac{P}{P_{\text{a}0}} \cdot \frac{\partial P}{\partial \ell} dS, \quad (x, y) \in S_i, \quad (2.28)$$

берилган.

Бу ерда  $k$  – ўтказувчанлик коэффициенти,  $h$  – қатлам баландлиги,  $\beta^*$  – сувли майдондаги қатламнинг эгилувчанлик коэффициенти,  $m$  – ғоваклик коэффициенти,  $\mu$  – мос равишда газ ва сувнинг динамик ёпишқоқлик коэффициенти,  $t$  – вақт,  $\delta$  – газга тўйинганлик коэффициенти,  $S_i$  – қудуқлар чегараси,  $\ell_1$  –  $\Gamma_1$  чегарага мос равишда ўтказилган норма,  $G_1$  – газ соҳаси.

(2.25) – (2.27) тенгламадаги икки ўлчовли фильтрация масалаларини барча шартларини эътиборга олган ҳолда (бошланғич, чегаравий, ички ва ҳоказолар) ечиш алгоритмларини ишлаб чиқиб, тест функциялари ёрдамида текшиб кўрамиз.

(2.25) тенгламани (2.26)-(2.27) шартларда ечишни унумдор усулларнинг асосий мақсадига мувофиқ сатрлар ва устунлар бўйича бир

ўлчовли тенгламаларни кетма-кет ечиш орқали амалга оширамиз. Бунинг учун Самарскийнинг йўналишли ўзгарувчили ошкормас схемасидан фойдаланиш мақсадга мувофиқ.

(2.25) тенгламани қуйидагича ёзиб олиш мумкин:

$$mh\beta \frac{\partial P}{\partial t} = LP + f \quad (2.29)$$

бу ерда

$$LP = (L_1 + L_2)P; \quad L_1P = \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{kh}{\mu} \frac{\partial P}{\partial x} \right), \quad L_2P = \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{kh}{\mu} \frac{\partial P}{\partial y} \right),$$

$$f(x, y, t) = \sum_{i=1}^M \delta(x - x_i, y - y_i) \frac{Q(t)}{\Delta x \Delta y}.$$

Энди  $P^{n+1/2}$  оралиқ қиймат киритамиз, бу қийматни суяқлик босимининг  $t = t + \frac{\tau}{2}$  ярим вақт бирлигидаги қиймати сифатида қараш мумкин.

n қатламдан n+1 қатламга ўтиш иккита босқичда амалга оширилади:

$$mh\beta \frac{P^{n+\frac{1}{2}} - P^n}{0,5\tau} = \Lambda_1 P^{n+\frac{1}{2}} + \Lambda_2 P^n + f^n \quad (2.30)$$

$$mh\beta \frac{P^{n+1} - P^{n+\frac{1}{2}}}{0,5\tau} = \Lambda_1 P^{n+\frac{1}{2}} + \Lambda_2 P^{n+1} + f^n \quad (2.31)$$

бу ерда

$$\Lambda_1 P^{n+\frac{1}{2}} = \frac{1}{\Delta x} \left( \frac{k_{i+1,j} h_{i+1,j}}{\mu} \cdot \frac{P_{i+1,j}^{n+\frac{1}{2}} - P_{i,j}^{n+\frac{1}{2}}}{\Delta x} - \frac{k_{i,j} h_{i,j}}{\mu} \cdot \frac{P_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} - P_{i-1,j}^{n+\frac{1}{2}}}{\Delta x} \right); \quad (2.32)$$

$$\Lambda_2 P^{n+1} = \frac{1}{\Delta y} \left( \frac{k_{i,j+1} h_{i,j+1}}{\mu} \cdot \left( \frac{P_{i,j+1}^{n+1} - P_{i,j}^{n+1}}{\Delta y} \right) - \frac{k_{i,j} h_{i,j}}{\mu} \cdot \left( \frac{P_{i,j}^{n+1} - P_{i,j-1}^{n+1}}{\Delta y} \right) \right). \quad (2.33)$$

Шундай қилиб, (2.25) чегаравий масалани (2.26)-(2.27) шартларда ечишнинг алгоритмини қуйидагича ифодалаш мумкин:

-  $n + \frac{1}{2}$  вақт қадамида босимнинг қиймати топилади. Бунинг учун (2.30)

тенглама мос шартлар асосида  $j$ -бўйича фиксирланган холда потокли хайдаш усули билан ечилади;

- олинган натижалардан фойдаланиб, (2.31) тенглама мос шартлар асосида  $i$ -бўйича фиксирланган холда потокли хайдаш усули билан ечилади. Натижада вақтнинг тўла қадами учун босимнинг қийматлари барча тугун нуқталарда ҳисоблаб топилади.

Юқорида ишлаб чиқилган ҳисоблаш кетма-кетлигини ЭХМда ечиш алгоритмини қуйидагича ифодалаш мумкин:

1. Ҳисоблашни бошланиши
2. Чегаравий шартлар учун параметрлар қийматини киритиш
3. Бошланғич ҳолат учун коэффициентлар қийматларини киритиш
4. Вақт бўйича циклнинг бошланиши
  - 4.1.  $x$  – йўналиш бўйича (2.32) тенгламани бир ўлчовли ҳолат алгоритми асосида ечишни ташкил этиш алгоритмига мурожаат қилиш
  - 4.2.  $y$  – йўналиш бўйича (2.32) тенгламани бир ўлчовли ҳолат алгоритми асосида ечишни ташкил этиш алгоритмига мурожаат қилиш
5. Вақт тугалланмаса вақтнинг навбатдаги қийматида ҳисоблашни давом эттириш учун 4-пунктга қайтиш
6. Натижаларни белгиланган тартибда чоп этиш
7. Ҳисоблашни якунлаш

Олинган натижаларни ишлаб чиқилган алгроиtm бўйича аниқлигини текшириш учун А.Самарскийнинг синов функциясидан фойдаланамиз [47].

Фараз қилайлик, синов функцияси қуйидаги кўринишда бўлсин:

$U(x, y, t) = x^3 + y^3 + t^2$ , соддалик учун коэффициентларни ўзгармас деб оламиз,  $M=1$ ;  $K=1$ . У ҳолда функцияни  $U(x, y, 0) = x^3 + y^3$  бошланғич шартда тенгламага қўйиб, қуйдагига эга бўламиз.

Бизнинг масаламизда чегаравий шартларни қуйидагича белгилаймиз:  $\lambda = 0$  ва  $\theta = 1$ . У ҳолда биринчи чегаравий шартлар қуйидагича кўринишга эга бўлади:

$$\begin{aligned} x=0 \quad \partial_a f(0, y, t) &= y^3 + t^2 ; & x=1 \quad \partial_a f(1, y, t) &= 1 + y^3 + t^2 ; \\ y=0 \quad \partial_a f(y, 0, t) &= x^3 + t^2 ; & y=1 \quad \partial_a f(x, 1, t) &= x^3 + 1 + t^2 . \end{aligned}$$

масаланинг ҳисоблаш алгоритмини қуйидагича ифодалаш мумкин:

1. Бошланди
2. Параметрлар қийматини киритиш –  $h_x, h_y, \tau$ .
3.  $f_{i,j}=f_0$  бошланғич қатламда функцияларни ҳисоблаш.
4. Чегаравий шарт параметрларининг қийматларини киритиш  $\lambda_1, \lambda_2, \theta_1, \theta_2$ .
5. Вақт бўйича циклни бошлаш –  $t$ .
6. ОХ абцисса бўйича ҳар бир ОУ йўналишда циклни бошлаш.
  - 6.1 Функцияни ҳисоблаш –  $f=6x+6y+2t$ .
  - 6.2 Оқим (поток) функциясини ҳисоблаш.
  - 6.3 ОУ ўқи бўйича бир ўлчовли масала учун потокли ҳайдаш усулини қўллаш.
7. ОХ абциссада ОУ ордината бўйича циклни бошлаш.
  - 7.1 Функцияни ҳисоблаш –  $f=6x+6y+2t$
  - 7.2 Оқим (поток) функциясини ҳисоблаш.
  - 7.3 ОХ ўқи бўйича бир ўлчовли масала учун потокли ҳайдаш усулини қўллаш.
8. Олинган натижаларни белгиланган вақт шкаласи бўйича чоп этиш
9. Яқунлаш.

Ишлаб чиқилган ҳисоблаш алгоритмининг дастури Delphi'7.0 да яратилди ва натижаларнинг барчасини матнли файлга ёзиш ташкил этилган.

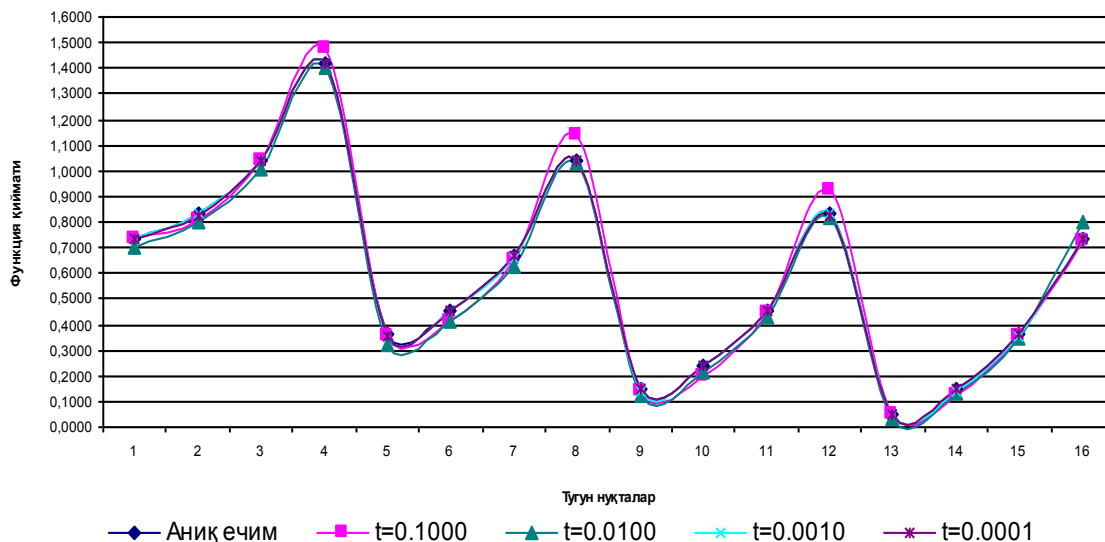


Рис.2.2. Олинган натижаларнинг солиштирма графиги

Синов масаласини ечиш даврида натижаларни таҳлил қилиш учун вақт бўйича қадамнинг қийматларини текшириб кўрамиз:  $t=0.1$ ;  $0.01$ ;  $0.001$ .

Мана шу натижалар асосида аниқ ва тақрибий ечимлар орасидаги фарқни вақтнинг турли қадамларидаги натижалари 2.2-расмда келтириб ўтилган.

Расмдан кўриниб турибдики, агар вақт бўйича қадам жуда ҳам кичик бўлса, у ҳолда натижа аниқ ечимга яқинлашади. Лекин вақт бўйича қадамни жуда ҳам кичик танлаб бўлмайди, бу ҳатоликни ортиб кетишига сабаб бўлиши мумкин.

Бизнинг мақсадимиз синов функцияси натижалари билан солиштириш ва ҳисоблаш усулини қўйилган масалани ечишга қўллаш. Олинган натижалар шуни кўрсатадики, ушбу усул синов функцияси учун сезгир, олинган натижаларнинг ишончилиги ҳисоблаш ҳатолигининг назарий асосига мос тушади, яъни ҳатолик  $O(h^2 + \tau)$ дан ошмайди.

## 2-боб бўйича хулосалар

1. Бир ўлчовли фильтрация ностационар масаласи учун чегаравий масалаларни оддий ҳайдаш усулида ечиш алгоритми ишлаб чиқилди
2. Оддий ҳайдаш усулида ишлаб чиқилган алгоритм асосида дастури тузилиб, А.Самарскийнинг синов функцияси усулида сонли натижалари олинди.
3. Бир ўлчовли фильтрация ностационар масаласи учун чегаравий масалаларни потокли ҳайдаш усулида ечиш алгоритми ишлаб чиқилди
4. Потокли ҳайдаш усулида ишлаб чиқилган алгоритм асосида дастури тузилиб, А.Самарскийнинг синов функцияси усулида сонли натижалари олинди.
5. Икки ўлчовли фильтрация масаласи учун потокли ҳайдаш усулида ечиш алгоритми ишлаб чиқилди
6. Ишлаб чиқилган потокли ҳайдаш усулида ечиш алгоритми асосида дастури тузилди ва синов функцияси ёрдамида дастур аниқлиги синовдан ўтказилди.

### 3-БОБ. Дастурлар боғламини яратиш

#### 3.1 Сонли натижаларни визуаллаштириш алгоритмини ва дастурини ишлаб чиқиш

Олдинги бўлимларда кўриб ўтилган газ конларининг параметрларини хисоблаш дастурлари натижа сифатида жуда ҳам катта кўламдаги сонлар жадвалини беради. Ушбу сонли қийматларни ўқиш, таҳлил қилиш ва шу асосида тегишли қарорлар қабул қилиш етарлича муаммоларни келтириб чиқариши мумкин.

Агар олинаётган натижалар сонли эмас, балки график кўринишида тақдим этилса мутахассислар бундай графикларни бир кўришда таҳлил қила олади ҳамда умумий ҳолатни баҳолай олади. Бу эса ўз вақтида тегишли қарорлар қабул қилишни таъминлаши мумкин.

Газ конларини ишлаб чиқишда газ қатламидаги геологик ҳамда гидродинамик параметрлар қийматининг графикларини қуриш учун изобар харита яратиш кенг фойдаланиб келинади.

$x_i, y_i$  - координаталар,  $z_i$  - сатх усти,  $i=1, N_3$  - маълумотлар миқдори каби берилганлар асосида коннинг структурали харитасини чизиш керак бўлади.

Структурали харитани чизиш алгоритми тўғрисида [21] ишда батафсил тўхталиб ўтилган.

Бу ишларда кўрсатилишича структурали харита қуриш алгоритмида қуйидагиларни эътиборга олиш зарур: Биринчидан – харитани қуриш ўзгарувчан соҳа амалга оширилиши лозим. Иккинчидан – харитани тўғридан-тўғри чоп этувчи қурилма орқали амалга оширишда

$$w_{h_1 h_2} = \{(x_i, y_j) : x_i = i \cdot h_1, h_1 = 1/N, i = \overline{0, N}; y_j = j \cdot h_2, h_2 = 1/M, j = \overline{0, M}\}$$

тўрда  $z_{ij}$  кўринишидаги сатх устига эга бўлиши керак. Учинчидан – сатх даражаси қийматлари турлича эканлигини инобатга олиб, турлича масштабларда қуриш имконини яратиш.

Ушбу алгоритм икки ўзгарувчили  $Z=Z(x,y)$  функция учун берилган тўғри тўртбурчакли нотекис тўр тугун нуқталарида  $(x_i, y_j)$  изочизикларни қуриш имконини беради, бу ерда  $i = \overline{1, N_x}$ ,  $j = \overline{1, N_y}$ . Икки ўлчовли тўр сохани тўғри тўртбурчакли катакчаларга ажратади  $(x_{i-1} < x < x_i, y_{j-1} < y < y_j)$ . Агар  $z(x_i, y_j)$  функцияни чизикли интерполяциядан фойдаланиб катакчанинг қиррасида аниқланса, у ҳолда функциянинг оралиқ қирқим нуқтасидан ўтувчи ва катак қиррасида берилган даража чизиклари синиқ шаклда бўлади.

Изочизикларни қуриш масаласи қуйидагича ечилади. Очик изочизикнинг бошланғич нуқтасини топиш учун чегара бўйлаб текшириш амалга оширилади. Бошланғич нуқта топилиши билан изочизик охиригича, яъни чегарадан чиқиб кетгунигача чизилади. Барча очик изочизиклар қуриб бўлинганидан сўнг барча катакларнинг горизонтал қирқимлари ёпик изочизикда жойлашган нуқтани ҳосил қилиш учун кетма-кет кўриб чиқилади. Бундай нуқта топилганидан сўнг, изочизиклар охиригача, яъни ушбу бошланғич нуқтага қайтгунигача кузатилади. Даражаларга мос барча изочизиклар қуриб бўлинганидан сўнг кейинги даражага ўтилади ва процедура қайтарилади.

Бошланғич нуқтани аниқлашда чизикнинг катакча ичида жойлашиши ҳолати қаралади. Агар чизик катак ичига кирган бўлса, у қолган учта қирраларнинг бири орқали чиқиши керак.  $(z(a) - FORW_R) \cdot (z(b) - FORW_R) < 0$  муносабатни текшириш билан чизик қайси қирра орқали чиққанини аниқлаймиз, бу ерда  $a, b$  – қирранинг чегаравий нуқталари. Шундай қилиб, бу қирраларга қўшни бўлган катаклар қаралади ва бу жараён такрорланади. Даража чизигининг қирра билан кесишиш нуқтаси координаталари чизикли интерполяция ёрдамида аниқланади. Бу координаталар массивларда

сақланади. Соҳа чегарасига етиб келинганда ёки массив тўлган чизик чизилади. Тўрда даража чизигини излаш мобайнида қуйидаги муаммоларга дуч келиш мумкин: а) даража чизиклари катакнинг барча қирраларидан ўтиш эҳтимоллиги; б) чизик катакнинг учи (бурчаги) дан ўтиши. Функциянинг қийматлари катакнинг тўртта учи (бурчаги) да маълум бўлса-да, қайси бир конфигурация тўғрилигини айтиб бўлмайди. Бундай ҳолатларда тавсифланувчи алгоритм в) вариантни танлайди. Бузилган тугунларга кичик қиймат  $10^{-5}$  қўшилади. Натижада бузилиш кўзга кўринмас даражада бартараф этилади. Эътибор бериш лозимки, визуал, сифатли даража чизиклари тасвирини куриш учун кичикроқ тўр бериш керак.

Юқоридаги алгоритм асосида изочизикларни куриш учун замонавий дастурлаш тилларидан бири ҳисобланувчи объектли дастурлаш тили Delphi дан фойдаланилди.

Биламизки, замонавий дастурий маҳсулотлар фойдаланувчи билан мулоқот тарзда ишлаши лозим. Бунинг қулайликлари ва афзалликлари оддий дастурларга нисбатан анча юқоридир.

Юқоридаги алгоритм изолинияларни икки ўлчовли ҳолатда куриш имконини яратса, ҳозирги кунда жараёнлар ва объектларни уч ўлчовли тасвирлар (моделлар) орқали тадқиқ қилиш ва тахлил қилиш учун фойдаланиш кенг оммалашиб бормоқда.

Берилган икки ўлчовли матрица қийматлари учун уч ўлчовли тавирларни яшашнинг содда вариантларидан бири билан қуйидаги танишиб чиқамиз.

Компьютер графикасининг уч ўлчовли графика элементларининг ҳозирги кундаги асосини учларининг координаталари берилган учбурчаклар ташкил этади. Қоидага кўра, учбурчакнинг ҳар бир учи учун унинг  $x, y, z$  - фазодаги координатаси, ранги (R,G,B) ёки текстура (S,T)даги координаталари берилади.

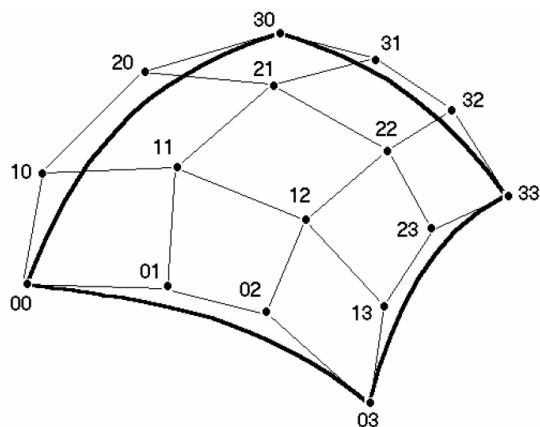
Нотекис силлиқ юзаларни бериш учун иккита параметрдан иборат параметрик функциялар орқали сиртларни ифодалашнинг турли усулларидадан фойдаланилади. Мураккаб сиртлар алоҳида бўлақлар (patch) дан ташкил топиб, ҳар бири полином ҳисобланади.

Бундай полиномни иккита усул билан растрлаш мумкин. Биринчидан уни кўпбурчак сифатида интерполяциялаш мумкин, ҳар бир элементар ёқлари учбурчак ёки тўғри тўртбурчаклар бўлиши мумкин [55].

Безье ва Кунса петчелари кўпроқ қўлланиладиган бўлақли функциялар ҳисобланади. Эгри чизикларни лойиҳалашдаги Безье усулини текисликларни лойиҳалаш учун ҳам умумлаштириш мумкин. Агар,  $\vec{P}_{m,n}$  текисликнинг икки ўлчовли таянч нуқталари учун декарт кўпайтмасини қўлланса, у ҳолда куйидаги ифодага эга бўламиз:

$$\vec{P}_{m,n}(s,t) = \sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n \vec{P}_{ij} C_m^i (1-s)^{m-i} s^i C_n^j (1-t)^{n-j} t^j, \quad s,t \in [0,1]$$

Айнан мана шу ифодадан кейинчалик биз Безье петчесини қўллаётганимизда фойдаланамиз. Айтиш керакки, икки параметрли



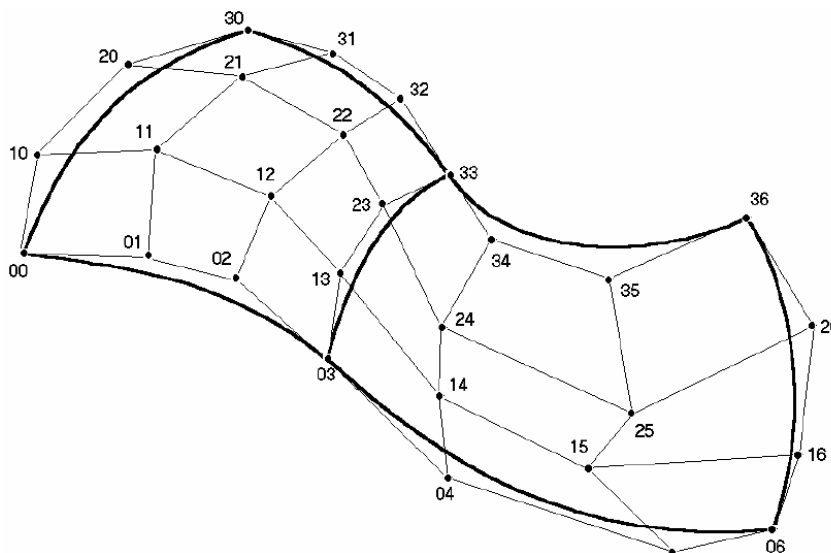
3.1-расм. Безье полигональ тўри

функцияларни Безье эгри чизиклари асосида олишнинг яна бир усули мавжуд. Бу усулда декарт кўпайтмасининг ўрнига буль йиғиндисидан фойдаланишга асосланади. Лекин биз петчни куришда бу усулни қўлламаймиз, чунки унда аниқликни етишмаслиги ҳамда ортиқча мураккаблик мавжуд.

Бикубик петч мисолида ( $m=n=3$ )

Безье петчи геометрик масаласини кўриб чиқамиз. Безье петчини бериш учун фазода  $m \times n$  нуқталар тўпламини бериш етарли. Бундай тўплам полигональ тўрни беради (3.1-расм).

Иккита ёнма-ён жойлашган петчларни бир-бирига силлиқ улашни таъминлаш учун қўшни қирралар коллинеар бўлиши керак. 2-расмда иккита бикубик Безье петчларини силлиқ уланиши кўрсатилган.



3.2-расм. Иккита бикубик Безье петчларини силлиқ уланиши

Иккита петчларни 3.2-расмда кўрсатилганидек силлиқ уланиши учун қўйдаги коллинеар учлик нуқталар коллинеар бўлиши керак:  $(02,03,04)$ ,  $(12,13,14)$ ,  $(32,33,34)$ . Бундай ҳолатда интерполяциялашда кўпбурчакнинг сиртини визуаль иллюзиялаш юз беради.

Компьютер графикасида қўлланилган ва барча ҳолатларда текислик ёки эгри чизиқ шаклини белгиловчи асосий параметр бу таянч нуқталар тўплами бўлиб, бу нуқталар кўпбурчак ёки кўп ёқнинг бошқарувчи катталиги ҳисобланади. Геометрик алмаштириш – масштаблаш, қандайдир бурчак остида буришни амалга ошириш учун ушбу объектнинг ҳар бир таянч нуқтаси устида тегишли амалларни бажариш керак бўлади.

Аналитик геометрияда нуқталарни координата марказига боғлиқ равишда уни суриш ёки координаталар ўқига нисбатан буриш, масштаблаш учун матрицали алмаштиришдан фойдаланиш таклиф қилинади.

Масштаблаш қўйдаги формула орқали амалга оширилади:

$$x' = x \cdot S_x, \quad y' = y \cdot S_y, \quad z' = z \cdot S_z,$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_x & 0 & 0 \\ 0 & S_y & 0 \\ 0 & 0 & S_z \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}, \quad \vec{P}' = S \cdot \vec{P}.$$

Суриш эса куйидаги формула орқали амалга оширилади:

$$x' = x + T_x, \quad y' = y + T_y, \quad z' = z + T_z,$$

$$(x', y', z')^T = (x, y, z)^T + (T_x, T_y, T_z)^T, \quad \vec{P}' = \vec{P} + \vec{T}.$$

Буриш куйидаги формула ёрдамида бажарилади:

- X ўқи атрофида:  $x' = x, \quad y' = y \cdot \cos \varphi + z \cdot \sin \varphi, \quad z' = -y \cdot \sin \varphi + z \cdot \cos \varphi,$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \varphi & \sin \varphi \\ 0 & -\sin \varphi & \cos \varphi \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}, \quad \vec{P}' = R_x(\varphi) \cdot \vec{P}.$$

- Y ўқи атрофида:  $x' = x \cdot \cos \psi - z \cdot \sin \psi, \quad y' = y, \quad z' = x \cdot \sin \psi + z \cdot \cos \psi,$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \psi & 0 & -\sin \psi \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \psi & 0 & \cos \psi \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}, \quad \vec{P}' = R_y(\psi) \cdot \vec{P}.$$

- Z ўқи атрофида:  $x' = x \cdot \cos \chi + y \cdot \sin \chi, \quad y' = -x \cdot \sin \chi + y \cdot \cos \chi, \quad z' = z,$

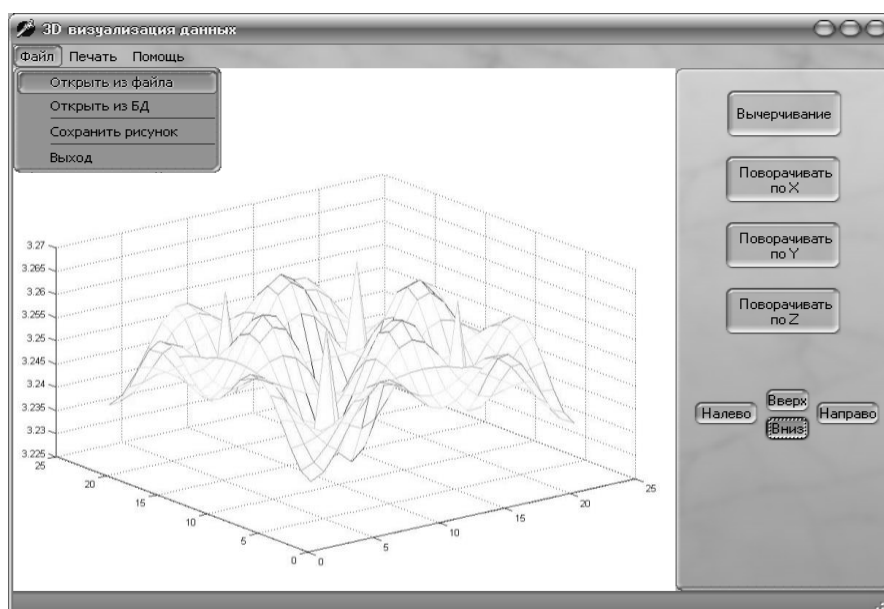
$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \chi & \sin \chi & 0 \\ -\sin \chi & \cos \chi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}, \quad \vec{P}' = R_z(\chi) \cdot \vec{P}.$$

Геометрик алмаштиришларни матрицали ёзиш жуда ҳам қулай бўлиб, элементар алмаштиришларда матрицаларни кўпайтиришдан олинган геометрик алмаштиришларни композитли матрица кўринишида бериш имконини беради. Лекин Янъе суриш алмаштириши матрицали амал бўлиб, умумий ҳолатда 3X3 ўлчамдаги матрица асосида матрицали алмаштиришларни олиш имконини бермайди. Бундай етишмовчиликни нуқталар координаталарини бир жинсли координаталар бериш орқали четлаб ўтиш мумкин.

$x, y, z$  нуқталар координаталарини  $X, Y, Z, h$  сонлар тўртлигида бериш мумкин, бу ерда  $h \neq 0$ . Бир жинсли ва бир жинсли бўлмаган нуқталар координаталари орасидаги алоқа қуйидаги муносабатларда аниқланади:

$$x = \frac{X}{h}, \quad y = \frac{Y}{h}, \quad z = \frac{Z}{h}.$$

Кўришиб турибдики, нуқталарнинг жойлашишини берувчи  $X, Y, Z, h$  тўртликни уларнинг координаталари дейиш ҳам мумкин. Бир жинсли координаталар шуниси билан яхшики, улар ёрдамида барча геометрик алмаштиришларни матрицали амал кўринишида бериш ва олиш, шунингдек, композит алмаштиришларни битта матрица кўринишида олиш мумкин.



3.3-расм. Уч ўлчовли визуализациялаш дастурининг ойна кўриниши

Юқорида келтирилган ва ишлаб чиқилган алгоритм асосида икки ўлчовли матрица қийматлари асосида уч ўлчовли графикларни куриш дастури Delphi дастурлаш тилида яратилди (3.3-расм).

### 3.2 Дастурлар мажмуасини яратиш технологиси

Замонавий ахборот технологияларининг гуркираб ривожланиши ва уни қўллаш соҳасининг кенгайиши дастурий таъминотнинг жадал ривожланишига олиб келди. Дастур – электрон ҳисоблаш машиналарида бажарилиши учун яроқли бўлган, дастурлаш тили ёки объектли кодда ёзилган ҳар қандай дастурнинг матнидир.

Дастурларнинг асосий тавсифларини қуйида кўриб ўтишимиз мумкин:

- алгоритмик мураккаблик (ахборотни қайта ишлаш алгоритмлари мантиқи);
- қайта ишлашнинг амалга оширилган вазифалари, ишланмаларининг таркиби ва чуқурлиги;
- дастурлар файлларининг ҳажми;
- дастурий восита томонидан қайта ишлашнинг операцион тизими ва техник воситаларга талаблар;
- диски хотира ҳажми;
- дастурни ишга тушириш учун оператив хотира ўлчами;
- процессор турлари;
- операцион тизимлар версиялари;
- ҳисоблаш тармоқларининг мавжудлиги.

Дастурий маҳсулотларнинг сифат кўрсаткичлари ҳилма-хил бўлиб, улар қуйидаги жихатларда акс этади:

- дастурий маҳсулотни қанчалик яхши (оддий, ишончли, самарали) фойдаланиш мумкинлиги;
- дастурий маҳсулотдан қанчалик енгил фойдаланиш мумкинлиги;
- дастурий маҳсулотни қўллашда шароит ўзгарганда ундан фойдаланиш мумкинлиги.

Амалий дастурлар боғлами фойдаланувчи ҳал этаётган вазифаларни автоматлаштиришнинг кучли қуролидир, у ахборотни қайта ишлаш бўйича

компьютер бирор ишни қандай бажараётганини билиш заруриятидан амалда тўлиқ озод этади.

Ҳозирги пайтда ўз функционал имкониятлари ва амалга ошириш усулларига кўра фарқланувчи амалий дастурлар боғламининг кенг спектри мавжуд.

Яқин беш йилда турли синфлардаги ахборот тизимлари учун мўлжалланган дастурий таъминот мураккаблигининг кескин ошиши кутилмоқда. Компьютерлар, тармоқ ускуналари, алоқа каналларининг ўтказиш қобилияти характеристикаларига талаблар кескинлашади.

Амалий дастурлар боғламини яратишда энг асосий воситалардан бири бу дастурлаш тилларидир. Ҳар бир дастурлаш тилининг ўзига яраша ютуқ ва камчиликлари мавжуд. Дастурлар боғламини яратишда биз Delphi тилини асос қилиб олдик. Сабаби, Delphi тили объекти дастурлашнинг кенг имкониятларидан фойдаланиш ҳолатини яратиб беради.

Дастурлар боғламини яратишда дастурлаш технологиясининг барча қоида ва маслаҳатларига амал қилинган ва уни яратиш қўйидаги кетма-кетликда ташкил қилинган:

*1. Бошланғич назарий, амалий ва тажрибавий маълумотларни тизимли тахлили.*

Ишлаб чиқишиш лозим бўлган алгоритм ва яратилувчи программа таъминоти бўйича зарур бўлган маълумотлар, ушбу дастурий воситадан фойдаланиши мумкин бўлган жабҳалар, программа воситсининг вазифаси ва функционал характеристикаси, программани яратишга сарфланган харажатлар миқдори ва ундан фойдаланишда кутиладиган иқтисодий самарадорлик таҳлил қилиб чиқилди.

*2. Дастурлар боғламининг структурасини ишлаб чиқиш ва дастурни конструкциявий ифодалаш.*

Программани ташкил этувчи модуллар ажратиб олинди ва уларни тажриба йўли билан тахлилдан ўтказилди. Дастурлар боғламининг умумий

структураси ишлаб чиқилди. Программа модулларини бир-бирлари билан боғлаш имкониятлари тахлил қилинди. Программа таъминотининг архитектураси ишлаб чиқилди. Программадан фойдаланувчи учун қулай интерфейс мухити яратилди.

### *3. Программа маҳсулотини пайдо қилиши.*

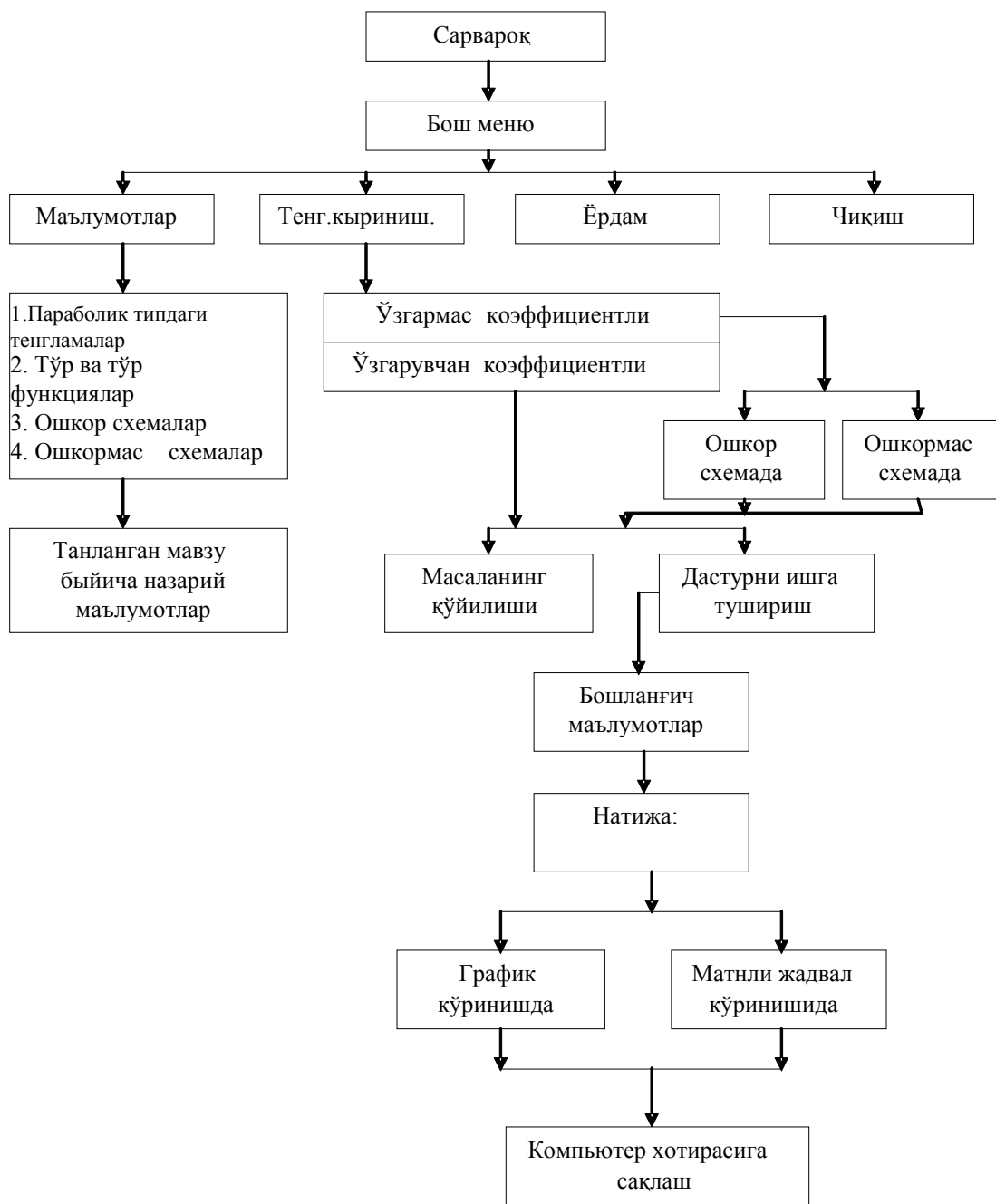
Бу босқичда дастурни турли ишчи модуллар билан йиғиш бошланади. Ҳар бир модулни вазифаси, унга бериладиган бошланғич маълумотлар ва олинадиган натижалари бўйича сараланади. Мантиқий яқунланувчи вазифаларни бажаришга мўлжалланган модуллар мантиқий боғланиб, якуний натижага эриштирувчи дастур таъминотини яратилди. Дастурни тахрирдан ўтказилди ва ундан фойдаланиш йўриқномаси ишлаб чиқилди.

### *4. Программанинг ишлаш сифатини турли кўрсаткичлар бўйича баҳолаш.*

Тузилган прогамманинг ва ишлаб чиқилган алгоритмнинг ишончилилик даражасини аниқлаш учун аниқ ечими мавжуд бўлган масалани сонли ечиш ташкил қилинди ва ечимлар орасидаги (аниқ ва тақрибий) фарқлар, яъни йўл кўйилган хатоликлар тахлил қилиб чиқилди. Назарий ва амалий хатоларнинг деярли бир хиллигини ҳисобга олиб, дастурни текширувдан ўтказилди. Дастурдан амалиётда, яъни нефть-газ фильтрацияси масалаларини ечишга лаёқатлиги эътироф этилди.

### *5. Программа маҳсулотини аниқ йўналтирилган масалаларни ечишга қўллаш.*

Маълумки, газ-нефть фильтрациясига оид амалий масалаларнинг математик моделлари параболик типдаги тенгламалар орқали ифодаланади. Шунинг учун дастур таъминотидан асосан шу соҳага оид масалаларни сонли ечишда кенг фойдаланиш мумкин.



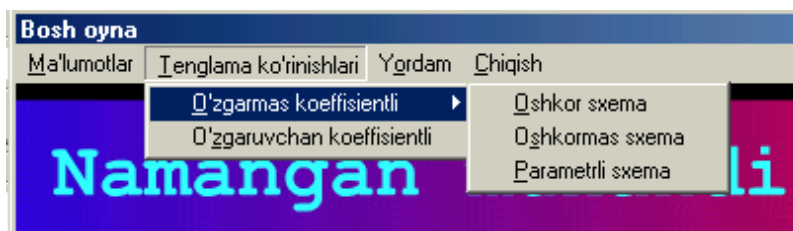
3.4-расм. Дастурлар мажмуасининг структураси

Бир ўлчовли, хусусий ҳосилали параболик типдаги тенгламаларни ечишнинг амалий дастурлар боғлами юқорида келтирилган 3.4-расмдаги структура асосида, Delphi дастурлаш тилида яратилди.

### 3.3 Дастурдан фойдаланиш учун йўриқнома

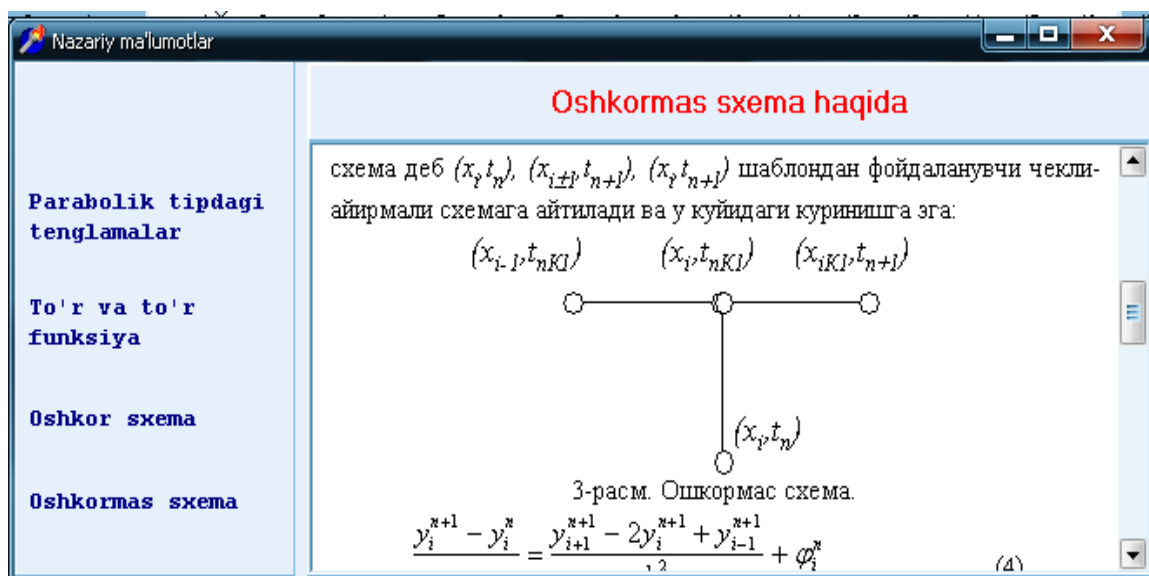
Дастурдан фойдаланиш жуда ҳам қулай бўлиб, тегишли ойналарда ҳар бир кўрилатган масала ҳақида атрофлича маълумотлар келтириб ўтилган. Масаланинг кўйилиши қандай кўринишдалиги дастур ойналарида кўрсатиб ўтилган. Яратилган дастур ойна кўринишлари ва улардан фойдаланиш ҳақида батафсилроқ тўхталиб ўтамиз.

Дастурни ишга туширганимиздан сўнг «Бош ойна» деб номланган биринчи ойна кўриниши ҳосил бўлади. «Бош ойна» ойнасида (3.5-расм) тўртта меню мавжуд бўлиб, улар остменюларга ҳам эгадир.



3.5-расм. «Бош меню» ойнасининг кўриниши

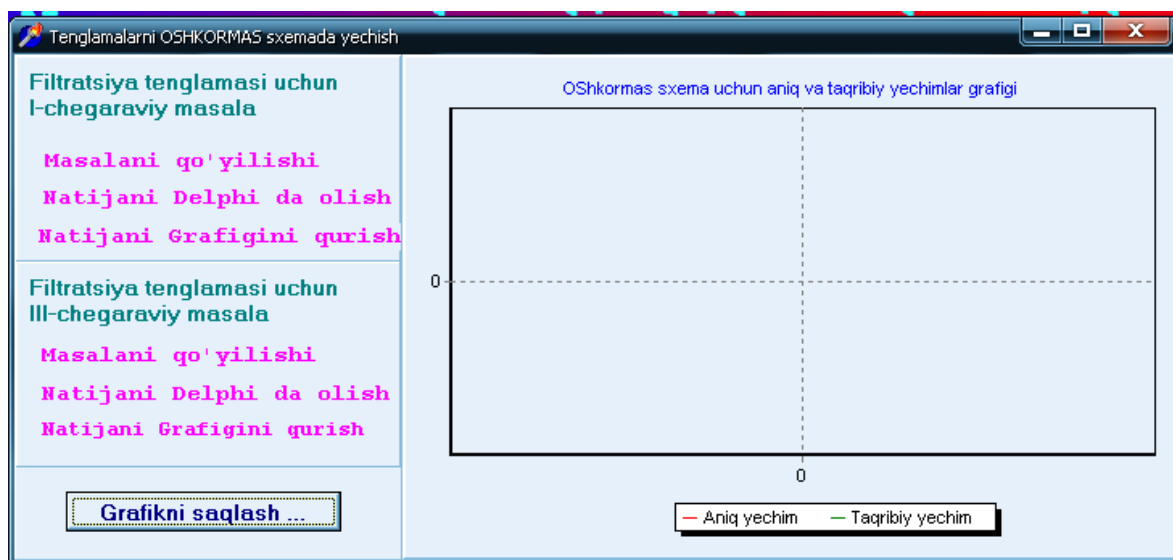
Бу ердан «Маълумотлар» менюси танланганда назарий маълумотлар олиш мумкин бўлган «Назарий маълумотлар» ойнаси (3.6-расм) ҳосил бўлади.



### 3.6-расм. «Назарий маълумотлар» ойнаси

Бу ойнанинг чап қисмида бир нечта мавзулар келтирилган бўлиб, фойдаланувчи ўзи қизиққан мавзусини танлаб, сичқонча тугмасини босса ойнанинг ўнг қисмида шу мавзу бўйича қисқача назарий маълумотлар ҳосил бўлади. Бу билан фойдаланувчига ечилаётган масала қандай бўлиши ва нималарга асосланишини билиб олиш имконияти яратилади.

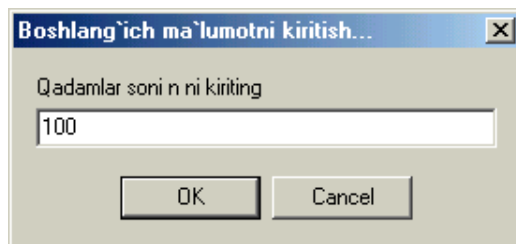
«Тенглама кўринишлари» менюсида остменюлар («Ўзгармас коэффициентли», «Ўзгарувчан коэффициентли») жой олган бўлиб, улар ёрдамида ўзгармас ва ўзгарувчан коэффициентли иссиқлик тарқалиш тенгламаларидан натижа олинади. Бунинг учун керак меню танланади, натижада куйидаги ойна кўриниш ҳосил бўлади (3.7-расм):



3.7-расм. «Тенгламаларни ошкор схемада ечиш» ойнаси.

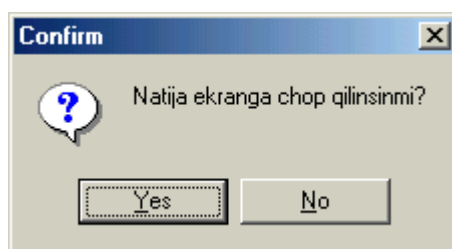
Ойнадан кўришиб турибдики, иссиқлик тарқалиш тенгламаси учун I-III-чегаравий масалалар қаралмоқда. Бу ойнада масалани кўйилишини танланса ойнанинг ўнг қисмида масала кўйилиши ва қисқача маълумот ҳосил бўлади. Дастурдан натижаларни Delphi дастурлаш тилида олинган. Бунинг учун ҳам алоҳида-алоҳида тугмалар кўйилган бўлиб, танланган масаланин тури бўйича натижаларни олиш мумкин. Масалан, Delphi даги дастурни ишга

туширмоқчи бўлсак «Натижани Delphi да олиш» танланади. Натижада бошланғич маълумотлар киритилиши ҳақидаги сўровнома (3.8-расм) чиқади.



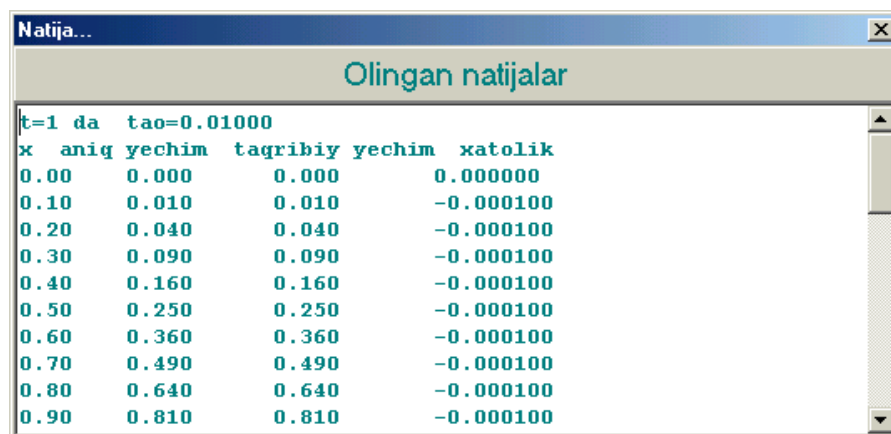
3.8-расм. Бошланғич маълумот киритиш.

Барча маълумотлар киритилиб бўлинганидан сўнг, натижани қаерга (экранга ёки файлга) чоп қилиниши (3.9-расм) сўралади.



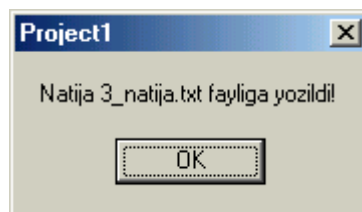
3.9-расм. Натижани қаерга чоп этишни танлаш

Агар “Yes” танланса натижа экранда (3.10-расм) намоён бўлади.



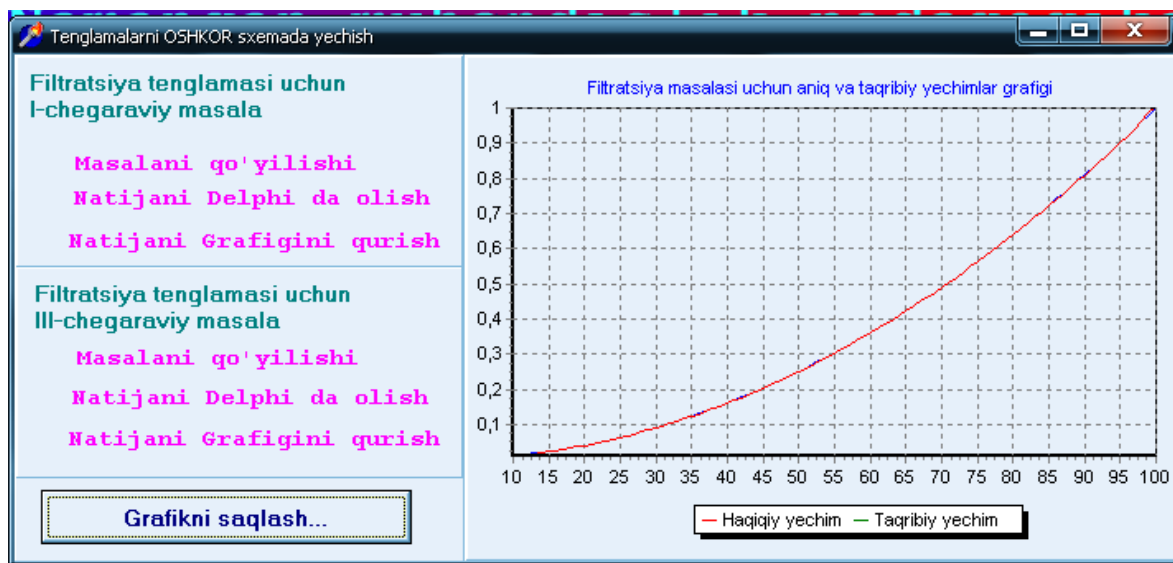
3.10-расм. Натижаларни кўрсатиш ойнаси

Акс ҳолда эса қайси файлга ёзилганлиги ҳақидаги маълумот (3.11-расм) ҳосил бўлади.



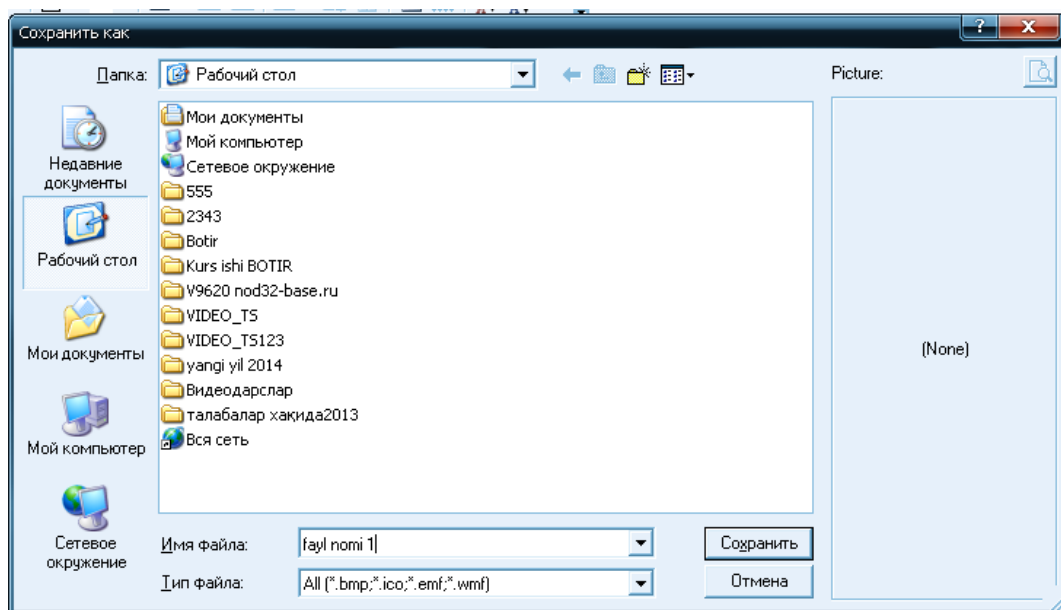
3.11-расм. Файлга ёзилганлиги ҳақидаги хабар ойнаси.

Натижани графигини куриш менюсини танлаш билан олинган сонли натижаларнинг график кўринишда ифодасини кўриш мумкин (3.12-расм).



3.12-расм. Олинган сонли натижаларни графигини куриш

Тенгламаларнинг турли параметр қийматларида олинган натижаларни таҳлил қилиш ҳам олинган маълумотлар асосида ҳисоботлар тайёрлашни ташкил этиш мақсадида ушбу дастурда ясалган графикларни компьютер хотирасига сақлаш имконияти ҳам кўзда тутилган. Бунинг учун экрандаги “Графикни сақлаш” тугмасини босиш етарли. Натижада сақланувчи графикнинг номини киритиш учун 3.13-расмда тасвирланган ойна ҳосил бўлади.



3.13-расм. Графикни сақлаш ойнаси

График номи тегишли “Имя файла” бўлимида киритилиб, “Сохранить” тугмаси босилса, кўрсатилган жойда киритилган ном билан график сақлаб қўйилади.

### 3-боб бўйича хулосалар

1. Нефть ва газ конларини ишлаб чиқариш кўрсаткичларини баҳолаш ва таҳлил қилишда сонли натижаларни график кўринишда визуаллаштириш муҳандис-технологлар учун қарорлар қабул қилишларини енгиллаштиради. Мана шу нуқтаи назардан келиб чиқиб 3-бобда олинган сонли натижаларнинг изочизиқларини ҳосил қилиш учун ишлаб чиқилган алгоритмлар ҳамда уч ўлчовли графикларни қуришнинг математик асослари таҳлил қилинди.
2. Олинган сонли натижаларнинг изочизиқларини ҳосил қилишнинг ишлаб чиқилган алгоритмлари асосида ҳамда уч ўлчовли графикларни қуришнинг математик формулалари асосида алгоритми ва дастурий таъминоти яратилди.
3. Газ фильтрацияси жараёнини турли чегаравий шартларда тадқиқ қилишнинг оптимал ва визуаллаштирилган натижалар берувчи дастурий комплекснинг умумий структураси ҳамда дастурни яратиш технологияси ишлаб чиқилди.
4. Ишлаб чиқилган дастур структураси ва технологияси асосида дастурий комплекс юқори даражали объектли дастурлаш тилларидан бири Delphi тилида яратилди.
5. Яратилган дастурий комплексдан фойдаланиш йўриқномаси ишлаб чиқилди.

## **4-боб. Педагогика қисми**

### **4.1 Дарсларда интерфаол инновацион усуллар ва уларнинг таълим сифатини оширишдаги аҳамияти**

Таълим-тарбия мазмуни, мақсад ва вазифалари даврлар утиши билан кенгайиб бориши натижасида унинг шакл ва усуллари ҳам такомиллашиб бормоқда. Ҳозирги инсон фаолиятининг асосий йўналишлари шу фаолиятдан кўзда тутилган мақсадларни тўлиқ амалга ошириш имкониятини берувчи яхлит тизимга, янги технологияларга айланиб бормоқда. Худди шу каби таълим-тарбия соҳасида ҳам сўнги йилларда педагогик технологияга амал қилина бошлади.

Ишлаб чиқаришдаги технологияда турли материалларга ишлов бериш тегишли касб усталари томонидан амалга оширилади. Педагогик технологиянинг мазмуни эса ўқитувчи, тарбиячи томонидан ўқувчига ақлий, руҳий, ахлоқий ҳақиқатдан турли усулда таъсир ўтказишдан иборат.

Педагогик технология тушунчаси XX-асрда пайдо бўлди ва турли ривожланиш босқичларидан ўтиб келмоқда.

Дастлаб бу тушунча 1940-йиллардан 50-йиллар ўртасигача “таълим технологияси” деб қўлланилиб, ўқув жараёнида техника воситаларидан фойдаланишни ифода қилган.

80-йилларнинг бошидан педагогик технология деб таълимнинг компьютерли ва ахборот технологияларини яратишга айтилган.

Педагогик технология тушунчасини икки ҳил изоҳлаш мумкин: биринчидан, унинг ўқув жараёнида техника воситаларидан фойдаланишнинг кенгайиб боришини ифодалаши назарда тутилиб, таълимдаги ўқитишдаги технология деб номлаш мумкин бўлса, иккинчидан бу тушунча ўқув жараёнининг ўзини қуриш технологиясини билдиради деб, хулоса чиқариш мумкин.

Маълумки, педагогик технологиянинг ҳам турли таърифлари мавжуд:

**Технология** – бирор ишда, санъатда қўлланиладиган усуллар, йўллар йиғиндиси.

**Педагогик технология** – ўқитишнинг, таълимнинг шакллари, методлари, усуллари, йўллари тарбиявий воситаларнинг махсус йиғиндиси ва жойлашувини белгиловчи психологик тартиблар мажмуаси, у педагогик жараённинг ташкилий-услубий воситаларидан иборат (Б.Т. Лигачёв).

**Педагогик технология** – таълимнинг режалаштириладиган натижаларига эришиш жараёни тафсилоти.

**Педагогик технология** – ўқув жараёнининг ўқувчилар ва ўқитувчи учун сўзсиз қулай шароитлар таъминлаш, ташкил қилиш, ўтказиш бўйича ҳамма деталлари ўйлаб чиқилган биргаликдаги педагогик фаолият модели (В. М. Макахов).

**Педагогик технология** – бу ўқитувчининг ўқитиш воситалари ёрдамида ўқувчиларга муайян шароит ва кетма-кетликда таъсир кўрсатиш ва бу фаолият маҳсули сифатида уларда олдинда белгиланган сифатларни шакллантириш жараёнидир (Н. Саидахмедов).

**Педагогик технология** – бу ўқитишда ўзига хос янгича (инновацион) ёндошувдир. У педагогикадаги ижтимоий муҳандислик тафаккурининг ифодаланиши, таълим жараёнининг муайян стандартлашуви хисобланади (Б. Л. Фарберман).

Ҳозир таълим–тарбия ривожланиб бораётган йўналишларидан бири замонавий педагогик технологияларни ўқув жараёнида қўллаш бўлиб, уни амалга ошириш долзарб вазифалардан биридир. Маълумки таълим-тарбия жараёни катта авлод томонидан ўз билим ва тажрибаларини ўсиб келаётган авлодга ўргатишдан иборат бўлиб, бу жараёнда инсон ҳаёти учун зарур ахборотларни авлоддан-авлодга узатиш амалга оширилади.

Таълим-тарбия жараёнининг мазмуни ўқитувчининг ўқувчига етказётган билим савиясининг самарадорлигини ташкил этади. Шундай

экан, ўқитувчи янги педагогик технологиянинг мазмун-моҳиятини чуқур англаган холда, уни асос қилиб, янгича метод ва усуллар орқали дарс ўтиши зарурдир.

Гарчанд, фан ва техниканинг жадал ривожланиши мустақил мамлакатимизда санъат ва қишлоқ хўжалик ишлаб чиқаришнинг қиёфасини тубдан ўзгартириб юбормоқда.

Ҳозирги замон ишлаб чиқаришдаги кўпгина касблар фақат маълумотли кишиларнигина эмас, юксак ривожланган ижодий қобилиятга эга кишиларни жалб қилишни талаб қилмоқда.

Ўқув жараёнига тадбиқ этилаётган “Кадрлар тайёрлаш миллий дастури” ҳамда умумий ўрта таълим муассасалари учун яратилган “Давлат таълим стандарти”да ўқувчиларнинг билишлари зарур бўлган мажбурий билимлар ҳажми аниқ кўрсатилган. Уларни ўқувчиларга етказиш, ўқувчиларни фақат пухта билим олибгина қолмай, балки мустақил равишда ўқиб олиш ва ижодий изланишга йўналтириш, улардаги қобилиятни ривожлантира бориш кўникмаларини орттира олиш учун ўқитувчилар янги педагогик технология асосида педагогиканинг турли шакл ва усулларидан фойдалана олишлари зарур бўлади.

Ёшларга таълим – тарбия беришнинг мураккаб вазифаларини ҳал этиш ўқитувчининг ғоявий эътиқоди, касб маҳоратига, санъати, истеъдоди ва маънавиятига ҳал қилувчи даражада боғлиқдир. Ҳақиқатдан ўқитувчисиз жамият тараққиётини, унинг келажагини тасаввур этиш қийин.

Таълим-тарбия жараёнини тўғри ташкил этиш учун барча мавжуд имкониятларни сафарбар этиш ўқитувчиларнинг биринчи навбатдаги вазифаларидан биридир.

Хар бир педагог шуни доим эсда тутиши керакки, дарс ўқув тарбия жараёнининг асосий формасидир. Ҳозирги замон тарбиясининг барча жараёнлари ўқувчиларни мустақил фикрлашга ва мустақил ижод қилишга ўргатишдан иборатдир.

Одатда педагоглар дарс жараёнида биринчи навбатда ўқувчилардан фанлардан чуқур ва мустаҳкам билим бериш билан бирга, уларда билимга қизиқишни, меҳнат қилишга эҳтиёжни тарбиялаб боришни кўзда тутаяди.

Ҳозирги замон дарси 3 та мақсадни: таълим, тарбия ва ривожлантириш мақсадларини кўзда тутаяди.

Ҳозирги замон дарсига қўйиладиган энг муҳим талаблардан бири ҳар бир дарсда танланадиган мавзунинг илмий асосланган бўлишидир, яъни дарсдан кўзланган мақсад ҳамда ўқувчилар имкониятини ҳисобга олган ҳолда мавзу ҳажмини белгилаш, унинг мураккаблигини аниқлаш, ўтиладиган мавзу билан боғлаш ўқувчиларга бериладиган топшириқ ва мустақил ишларни кетма-кетлигини аниқлаш, дарсда керак бўладиган жихозларни белгилаш ва кўргазмали қуроллар билан бойитиш, қўшимча ахборот технологияларидан фойдаланган ҳолда дарсда муаммоли вазиятни яратишдир.

Дарсга қўйиладиган асосий талаблардан бири – таълим методлари ва усулларини бир-бири билан мустаҳкам боғлаб, олиб бориш самарадорлигини оширишдир.

Дарсга қўйиладиган асосий талаблардан яна бири – барча дидактик вазифалар дарснинг ўзида ҳал этилиши, уйга бериладиган вазифалар ўқувчиларни дарсда оладиган билимларининг мантиқий давоми бўлиши керак.

Дарс давомида ўқитувчи ўқувчиларнинг жисмоний ҳолатини, ижодкорлигини, тез фикрлашларини ҳисобга олиши керак. Ўтилган ҳар бир дарснинг ўқувчилар билан бирга таҳлил қилиб борилиши ҳам яхши натижа беради.

Энг асосийси ўқитувчининг дарс ўтиши инновацион усуллардан фойдаланса мақсадга мувофиқ бўлади.

Инновация – лотинча сўз бўлиб «янгиликни киритаман, тадбиқ этаман, ўзгартираман» деган маъноларни билдиради.

Айни кунларда иннавацион усулларга қуйидагиларни (4.1-расм) келтириш мумкин:



4.1-расм. Иновацион усуллар дарахти

1. Моделлаштириш.

Укитишнинг бу усули ўз ичига реал ҳаётни қайта тиклаш учун ишлаб чиқилган мослама, асбоб ёки вазиятни ўз ичига олади.

Қўлланилиши:

- Турли вазиятларда керак бўладиган кўникмаларни қўллашда;

- Оддий ва мураккаб механик ва электрик асбоблар ясашда, оператив кўникмалар ва қарор қабул қилишни амалга оширишда.

- Хавфли ва кечиктириб бўлмайдиган вазиятларда, бошқариш кўникмаларини мустаҳкамлашда;

- Илгари ўрнатилган принципларни реал ҳаётий вазиятларда қўллашда.

Афзаллиги:

- Ўқувчилар фаоллигини ва дарсга жалб қилиниши мустаҳкамлайди;

- Эслаб қолишни кучайтиради.

2. Намойиш қилиш.

Демонстрация - «кўрсатаман, исботлайман» деган маънони англатади.

Бу ўқитишнинг усулида ўқитувчи топшириқни бажариб, ўқувчиларга бу топшириқни қандай бажариш кераклигини кўрсатади. Бу ўқитишнинг усулидан сўнг ўқувчиларга топшириқни бажариб кўриш имконини бериш керак.

Қўлланилиши:

- Топшириқни қандай бажаришни кўрсатиш учун;

- Муаммоларни ҳал қилишга ўргатишда;

- Техник воситалар ва асбоблар билан ишлашни ўргатишда.

Афзаллиги:

- Ўқувчи ўз кўзи билан кўради;

- Тушуниш ва эслаб қолишга ёрдам беради;

- Қизиқишни оширади;

- Ўқитишнинг жуда фаол шакли эканлиги.

3. Ролли уйинлар.

Ўқитишнинг бу усулида ўқувчилар «реал ҳаёт» ҳолатларини қайта жонлантирадилар. Бу уларга уз амалий иш фаолиятларида қўллаш мумкин бўлган янги турдаги фаолиятларни синаб кўриш ва текшириш имконини беради.

Қўлланилиши:

- Янги турдаги фаолиятни синаш имконини кўрсатишда;
- Ўқувчиларни назарияни амалиётда қўллаб кўришга ўргатишда;
- Ўқувчилар фаоллигини янада оширишда.

Афзаллиги:

- «реал ҳаёт» нинг қайта тикланиши;
- ўқувчиларнинг мавзуга чуқурроқ жалб қилиниши;
- Ўқувчиларнинг муаммога бошқача ёндашувини қуриш имконини бериш.

3. Гуруҳ мунозараси:

Ўқитишнинг бу усули ўқувчиларнинг ўзаро мулоқоти ва фикр алмашинувига асосланган. Бунда гуруҳда таҳлил қилиш, баҳолаш ва текшириш асосида муайян мавзу ёки муаммо ишлаб чиқилади.

Қўлланилиши.

- Қизиқишни кучайтириш ва ўйлаш, фикр юритишга чорлашда;
- Маъруза, ўқиш ва бошқа усулларни мустаҳкамлашда;
- Машғулот мазмунининг асосий қисмини ишлаб чиқишда;
- Муаммонинг кўзда тутилган қарорини ишлаб чиқишда;
- Яқун яшаш ёки текширишни амалга оширишда;
- Мавзу тушунарлилигини баҳолашда;
- Ўқувчиларни келгуси дарсга тайёрлашда.

Афзаллиги:

- Ўқувчиларда қизиқишни орттиради ва дарсга жалб қилинишини мустаҳкамлайди;
- Ўқувчилар фикр ва тажриба алмашиш имкониятига эга бўладилар.

5. Модификацияланган шакли узгартирилган маъруза.

Бу ўқитиш усулида ўқитувчи мавзу мазмунини оғзаки нутқ орқали ўқувчиларга етказди, формулалар чиқаришда ўқувчилар билан мулоқот олиб боради. Аммо анъанавий маърузадан фарқи ўқитувчи ва ўқувчи орасида мулоқот кетади.

Қўлланилиши:

- Ўқувчиларга умумий ахборот бериш учун;
- Фанга кириш ва асосий материалларни бериш учун;
- Қайсидир турдаги фаолиятни бошлашдан олдин, намойиш қилиш, ролли ўйин ва бошқа турдаги усулларни қўллашдан олдин;
- Таъриф, қоида, формулаларни масала ёки лаборатория ишларида қўллашни намойиш қилиш учун.

Афзаллиги:

- Тезкорлик билан амалга оширилиши;
- Катта гуруҳларда самаралилиги;
- Кам ресурсларни талаб қилиши;
- Бошқа усуллар билан биргаликда қўллаш мумкинлиги;
- Вақтни енгил бошқара олиши;
- Гуруҳни биргаликда ушлаш имконини беради.

6. Муайян ҳолатни (вазиятни) ўрганиш.

Бу ўқитиш усули реал ҳаётдаги вазиятни батафсил муҳокама қилишдан иборатдир. Бу усул кичик гуруҳларда ўтказилиб, ўқиш, ўрганиш, таҳлил қилиш, муҳокама ва эркин фикр алмашиш ҳамда қарор қабул қилиш ва бу қарорни бошқаларга етказишни тақозо этади.

Қўлланилиши:

- Дарс мазмуни ҳақида ҳар томонлама ўйлаб сўзлашга ўргатишда;
- Муаммони ҳал қилиш қобилиятини, танқидий фикрлаш ва фикр юритишни шакллантиришда;
- Бошқарув тамойилларини намоён қилишда.

Афзаллиги:

- Ўқувчиларнинг фаоллигини ва дарсга жалб қилинишини мустаҳкамлайди.

- Таълим олиш тугагандан сўнг тақозо қилинадиган ижрони моделлаштиришга имкон беради;

- Ўқитишни кузатиш мумкинлигини.

## 7. Танқидий тафаккур.

Танқидий тафаккур услуби ўқитувчи қўйган масала ёки муаммони ўқувчи ўз фикрини баён қилиш, ўзгалар фикрини танқидий қайта идрок этиш, ўз нуқтаи назарини асослаб бериш ва сақлаб қолиш орқали ечиш ёки ҳал қилиш имкониятига эга бўлишига асослангандир.

Қўлланилиши:

- Ўқувчига ўз нуқтаи назари, фикрини ишлаб чиқиш учун имконият ва фурсат берилишида;

- Ўқитувчи ўқувчилар билан биргаликда турли нуқтаи назарни муҳокама қилиш жараёнида;

Афзаллиги:

- Ўқувчи ўз фикрини асослайди;

- Таълим олувчиларга эркин сўзлаш имконини беради.

## 8. Ақлий ҳужум.

Ақлий ҳужум – синфдаги ҳар бир ўқувчи олдида ўқитувчи қўйган савол ёки муаммо юзасидан ўз фикрини баён этишга имкон берувчи ўқув услубидир. Услуб моҳияти «Бир калла яхши, йигирма биттаси ундан яхши» принципи бўйича ўқитувчи томонидан белгиланган муаммо ёки савол юзасидан эҳтимол тутиладиган ҳамма фикрлар вариантини бир ерга жамлай олишда бўлиб, истесно тариқасида таълим олувчиларнинг барча фикрлари, шу жумладан, айтарли тўғри бўлмаганлари ҳам инобатга олинади. Бу нарса

баён этилган фикрларнинг кейинги таҳлилида ўқувчиларнинг қўйилган савол ёки муаммони тўғри тушунишларига имкон беради.

Қўлланилиши:

- Савол, топшириқ ёки муаммони ҳал қилишда фикрларни эркин айтишда;

- Муаммони ҳал қилиш қобилиятини оширишда;

- Фанга кириш ва асосий мавзу мазмунини билиб олишда;

Афзаллиги:

- Айтилган фикрлар ташқи дунё муҳокама қилинмаслиги ёки баҳоланмаслиги ўқувчиларни мазмунининг илмийлигига чуқурроқ жалб қилиниши;

- Белгиланган вақт доирасида барча ҳоҳловчиларга ўз фикрларини баён этиш имкониятининг берилиши.

9. Ҳар ким ҳар кимга ўргатади.

«Ҳар ким ҳар кимга ўргатади» услуби ўқувчиларга ўргатувчига айланиш, маълум билимларни ўзлаштиригич, ўртоқлари билан Бахам кўриш имконини берувчи ўқитиш услубидир. Бу услубнинг мақсади ўқувчиларга ўқитиш жараёнида зарур бўлган ахборот максимумини бериш. Айтилган пайтда ўқувчида ахборот олиш ва беришга қизиқиш уйғотишдир. Шунингдек, ахборот ҳажмини олган ўқувчи маълум вақт давомида уни иложи борича кўпроқ ўртоқларига етказиши.

Қўлланилиши:

- Ўқувчиларда ахборот олиш ва беришга қизиқиш уйғотиш учун;

- Ахборотни диққат билан эшитиш ва эслаб қолиш учун;

- Шеригининг ахборотини тинглаб, бошқа шерик ахтариш учун.

Афзаллиги.

- Ўз фикрини лўнда баён этиши;

- Тинглаш ва эслаб қолиш даражасини ривожлантириш;

- Фанга ёки мавзуга бўлган қизиқишни уйғотиш.

#### 10. Дебатлар.

Дебатлар – ўз нуқтаи назарини асослашда синфдаги барча ўқувчиларнинг баҳслашувда фаол иштирок этишини таъминловчи ўқитиш услубидир. Бу услубдаги фойдаланиш танқидий тафаккурни ривожлантиради. Ўқувчи ўз нуқтаи назарини рад этиши керак. Баҳс ҳақиқатни юзага келтиргани боис ўқитувчи аудиторияни икки гуруҳга бўлган ҳолда мунозарани атайин авж олдиради (гуруҳларга бир-бирига зид нуқтаи-назарларни айтади, бахсли топшириқлар беради). Бу усул ёзма ҳолда олиб борилса, ёзма дебатлар бўлади.

Қўлланилиши.

- Баҳсда ўқувчиларнинг фаол иштироки таъминланганда;
- Муаммони ҳал қилишда моҳирликка ўргатишда;
- Фикрни аниқ ва қисқа ифодалашга имкон берилганда.

Афзаллиги:

- Ўқувчиларни баҳслашишга ўргатади;
- Мунозара маданиятига ўргатади;
- Асослаб бериш малакасини оширади.

Демак, юқоридагиларни тажрибада қўллаб, ўрганиб, ўқувчиларнинг кўникма, малака меъёрини қуйидагича белгилаш мумкин:

1.	Нимани ўқидим? (ўқиганда)	10 %
2.	Нимани эшитдим? (эшитганда)	20 %
3.	Нимани кўрдим? (кўрганда)	30 %
4.	Нимани эшитдим ва кўрдим?	50 %
5.	Муҳокама, баҳс-мунозара.	70 %
6.	Шахсан ўзим бажардим.	80 %
7.	Устоз билан бирга бажардим.	90 %

Юқоридагилардан хулоса қилиб шуни айтиш мумкинки, инновацион усулларни қўллаб дарс ўтилганда узлаштирмайдиган талаба қолмайди. Деярли барча ўқувчилар дарс жараёнига жалб этилиб, уларнинг дарсга қизиқишлари ортади.

Ўқувчиларнинг келгусида мустақил билим олишларига, хунар ўрганишларига имкон яратилади.

#### **4.2 Олий таълимда амалий машғулотларни ташкил этиш ва таълим бериш технологиясини лойиҳалаш**

**Амалий машғулот** – бу таълим берувчини таълим олувчилар билан фаол суҳбатга киришишига йўналтирилган, назарий билимларни амалий фаолиятда амалга ошириш учун шароитни таъминловчи, машғулотни ўқитиш шаклидир.

Амалий машғулот дарсларини икки турга ажратиш мумкин. Булар маъруза дарси мавжуд бўлган ва маъруза дарси мавжуд бўлмаган фанлардан (масалан, чет тиллар) ўтказиладиган амалий машғулотлар. Амалий машғулот дарслари фан дастурлари ва ишчи дастурлари ҳамда календар тематик режаларига қатъий амал қилинган ҳолда ўтказилади. Амалий машғулотларни ўтказиш бўйича зарур адабиётлар рўйхати берилади. Маъруза дарси мавжуд бўлган амалий машғулотларда асосан маъруза дарсларида ўтилган материаллар машқлар бажариш ёрдамида мустаҳкамланади.

Амалий машғулот қуйидаги мақсадларга эришиш учун қўлланилади:

- назарий материални тартибга солиш.
- кўникмаларни ҳосил қилиш.
- билимларни назорат қилиш.

Таълим берувчи амалий машғулотни самарали ўтказиш учун қуйидагиларни ҳисобга олиш зарур:

- ўзининг тайёргарлиги, бунда савол ва жавоб техникасига эга бўлиши;
- ўқув гуруҳининг ҳолати: унинг мотивацияси, унинг ташкил этиш хусусияти;
- ўқув жараёнининг техник жиҳозланиши.

Амалий машғулот дарсларида янги педагогик технологиялар ёки интерактив усуллардан фойдаланиш учун имкониятлар катта бўлади. Ўқитувчи дарсга кириб, ташкилий ишларни ўтказди. Хонанинг дарсга тайёргарлиги, доскага ёзиш ва ўчириш воситаларининг мавжудлиги ҳамда талабалар давомати аниқланади. Дарсда ўтиладиган мавзу эълон қилиниб, доскага ёзиб қўйилади. Ўтган мавзунинг асосий мазмуни қисқача баён қилиниб, янги мавзу режаси берилади. Маъруза дарслари мавжуд бўлган фанлардан амалий машғулот дарслари албатта маъруза ўтилгандан кейин ўтказилади. Маърузада ўтилган материалларнинг асосий хулосалари тушунтирилади, маъруза билан амалий машғулот боғланади. Амалий машғулотлар фаннинг, ҳаттоки мавзуларнинг хусусиятларидан келиб чиқиб, турли хил усулларда ўтказилиши мумкин.

Амалий машғулот дарсларида савол жавоблар, дискуссиялар ташкил қилинади, фаол иштирок этган талабалар рағбатлантирилиб балл қўйилади. Амалий машғулот дарсларининг қатъий дастур бўйича сифатли ўтилишини, талабалар билимининг ўз вақтида баҳоланишини фандан маъруза олиб борувчи ўқитувчи мунтазам назорат қилиб бориши шарт. Шунингдек амалиёт ўқитувчиси билан дастур бажарилиши, амалиёт дарсларида нималарга алоҳида эътибор қаратилиши, маърузада мавзуларни қайси қисмлари кам ёки кўпроқ ёритилганини ва бошқа ўқув-услубий масалаларда маслаҳатлашиб, фикрлашиб туриши лозим.

Ўқув мақсадлари муайян таълим жараёни якунида таълим олувчи томонидан ўзлаштирилиши, янги ҳосил қилиниши лозим бўлган билим, ҳатти-ҳаракат билан боғлиқ бўлган амалий топшириқни уддалай олиш

маҳорати, шахсий фазилатлар ва хулқни белгилайди. Ҳар бир фаннинг ўқув мақсадлари тўғри белгиланиши муҳим аҳамиятга эга. Умумий ўқув мақсадларининг мазмуни йўналтирувчи мақсадлардан келиб чиқиб белгиланади. Ўқитувчи томонидан амалий машғулотларни ўтказиш технологияси, дарс ишланмаси ва технологик харитаси ишлаб чиқилади. Ҳар бир машғулот бўйича дарс ишланмалари ва технологик хариталарни ишлаб чиқиш ўқув жараёнини тўлақонли лойиҳалаштириш ҳамда самарали ташкил қилиш имконини беради.

### Муаммоли амалий машғулотда

#### ТАЪЛИМ БЕРИШ ТЕХНОЛОГИЯСИ МОДЕЛИ

<i>Вақт: 2 соат</i>	Талабалар сони: ... та
<i>Ўқув машғулот шакли</i>	Муаммоли семинар
<i>Ўқув машғулот режаси</i>	1. ... 2. ... 3. ...
<i>Ўқув машғулот мақсади: ... бўйича билимларни мустаҳкамлаш, ... тўғрисида муаммоли вазифаларни ечиш малакаларини ривожлантириш.</i>	
<i>Педагогик вазифалар:</i>	<i>Ўқув фаолият натижалари:</i>
- ..... тўғрисида маълумотларини тизимлаштиришни ўргатиш; - ..... бўйича муаммоли вазифаларни ечишни, таҳлил қилишни ўргатиш, - .... имкониятларни илгари суриш, уларни баҳолаш, якуний хулосалар қилишни ўргатиш.	- ... маълумотларни тизимга соладилар; - ... бўйича муаммоли вазифаларни ечадилар, таҳлил қиладилар; - ... имкониятларни илгари сурадилар, уларни баҳолайдилар, якуний хулосалар қиладилар.
<i>Таълим усуллари</i>	Муаммоли усул, суҳбат, мунозара, ақлий

	хужум
<i>Таълим шакллари ташкиллаштириши шакли</i>	Оммавий, жамоавий, гуруҳли.
<i>Таълим воситалари</i>	Маъруза матни, А32 ўлчамдаги қоғозлар, маркерлар, скоч, ўқув материаллар.
<i>Таълим бериш шароити</i>	Гуруҳларда ишлашга мўлжалланган хона.
<i>Мониторинг ва баҳолаш</i>	Оғзаки назорат: тезкор-сўров

### Муаммоли амалий машғулотнинг

### ТЕХНОЛОГИК ХАРИТАСИ

<b>Иш босқичлари ва вақти</b>	<b>Фаолият</b>	
	<b>Таълим берувчи</b>	<b>Таълим олувчи</b>
1 - босқич. Ўқув машғулотига кириш (15 дақ.)	Мавзунинг номи, мақсад ва кутилаётган натижаларни етказди. Машғулот муаммоли шаклда боришини маълум қилади.  1.2. Талабалар билимини суҳбат шаклида фаоллаштиради (№ илова). Билимларни фаоллаштириш жараёнида ўқув муаммосини ечиш бўйича изланувчилик фаолиятида фаол иштирок этишлари учун талабаларнинг эгаллаган билимларини етарлилигини аниқлайди	Тинглайдилар ёзиб оладилар
2 - босқич. Асосий	2.1. Талабаларга муаммоли топшириқларни ўқиб беради (№ илова).	Саволларга жавоб берадилар.

<p>(55 дақ.)</p>	<p>2.2. Муаммони ечиш йўллари излашни ташкиллаштиришга ўтади: биринчи кичик муаммони ифодалайди, сўнгра муаммоли саволларни бериб ва улар жавобларини муҳокама қилиб, талабаларни уни ечиш йўлини излашга, яъни биринчи оралик хулосага олиб келади. Шу тарзда кейинги муаммоларни ечиш йўллари излашни ташкиллаштиради.</p> <p>2.3. Талабаларни кичик гуруҳларга бўлади, муаммоли топшириқни ечиш вазифасини беради. Ўқув материаллари, баҳолаш кўрсаткичлари ва мезонларини таркатади (№ илова). Такдимот учун қоғозларни, маркерларни таркатади, ақлий ҳужум қоидасини эслатади. Гуруҳларда иш бошланганлигини маълум қилади.</p> <p>2.4. Такдимот бошланганлигини маълум қилади, гуруҳлар чиқишларини бошқаради. Такдимот вақтида жавобларга изох беради, тўғри ечимларга эътибор беради, хатоларни кўрсатади, талабалар билан биргаликда жавоблар тўлиқлигини баҳолайди, саволларга жавоб беради.</p> <p>2.5. Такдимотни яқунлайди,</p>	<p>Муаммони ечиш бўйича ўз фикрларини берадилар.</p> <p>Кичик муаммони ечиш бўйича фикрлар билдирадилар, мунозара қиладилар, таҳлил қиладилар.</p> <p>Хулоса чиқарадилар.</p> <p>Гуруҳ, вакиллари такдимот қиладилар, якуний хулосани берадилар.</p> <p>Тинглайдилар</p>
------------------	--	--

	муаммони ечишда юзага келган қийинчиликларни кўрсатади	
3 босқич, яқуний (10 дақ)	3.1. Мавзу бўйича яқун қилади, қилинган ишларни келгусида касбий фаолиятларида аҳамиятга эга эканлиги муҳимлигига талабалар эътиборини қаратади. 3.2. Мустақил иш учун топшириқ (№ илова) беради	Тинглайдилар Топшириқни ёзадилар

Маъруза дарслари режалаштирилмаган, фақат амалий дарс ўтказиладиган фанлардан амалий машғулотлар ўтказишда назарий билимлар билан амалий машқлар бажариш биргаликда олиб борилади. Дастлаб мавзу бўйича назарий билимлар берилади, ўқитувчи мисол ва машқлар бажариб кўрсатади. Шундан сўнг талабалар мустақил машқлар бажаради. Ўқитувчи талабалар билимини баҳолаб боради. Амалий дарсни ўқитувчи хулосалаб яқунлайди.

Амалий машғулотларни ўтказишнинг асосий йўли таълим олувчилар томонидан тайёрланган маъруза ва маълумотларни жамоавий муҳокама қилишни ташкиллаштиришдан иборат бўлади.

Амалий машғулотлар самарадорлиги таълим олувчиларни амалий машғулотга тайёрланиш сифати билан аниқланади. Маъруза ва янгиликлар билан чиқувчи, таълим олувчиларнинг тайёргарлиги аҳамиятга эга бўлади. Хар бир машғулот учун технологик хариталар ишлаб чиқилади. Технологик харитани лойиҳалаш педагогик маҳорат чўққиси ҳисобланади, чунки машғулот давомида бажариладиган амалий иш жараёни технологик харитада кетма-кетлик қоидаси асосида тасвирланади.

### **4.3 Конларни ишлаб чиқиш корхоналарида электр токи билан ишловчи ҳодимлар меҳнاتини муҳофаза қилиш**

Электрдан жароҳатланиш ишлаб чиқаришдаги барча жароҳатларнинг 1% миқдорини ташкил қилсада, аммо ўлим билан туговчи бахтсиз ҳодисаларнинг 20...30% миқдорини эгаллайди. Шунингдек, ўлим билан туговчи бахтсиз ҳодисаларининг 80% гача содир этилганлари 1000 В кучланишли бўлган электр қурилмаларига тўғри келади.

Ишлаб чиқариш жараёнларида турли асбоб ускуналарни ишлатиш электр қувватидан кенг миқёсида фойдаланишни тақазо этади.

Шу сабабли, электр токи таъсирида рўй берадиган бахтсиз ҳодисаларинг олдини олиш, ундан ҳимояланиш каби масалаларни ечиш ўта муҳимдир.

Электр токининг энг хавфли томони шундаки, бу хавфни олдиндан сезишнинг имконияти йўқ.

Кўп ҳолларда электр асбобларининг носозлиги ёки уларнинг ишлатиш қоидаси ва талабларига амал қилмаслик кишиларни турли даражада жароҳатланишларига олиб келади.

Электр токи, одам танасига *термик, электролитик* ва *биологик* равишда таъсир этиши мумкин. Натижада одамнинг нафас олиши жараёнида, юрак фаолиятида, моддалар алмашинувида, қон таркибида ва бошқа аъзоларида ўзгаришлар рўй беради. Ток таъсирида кўп ҳолларда кучли куйиш ҳолати кузатилади.

**Термик куйиш** 4 даражада кузатилади.

1. Термик қизариш;
2. Пуфакчалар ҳосил бўлиши;
3. Тери юзасининг мўртлашиши;
4. Тери тўқимасининг тўлиқ куйиб кетиши.

**Электрoлитик таъсирда** – эса қон ёки хужайралар таркибидаги тузларнинг парчаланиши натижасида қоннинг физик ва кимёвий хусусиятлари ўзгаради.

**Биологик таъсирда** инсон организмидаги тирик хужайралар, мускулларнинг кескин қисқариши натижасида тебранади бунинг натижасида организмда биоэлектрик жараёнларнинг бузилиши рўй беради.

Ўзгарувчан ток (50 Гц да) ўзгармас токдан хавфли ҳисобланади. Хавфсиз ўзгарувчан ток кучи миқдори 10 мА, ўзгармас ток учун 50 мА қабул қилинган. Таъсир этадиган вақт эса 0,01-0,03 секундни ташкил этади. Вақт ортиб бориши билан (0,2-1 с) юрак фаолияти ўзгаради.

Одамларни *ток уриши* ҳолати ҳам тўрт даражада баҳоланади.

**1- даражада** одам ҳушини йўқотмайди лекин мускуллар қисқаради.

**2- даражада** мускуллар қисқаради, ҳушини йўқотади. Лекин, нафас олиши сақланади ва юрак ишлаб туради.

**3- даражада** нафас олиши, юрак фаолияти бузилади, киши ҳушини йўқотади.

**4- даражада** ток уришда қон айланиши ва нафас олиши тўхтаб, клиник ўлим ҳолати содир бўлади.

Клиник ўлим 5-8 дақиқа давом этади. Ҳеч қандай ёрдам кўрсатилмаган тақдирда, дастлаб бош мия қобиғида хужайралар парчаланиб, клиник ўлим ҳолати биологик ўлим ҳолатига ўтади.

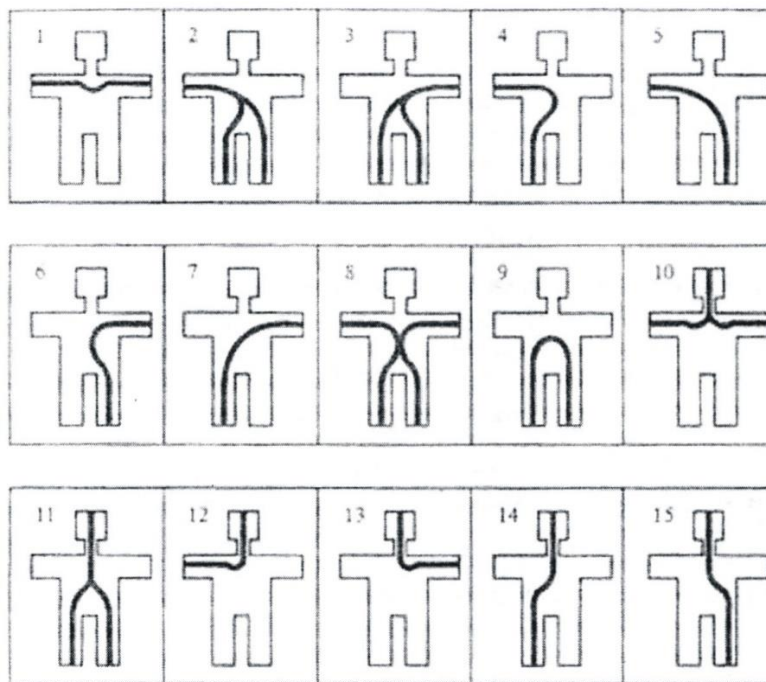
Электр токининг инсон организмига таъсири қўйидаги омилларга боғлиқ:

1. Токнинг тури, миқдори ва частотасига;
2. Таъсир қилиш вақти ва йўлига;
3. Кучланиш қисмларига ва уланиш жойига;
4. Ташқи муҳит шароитига, инсон танаси қобилиятига;
5. Ҳимоя воситаларидан фойдаланиш даражасига.

Одамнинг куруқ зарарланмаган териси 2000-20000 *Ом* қаршиликка эга бўлса, зарарланган ва намланган тери 40-500 *Ом* қаршиликка эга.

Барча ҳисоблар учун инсон аъзоларининг қаршилиги ўртача 1000 *Ом* деб қабул қилинган.

Электр токининг организмга таъсири токнинг ўтиш йўлига ҳам боғлиқ (4.2-расм).



4.2-расм. Электр токининг инсон организмга таъсир йўллари схемаси

Токнинг ўтиши одамнинг ёшига, соғлиғи ва жинсига боғлиқ.

Электр токидан ҳимояланиш одамнинг электр шаҳобчалари ва электр қурилмаларига қандай боғланганлиги билан баҳоланади.

Электр қурилмаларидан фойдаланиш даврида инсонни бир фазали токка уланиши куйган лампаларни ва эрувчан сақлагичларни алмаштиришда учрайди, икки фазали уланиш эса олдингиларга нисбатан камроқ вазиятларда юзага келади, яъни узгичлар (рубилниклар), тақсимлаш қутилар билан ишлаганда содир бўлади.

Машиналар ва жиҳозларнинг металл қисмларида статик электр зарядлари тўпланиб қолишидан ҳам одамлар жароҳатланишлари мумкин.

Статик электр зарядлари деганда, электр энергиясининг потенциаллар захираси тушинилади ва бу энергия жиҳозлар ва конструкцияларни ўзаро ёки металл қисмларининг ишқаланиши, атмосфера электрларининг ўтиши туфайли ҳосил бўлади. Статик электр заряди шунингдек органик суюқликлар (бензин, бензоллар)ни ташишда ёки босим остида жўнатишда, диэлектрик моддаларнинг металл қувурлар ва идишлар билан ишқаланишидан ҳосил бўлади.

Статик тоқлар кўп миқдорда органик чанг тўпланадиган хоналарда ҳам пайдо бўлиши мумкин. Статик электр зарядларинг миқдори бир неча минг вольтга етади ва уларнинг учкунли чакнаши портлаш ва ёнғинларни келтириб чиқаради.

Икки фазали чизиқли кучланиш киши танасига бир вақтда таъсир қилса жуда хавфли ҳисобланади.

А) Бу ҳолда шикастланиш ток кучи, таъсир этиш вақти ва одамнинг қаршилиқ кўрсатиш қобилиятига боғлиқ (4.3 –расм,*a*). Бу схемада ток кучи қуйидагича ҳисобланади

$$J = V_q / R_0$$

бу ерда  $V_q$  - чизиқли кучланиш,  $R_0$  - одам қаршилиги.

Электр тоқининг инсон танасига таъсири қўйидаги ҳолатлари кузатилади (3-жадвал).

Б) Ер билан нейтрал уланган уч фазали электр тармоғининг бир фазасига одам уланишида юқоридаги схемага қараганда хавф камроқ бўлади (28 – расм,*b*). Бу ҳолда ток кучи қуйидагига тенг бўлади:

$$J = V_q / (\sqrt{3}R_0).$$

бу ерда:  $V_q$  - чизиқли кучланиш

$R_0$  - одам қаршилиги

Бу ҳолда организмдан оқиб ўтган ток қўйидаги физик қонунга бўйсунди.  $J = V_{\text{ч}} / (1,73 R_0) = 380 / (1,73 \cdot 1000) = 0,3 \text{ A}$ .

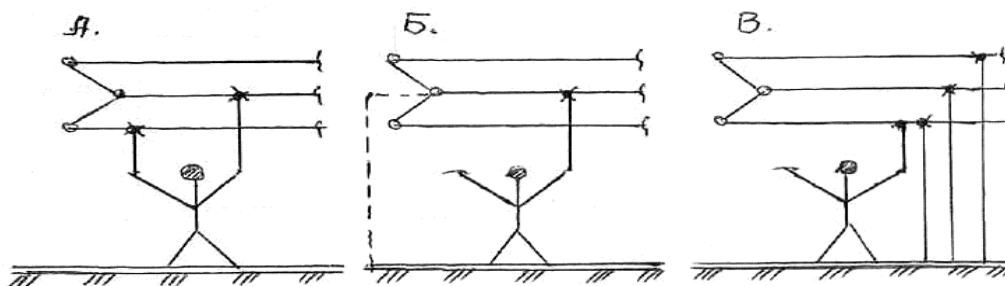
В) Нейтрал қопламанинг тармоқдаги фазаларнинг ток берувчи қисмларидан бирига тегиши натижасида одам шикастлан ҳолда (28 – расм,в) ток кучи қўйидагига тенг бўлади:

$$J = V_{\text{ч}} / (\sqrt{3}R_0 + R_{\text{из}} / \sqrt{3} \cdot R_0)$$

бу ерда:  $R_{\text{из}}$ - қоплама қаршилиги.

4.1-жадвал

№	Таъсир турлари	Таъсир ҳолати	Инсон танасидан ўтаётган токнинг тури ва кучи (мА)	
			ўзгарувчан	Ўзгармас
1.	Сезадиган	Қўл панжалари енгил титрайди ва иссиқлик сезилади	0,5 – 1,5	5 -7
2.	Қўйиб юборадиган	Қўлларда қаттиқ оғриқ билинади, қизийди.	8 – 10	20 -25
3.	Ушлаб қоладиган	Қўлларни ушлаб қолади, нафас олиш қийинлашади, юрак фаолияти ўзгаради	20 - 25	50 -80
4.	Ўлимга олиб келадиган	Юракнинг тўхташи кузатилади, фалаж, ўлим ҳолати намоён бўлади.	90 - 100	500



4.3-расм. Инсоннинг электр токи билан боғланиши мумкин бўлган ҳолатлари схемаси.

Электр токидан жароҳатланишнинг яна бир сабаби электр тармоғининг ерга бир қутбли уланишидан бўлиши мумкин. Бу ҳолда тармоқни ерга тегиб

турган нуқтаси атрофидаги ер сатҳида потециалларнинг тақсимланиши кузатилади – туташувчи ток оқимининг тарқалиш ҳудуди пайдо бўлади. Ток оқими тарқалиш ҳудудига тушиб қолган одамдан электр токи оқиб ўтади ва унинг катталиги қадам кучланишига боғлиқ бўлади.

**Қадам кучланиши** ток кучига, ер сиртида потенциалнинг тарқалишига, қадам узунлигига, одам турган жойдан ерга уловчи қурилмагача бўлган масофага, тармоқни ерга тегиб турган жойига нисбатан ҳаракат йўналишига қараб аниқланади. Қадам кучланиши 40 В дан ошмаса у хавфсиз ҳисобланади.

Ер устида токнинг ерга уланган жойида потециаллар тарқалиши гипербола қонунияти бўйича намоён бўлади ( - расм). Потенциалларнинг бундай тарқалиши ҳар қандай ток ўтказувчиларнинг ерга тегишида мавжуд бўлади, масалан электр тармоқларининг узилиши ва ток ўтказувчи симининг ерга уланиб қолишидан ҳосил бўлади. Одам симнинг ерга уланган жойига қанча яқин бўлса, унга шунча катта қадам кучланиши  $U_{\text{кад}}$  таъсир қилади.

Симнинг ерга уланиб турган жойида потенциал энг катта миқдорга эга бўлади, шу жойдан узоқлашгани сайин потенциал камайиб боради. Ток ўтказувчиларнинг ерга уланиш жойидан 20 м узоқликдан ортиқ масофаларда потенциал жуда катта миқдорда камайиши амалиётда исботланган.

Қадам кучланишларидан ҳимояланиш мақсадлари учун диэлектрик бўтилардан фойдаланилади. Қадам кучланиши ҳудудларига тушиб қолган одамлар тезда ушбу ҳудуддан майда қадамларда юриб ёки битта қадамда сакраб чиқиб кетишлари керак.

#### 4-боб бўйича хулосалар

1. Ҳозир даврда таълим–тарбия ривожланиб бораётган йўналишларидан бири бу замонавий педагогик технологияларни ўқув жараёнида қўллаш бўлиб, уни амалга ошириш долзарб вазифалардан биридир. Маълумки таълим-тарбия жараёни катта авлод томонидан ўз билим ва тажрибаларини ўсиб келаётган авлодга ўргатишдан иборат бўлиб, бу жараёнда инсон ҳаёти учун зарур ахборотларни авлоддан-авлодга узатиш амалга оширилади. Ушбу 4-бобда таълим-тарбия жараёнининг мазмуни ўқитувчининг ўқувчига етказётган билим савиясининг эришиши мумкин бўлган самарадорликлари таҳлил қилинди.
2. Ўқитувчи янги педагогик технологиянинг мазмун-моҳиятини чуқур англаган ҳолда, уни асос қилиб, янгича метод ва усуллар орқали дарс ўтиши фанлардан ўқитиладиган мавзуларнинг ўзлаштирилиш даражалари таҳлил қилинди.
3. Дарсларни ўзлаштирилишида дидактик материалларнинг сифати ва аҳамияти, айти кунларда фойдаланиш мумкин бўлган инновацион усулларнинг мазмун ва моҳияти келтириб ўтилди
4. Олий таълим тизимида амалий машғулотларни ташкил этиш ва таълим бериш технологиясининг наъмунавий лоҳийаси ишлаб чиқилди ва фойдаланиш учун тавсия эилди.
5. Конларни ишлаб чиқиш корхоналарида электр токи билан ишловчи ходимлар меҳнатини муҳофаза қилишда инсонга электр токини турли зарар ва оқибатлари таҳлили келтирилди.

## Хулоса ва таклифлар

1. Ушбу магистрлик диссертация ишида фильтрацион тизимларни бошқариш масаласининг замонавий ҳолати, газ конларини ишлаб чиқишнинг технологик жараёнларига таъсир кўрсатувчи параметрлар таҳлил қилинди.
2. Фильтрацион жараёнларни ифодаловчи бир ва икки ўлчовли математика-физика тенгламаларини турли чегаравий шартларда сонли ечимларини олиш ҳамда натижаларни таҳлил қилишнинг визуаллаштирилган имкониятларини берувчи дастурлар мажмуасини яратиш масаласи қўйилди.
3. Бир ўлчовли фильтрация ностационар масаласи учун чегаравий масалаларни оддий ҳайдаш усулида ечиш алгоритми ишлаб чиқилиб, ишлаб чиқилган алгоритм асосида дастури тузилди, А.Самарскийнинг синов функцияси усулида сонли натижалари олинди.
4. Бир ўлчовли фильтрация ностационар масаласи учун чегаравий масалаларни потокли ҳайдаш усулида ечиш алгоритми ишлаб чиқилди
5. Потокли ҳайдаш усулида ишлаб чиқилган алгоритм асосида дастури тузилиб, А.Самарскийнинг синов функцияси усулида сонли натижалари олинди.
6. Икки ўлчовли фильтрация масаласи учун потокли ҳайдаш усулида ечиш алгоритми ишлаб чиқилди
7. Ишлаб чиқилган потокли ҳайдаш усулида ечиш алгоритми асосида дастури тузилди ва синов функцияси ёрдамида дастур аниқлиги синовдан ўтказилди.
8. Ишлаб чиқилган алгоритмлар ҳамда дастур модуллари асосида дастурий мажмуа яратилиб, олинган сонли натижаларни график кўринишдаги визуализацияси ташкил этилди. Шунингдек, сонли

натижаларнинг қурилган графиклари компьютер хотирасига сақлаш имкониятлари ҳам яратилди.

9. Конларни ишлаб чиқиш корхоналарида электр токи билан ишловчи ходимлар меҳнатини муҳофаза қилишда инсонга электр токини турли зарар ва оқибатлари таҳлили келтирилди.
10. Ушбу магистрлик диссертацияси ишида ишлаб чиқилган ҳисоблаш алгоритмлари, дастур модуллари ва дастурлар мажмуасидан, шунингдек амалий машғулотларни ташкил этиш ва таълим бериш технологиясининг педагогик қисмда ишлаб чиқилган наъмунавий лойиҳаларидан олий таълим муассасаларида ўқитиладиган “Ҳисоблаш усуллари” фанидан амалий машғулотларни ташкил этишда фойдаланиш тавсия этилади.

## Фойдаланилган адабиётлар

1. Алимов И. и др. Уточнение технологических параметров разработки газовых месторождений. // В сб.: «Методы, модели и системы обработки и анализ данных и знаний». Т., 1992, -с.236-248.
2. Алимов И. Математическое моделирование гидродинамических процессов подземного выщелачивание. - Ташкент: ФАН, 1991. – 82с
3. Алимов И., Жураев Т.М. Выбор вычислительный эксперимент по аппроксимации функции неоднородности в задачах фильтрации жидкости \ \ Труды международной конференции по распространению упругих и упругопластических волн, посвященной 100-летию со дня рождения академика, Героя социалистического труда Х.А.Рахматулина. –Бишкек, 2009. – С. 111-113.
4. Алимов И., Жураев Т.М. Нефть конларида солиштирма оғирлик кучини ҳисобга олган ҳолда нефть фильтрацияси модели ва алгоритми \ \ Узбекский журнал «Проблемы механики» – Ташкент, 2007. –№ 4, –С.53-56.
5. Алимов И., Жураев Т.М., Эргашев Б.Б. Информационные аспекты моделирования процесса фильтрации жидкостей и газов \ \ Материалы научно-технической конференции «Современные проблемы и перспективы механики». – Ташкент, 2006. –С. 79.
6. Алимов И., Рахманкулова С. Математическое моделирование физико-химических и гидродинамических основ процесса подземного выщелачивания. //Сб.Фильтрации многофазных сред, Новосибирск, 1991. -8 с.
7. Алтунин А.Е., Семухин М.В. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях: Монография. Тюмень: Изд. ТГУ, 2000. –352 с.
8. Андреев Б.В. О сеточных аппроксимациях задачи о скважине. // В сб. Численные методы решения задач фильтрации многофазной несжимаемой жидкости. –Новосибирск: 1987. -с.13-23.
9. Аренс В.Ж., Гридин О.М., Крейнин Е.В., Небера В.П., Фазлуллин М.И., Хрулев А.С., Хчяян Г.Х. Физико-химическая геотехнология. –М.: Недра. 2010, - 575 с.
10. Басниев К.С. Нефтегазовая гидромеханика: -Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. - 480 с
11. Бузинов С.Н., Умрихин И.Д. Исследование нефтяных и газовых скважин и пластов. –М.: Недра, 1984. -272 с.
12. Веригин Н.Н. О кинетике растворения солей при фильтрации воды в грунтах // В кн.: Растворение и выщелачивание горных пород. –М.: 1957. -с.84-114
13. Гладкий А.В., Ляшко И.И., Мистецкий Г.Е. Алгоритмизация и численный расчет фильтрационных схем. –Киев: Высшая школа, 1981. - 288 с.

14. Глотов Г.Н. Детерминированная динамическая модель геотехнологии подземного выщелачивания урана// Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2010. - №1(40). –С 45-48.
15. Грищенко А.З., Денисенко В.М., и др. Автоматизированные системы управления технологическими процессами. –Киев: Изд.Техника, 1983. - 351 с.
16. Гусейн-заде М.А. Особенности движения жидкости в неоднородном пласте. –М.: Недра, 1965. -276 с.
17. Данилов В.Л. Вариационный принцип наименьшей скорости рассеяния энергии при фильтрации жидкостей в пористой среде и его приложения. М.-Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2003. - 108 с.
18. Данилов В.Л., Кац Р.М. Гидродинамические расчеты взаимного вытеснения жидкостей в пористой среде. –Изд.Недра, 1980. -264 с.
19. Дмитриев Н.М., Максимов В.М. Обобщенный закон Дарси. Фазовые и относительные проницаемости для фильтрационных течений в анизотропных пористых средах / Сб.Моделирование процессов фильтрации и разработки нефтяных месторождений. Казан, 1992.
20. Дудорин В.И., Лыкова Л.Н., Сиротин А.В. Моделирование структуры АСУ на ЭВМ. –М.: Финансы истатистика, 1982. -168 с.
21. Жакбаров О.О. Модели и оптимальные алгоритмы управления фильтрационных систем. //Дисс... канд. техн. наук. Т. 2004.
22. Алимов И., Жураев Т.М. Выбор вычислительный эксперимент по аппроксимации функции неоднородности в задачах фильтрации жидкости \\\ Труды международной конференции по распространению упругих и упругопластических волн, посвященной 100-летию со дня рождения академика, Героя социалистического труда Х.А.Рахматулина. –Бишкек, 2009. – С. 111-113.
23. Закиров И.С. Особенности задач регулирования разработки нефтяных месторождений / сб.Фундаментальной базис новых технологий нефт. и газ. Промышленности. М.ГЕОС, 2002, –С.308-313.
24. Закиров И.С. Развитие теории и практики разработки нефтяных месторождений. –М.Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2006. -356 с.
25. Закиров С.Н. Анализ проблемы «Плотность сетки скважин-нефтеотдача». –М.: «Грааль», 2002. -314 с.
26. Закиров С.Н. Теория и проектирования разработки газовых и газоконденсатных месторождений. –М.:Недра, 1989. -334 с.
27. Иванов М.М. и др. Нефтегазопромысловая геология. –М.: Недра, 1983. - 262 с.
28. Карманов В.Г. Математическое программирование. –М.: Физматмет, 2000. – 264 с.
29. Катковников В.Я. Непараметрическая идентификация и сглаживание данных. –М: Наука, 1985. –408 с.

30. Кенту М. Delphi 7: Для профессионалов. - СПб.: Питер, 2004. -1101 с.
31. Коновалов А.Н. Метод фиктивных областей в задачах фильтрации двухфазной несжимаемой жидкости с учетом капиллярных сил. //Численные методы механики сплошной среды. Т.3. –Новосибирск: ВЦ СО АН СССР, 1972. -№5. –с.52-67.
32. Лебединец Н.П. Изучение и разработка нефтяных месторождений с трещиноватыми коллекторами. - М.: Наука, 1997. - 397 с.
33. Леонтьев Н.Е. Основы теории фильтрации. –М.: Изд-во Центра прикладных исследований при механико-математическом факультете МГУ, 2009. – 88 с.
34. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. –М.: Недра, 1970. -904 с.
35. Лукнер Л., Шестаков В.М. Моделирование миграции подземных вод. – М.: Недра, 1986. -208 с.
36. Марчук Г.И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды. –М.: Наука, 1982. –320 с.
37. Мухитдинов Н. Газогидродинамическое исследование нелинейной фильтрации жидкости и газа. –Ташкент: Фан, 1977. – 152 с.
38. Наумов Б.Н., Кеслер Э.Я., Левин Н.А. Алгоритмы оптимизации и автоматизации проектирования АСУ. –М.: Энергоатомиздат, 1983. -160 с.
39. Николаевский В.Н. Механика пористых и трещиноватых сред. М.:Недра,1984.-232 с.
40. Пирназарова Т.Е., Жураев Т.М. Математические модели разработки нефтегазоконденсатных месторождений \ \ Материалы республиканской научно-практической конференции «Проблемы разработки нефтегазоконденсатных месторождений и пути их решения». – Ташкент, 2006. –С. 24-27.
41. Полак Э. Численные методы оптимизации. –М.: Мир, 1997. – 376 с.
42. Рахимов Т.Н. Управления системами машинного водоподъема. –Т.: Фан, 1986. -137 с.
43. Рахимов Т.Н., Зайкин О.А., Советов Б.Я. Основы построения АСУ. – Ташкент: Укитувчи, 1984. -375 с.
44. Ревич Ю.В. Нестандартные приемы программирования на Delphi. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005. -560 с.
45. Самарский А.А. Введение в теорию разностных смех. –М.: Наука, 1971. –552 с.
46. Самарский А.А., Вабищевич П.Н. Численные методы решения обратных задач математической физики. Издательство ЛКИ – 2007, -480 с.
47. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы математической физики. –М.: Изд-во Научный мир. - 2003, - 316 с.
48. Смилянский Г.Л. Какая АСУ эффективна. –М.: Экономик, 1988. -304 с.
49. Советов Б.Я., Цехановский В.В. Автоматизированное управление современным производством. –Л.: Машиностроение, 1988. -168 с.

50. Эддонс М., Стенсфильд Р. Методы принятия решений. М.: Аудит, ЮНИТИ, 1997. 590 с.
51. Эпштейн В.Л., Сеничкин В.И. Языковые средства архитектуры АСУ. – М.: Энергоиздат, 1982. -200 с.
52. Яненко Н.Н. Метод пробных шагов решения многомерных задач математической физики. – Новосибирск, 1987. – 295 с.
53. <http://konchilik.ru> - сайт научно-технического и производственного журнала Горный Вестник.
54. [www.tstu-isman.tstu.ru/pdf/lecture3.pdf](http://www.tstu-isman.tstu.ru/pdf/lecture3.pdf) - электронное учебное пособие по компьютерному моделированию Тамбовского государственного технического университета

# ИЛОВА

## Дастур матни

```
program Project1;

uses
  Forms,
  Unit1 in 'Unit1.pas' {Form1},
  Unit2 in 'Unit2.pas' {Form2},
  Unit3 in 'Unit3.pas' {Form3},
  Unit4 in 'Unit4.pas' {Form4},
  Unit5 in 'Unit5.pas' {Form5},
  Unit6 in 'Unit6.pas' {Form6},
  Unit7 in 'Unit7.pas' {Form7},
  Unit8 in 'Unit8.pas' {Form8};

{$R *.RES}

begin
  Application.Initialize;
  Application.CreateForm(TForm1, Form1);
  Application.CreateForm(TForm2, Form2);
  Application.CreateForm(TForm3, Form3);
  Application.CreateForm(TForm4, Form4);
  Application.CreateForm(TForm5, Form5);
  Application.CreateForm(TForm6, Form6);
  Application.CreateForm(TForm7, Form7);
  Application.CreateForm(TForm8, Form8);
  Application.Run;
end.

unit Unit1;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
  Menus, OleCtrls, SHDocVw;

type
  TForm1 = class(TForm)
    MainMenu1: TMainMenu;
    Malumotlar1: TMenuItem;
    Tenglamakorinishlari1: TMenuItem;
    Yordam1: TMenuItem;
    Chiqish1: TMenuItem;
    Ozgarmaskoeffisientli1: TMenuItem;
    Ozgaruvchankoeffisientli1: TMenuItem;
    Oshkorsxema1: TMenuItem;
    Oshkormassxema1: TMenuItem;
    Parametrlisxema1: TMenuItem;
    WebBrowser1: TWebBrowser;
    procedure Malumotlar1Click(Sender: TObject);
    procedure Chiqish1Click(Sender: TObject);
    procedure Oshkorsxema1Click(Sender: TObject);
    procedure Oshkormassxema1Click(Sender: TObject);
    procedure Ozgaruvchankoeffisientli1Click(Sender: TObject);
    procedure Yordam1Click(Sender: TObject);
  end;
end.
```

```

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

var
    Form1: TForm1;

implementation

uses Unit2, Unit3, Unit5, Unit6, Unit7;

{$R *.DFM}

procedure TForm1.Malumotlar1Click(Sender: TObject);
begin
form2.ShowModal;
end;

procedure TForm1.Chiqish1Click(Sender: TObject);
begin
form1.Close;
end;

procedure TForm1.Oshkorsxema1Click(Sender: TObject);
begin
form3.ShowModal;
end;

procedure TForm1.Oshkormassxema1Click(Sender: TObject);
begin
form5.ShowModal;
end;

procedure TForm1.Ozgaruvchankoeffisientli1Click(Sender: TObject);
begin
form6.ShowModal;
end;

procedure TForm1.Yordam1Click(Sender: TObject);
begin
form7.ShowModal;
end;

procedure TForm1.FormActivate(Sender: TObject);
var s:string;
begin
s:=application.ExeName;
delete(s,length(s)-11,12);
webbrowser1.Navigate(s+'madcalma1.swf');
end;

end.

unit Unit2;

interface

```

uses

Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,  
ExtCtrls, StdCtrls, AxCtrls, OleCtrls, DBOleCtl, SHDocVw;

type

```
TForm2 = class(TForm)
  Panel1: TPanel;
  Panel2: TPanel;
  Splitter1: TSplitter;
  Label1: TLabel;
  Label2: TLabel;
  Label3: TLabel;
  Label4: TLabel;
  Panel3: TPanel;
  WebBrowser1: TWebBrowser;
  procedure Label1MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,
    Y: Integer);
  procedure Label2MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,
    Y: Integer);
  procedure Label3MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,
    Y: Integer);
  procedure Label4MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,
    Y: Integer);
  procedure Label1Click(Sender: TObject);
  procedure Label2Click(Sender: TObject);
  procedure Label3Click(Sender: TObject);
  procedure Label4Click(Sender: TObject);
private
  { Private declarations }
public
  { Public declarations }
end;
```

var

```
Form2: TForm2;
```

implementation

```
{ $R *.DFM }
```

```
procedure TForm2.Label1MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,
  Y: Integer);
var i: byte;
begin
  i:=0;
  if i<>1 then
  begin
    panel3.Caption:=label1.Caption+' haqida';
    i:=1;
  end;
```

end;

```
procedure TForm2.Label2MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,
  Y: Integer);
var i: byte;
begin
  i:=0;
  if i<>1 then
```

```

begin
panel3.Caption:=label2.Caption+' haqida';
i:=1;
end;
end;
procedure TForm2.Label3MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,
Y: Integer);
var i:byte;
begin
i:=0;
if i<>1 then
begin
panel3.Caption:=label3.Caption+' haqida';
i:=1;
end;
end;
end;

procedure TForm2.Label4MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,
Y: Integer);

var i:byte;
begin
i:=0;
if i<>1 then
begin
panel3.Caption:=label4.Caption+' haqida';
i:=1;
end;
end;
end;

procedure TForm2.Label1Click(Sender: TObject);
var
s:string;
begin
s:=application.ExeName;
delete(s,length(s)-11,12);
webbrowser1.Navigate(s+'parabolik.htm');

end;

procedure TForm2.Label2Click(Sender: TObject);
var
s:string;
begin
s:=application.ExeName;
delete(s,length(s)-11,12);
webbrowser1.Navigate(s+'Tur_func.htm');
end;

procedure TForm2.Label3Click(Sender: TObject);
var
s:string;
begin
s:=application.ExeName;
delete(s,length(s)-11,12);
webbrowser1.Navigate(s+'oshkor1.htm');
end;

procedure TForm2.Label4Click(Sender: TObject);
var

```

```

s:string;
begin
s:=application.ExeName;
delete(s,length(s)-11,12);
webbrowser1.Navigate(s+'oshkormas.htm');

end;

end.

unit Unit3;

interface

uses
Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
StdCtrls, ExtCtrls, AxCtrls, OleCtrls, DBOleCtl,ShellAPI, SHDocVw,
TeeProcs, TeEngine, Chart, Series, Buttons, ExtDlgs;
const nn=100; sigma=0.5;
type
TForm3 = class(TForm)
Panel1: TPanel;
Panel2: TPanel;
Panel3: TPanel;
Label1: TLabel;
Label3: TLabel;
Label4: TLabel;
Panel4: TPanel;
Label2: TLabel;
Label5: TLabel;
Label6: TLabel;
WebBrowser1: TWebBrowser;
Label7: TLabel;
Label8: TLabel;
Chart1: TChart;
Series1: TLineSeries;
Series2: TLineSeries;
BitBtn1: TBitBtn;
SavePictureDialog1: TSavePictureDialog;
procedure Label3Click(Sender: TObject);
procedure FormActivate(Sender: TObject);
procedure Label5Click(Sender: TObject);
procedure Label4Click(Sender: TObject);
procedure Label6Click(Sender: TObject);
procedure Label7Click(Sender: TObject);
procedure Label8Click(Sender: TObject);
procedure BitBtn1Click(Sender: TObject);
private
{ Private declarations }
public
{ Public declarations }
end;

var
Form3: TForm3;
ff:textfile;
s:string;

implementation

```

```

uses Unit4, Unit8;

{$R *.DFM}

procedure TForm3.Label3Click(Sender: TObject);
var
  s:string;
begin
  chart1.Visible:=false;
  form3.Width:=715;
  form3.Height:=450;
  form3.Position:=poScreenCenter;
  s:=application.ExeName;
  delete(s,length(s)-11,12);
  webbrowser1.Navigate(s+'oshkor_1.htm');
end;

procedure TForm3.Label5Click(Sender: TObject);

begin
  chart1.Visible:=false;
  form3.Width:=715;
  form3.Height:=450;
  form3.Position:=poScreenCenter;
  s:=application.ExeName;
  delete(s,length(s)-11,12);
  webbrowser1.Navigate(s+'oshkor_3.htm');
end;

procedure TForm3.Label4Click(Sender: TObject);

var
  n,t,i,j:integer;
  h,tao:real;
  y:array[0..nn,0..nn] of real;
  function f(i,j:integer):real;
  begin
    f:=2*j*tao-2;
  end;

  function f0(i:integer):real;
  begin
    f0:=sqr(i*h);
  end;

begin
  n:=strtoint(inputbox('Boshlang`ich ma`lumotni kiritish...','Qadamlar soni n ni kiriting','0'));
  t:=strtoint(inputbox('Boshlang`ich ma`lumotni kiritish...','Vaqt bo`yicha qadamlar soni t ni kiriting','0'));
  h:=1/n;
  tao:=1/t;
  assignfile(ff,'natija.txt');
  rewrite(ff);
  for i:=0 to n do
  begin
    y[i,0]:=f0(i);
    y[n,i]:=sqr(i*tao)+1;
    y[0,i]:=sqr(i*tao);
  end;
  for j:=0 to 3 do
  for i:=1 to n-1 do

```

```

    y[i,j+1]:=tao*(f(i,j)+(y[i+1,j]-2*y[i,j]+y[i-1,j])/(h*h))+y[i,j];
  for j:=1 to 3 do
  begin
  writeln(ff,t='j,' da', ' tao=',tao:5:5);
  writeln(ff,x aniq yechim taqribiy yechim xatolik');
  i:=0;
  repeat
  writeln(ff,(i*h):3:2, ' ',y[i,j]:5:5, ' ',(sqr(j*tao)+sqr(i*h)):5:5, ' ',(y[i,j]-(sqr(j*tao)+sqr(i*h))):4:6);
  i:=i+10;
  until i>100; end;
  closefile(ff);
  if MessageDlg('Natija ekranga chop qilinsinmi?',
  mtConfirmation, [mbYes, mbNo], 0) = mrYes then
  begin
  form4.RichEdit1.Lines.LoadFromFile('natija.txt');
  form4.ShowModal;
  end else
  showmessage('Natija natija.txt fayliga yozildi!');

series1.Clear;
series2.Clear;

t:=70;
j:=2;
for i:=10 to nn do

begin series1.AddXY(i,(sqr(j*tao)+sqr(i*h)),",clBlue);
series2.AddXY(i,y[i,j]),",clRed); end;
end;

procedure TForm3.Label6Click(Sender: TObject);
var
tt,i,t:integer;
y,y1:array[0..nn] of real;
n,h,tao:real;
function f(i:integer):real;
begin
f:=0;
end;
function f0(i:integer):real;
begin
f0:=exp((i*h)+(t*tao));
end;
begin
n:=strtoint(inputbox('Boshlang`ich ma`lumotni kiritish...','Qadamlar soni n ni kiriting','0'));
tt:=strtoint(inputbox('Boshlang`ich ma`lumotni kiritish...','Vaqt bo`yicha qadamlar soni t ni kiriting','0'));
assignfile(ff,'3_natija.txt');
rewrite(ff);
h:=1/n;
tao:=1/tt;
for t:=1 to 100 do
begin
for i:=1 to nn do y[i]:=f0(i);
y[nn]:=exp(1+t*tao);
y[0]:=(sigma-1)*exp(tao*t);
for i:=1 to nn-1 do
begin
y1[i]:=tao*(f(i)+(y[i+1]-2*y[i]+y[i-1])/(h*h))+y[i];
end;
for i:=1 to nn-1 do begin y[i]:=y1[i]; end;

```

```

if t<4 then
begin
  writeln(ff,'t=',t,' da',' tao=',tao:5:5);
  writeln(ff,'x taqribiy yechim aniq yechim xatolik');
  i:=1;

  repeat
  writeln(ff,i*h:2:2,' y[i]:2:7,' ',exp((i*h)+(t*tao)):2:7, ' ',(y[i]-exp((i*h)+(t*tao))):2:7);
  i:=i+1;
  until i>90;
end;
end;
closefile(ff);
if MessageDlg('Natija ekranga chop qilinsinmi?',
  mtConfirmation, [mbYes, mbNo], 0) = mrYes then
begin
  form4.RichEdit1.Lines.LoadFromFile('3_natija.txt');
  form4.ShowModal;
end else
showmessage('Natija 3_natija.txt fayliga yozildi!');
t:=2;
series1.Clear;
series2.Clear;
for i:=10 to mn do
begin series1.AddXY(i,exp((i*h)+(t*tao)),'clBlue);
series2.AddXY(i,y[i],'clRed); end;

end;

procedure TForm3.Label7Click(Sender: TObject);
begin
chart1.Visible:=true;
end;

procedure TForm3.Label8Click(Sender: TObject);
begin
chart1.Visible:=true;
end;

procedure TForm3.BitBtn1Click(Sender: TObject);
begin
if SavePicturedialog1.Execute then
chart1.SaveToBitmapFile(SavePicturedialog1.FileName+'.jpg');
end;

end.

unit Unit5;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
  StdCtrls, ExtCtrls, AxCtrls, OleCtrls, DBOleCtl,Shellapi, SHDocVw,
  TeEngine, Series, TeeProcs, Chart, Buttons, ExtDlgs;
const nN=100;
type
  TForm5 = class(TForm)
    Panel1: TPanel;
    Panel2: TPanel;

```

```

Panel3: TPanel;
Panel4: TPanel;
Label1: TLabel;
Label3: TLabel;
Label4: TLabel;
Label2: TLabel;
Label5: TLabel;
Label6: TLabel;
WebBrowser1: TWebBrowser;
Chart1: TChart;
Series1: TLineSeries;
Series2: TLineSeries;
Label7: TLabel;
Label8: TLabel;
BitBtn1: TBitBtn;
SavePictureDialog1: TSavePictureDialog;
procedure Label3Click(Sender: TObject);
procedure Label5Click(Sender: TObject);
procedure Label4Click(Sender: TObject);
procedure Label6Click(Sender: TObject);
procedure Label8Click(Sender: TObject);
procedure Label7Click(Sender: TObject);
procedure BitBtn1Click(Sender: TObject);
private
  { Private declarations }
public
  { Public declarations }
end;

var
  Form5: TForm5;
  fff,aa:textfile;
  s:string;
implementation

uses Unit3, Unit4;

{$R *.DFM}

procedure TForm5.Label3Click(Sender: TObject);
begin
  form5.Width:=715;
  form5.Height:=450;
  form5.Position:=poScreenCenter;
  s:=application.ExeName;
  delete(s,length(s)-11,12);
  webbrowser1.Navigate(s+'oshkormas_1.htm');
end;

procedure TForm5.Label5Click(Sender: TObject);
begin
  form5.Width:=715;
  form5.Height:=450;
  form5.Position:=poScreenCenter;
  s:=application.ExeName;
  delete(s,length(s)-11,12);
  webbrowser1.Navigate(s+'oshkormas_3.htm');
end;

```

```

procedure TForm5.Label4Click(Sender: TObject);

var
  ALFA,Beta:array[1..nn] of real;
  Y:array[1..nn,0..nn] of real;
  Ai,Bi,Ci,Fi,YY,tao,h,Mu1,Mu2,
  sigma,Kci1,Pci1,Kci2,Pci2:real;
  n,t,i,j:integer;
Function f(i,j:integer):real;
begin
  f:=2*j*tao-2;
end;
Function F0(i:integer):real;
begin
  F0:=Sqr(i*h);
end;

Begin
n:=strtoint(inputbox('Boshlang`ich ma`lumotni kiritish...','Qadamlar soni n ni kiriting','0'));
t:=strtoint(inputbox('Boshlang`ich ma`lumotni kiritish...','Vaqt bo`yicha qadamlar soni t ni kiriting','0'));
sigma:=strtofloat(inputbox('Boshlang`ich ma`lumotni kiritish...','Sigma qiymatini kiriting','0'));
assignfile(fff,'natija1.txt');
Rewrite(fff);
  h:=1/N;
  Tao:=1/t;
  For i:=1 to N do Y[i,0]:=F0(i);
  For j:=1 to 3 do
  Begin
    Mu1:=Sqr(j*tao);    Mu2:=Sqr(j*tao)+1;
    Kci1:=0;    Pci1:=Mu1;
    Kci2:=0;    Pci2:=Mu2;
    Alfa[1]:=Kci1; Beta[1]:=Pci1;
    Ai:=1/(h*h);
    Bi:=1/(h*h);
    Ci:=Ai+Bi+1/tao;
    For i:=1 to N-1 do
      Begin
        Fi:=f(i,j-1)+y[i,j-1]/tao;
        Alfa[i+1]:=Bi/(Ci-Alfa[i]*Ai);
        Beta[i+1]:=(Ai*Beta[i]+Fi)/(Ci-Alfa[i]*Ai);
      end;
    Y[n,j]:=(Pci2+Kci2*Beta[n])/(1-Kci2*Alfa[n]);
    For i:=N-1 downto 1 do
      Y[i,j]:=Alfa[i+1]*Y[i+1,j]+Beta[i+1];
    i:=0;
  writeln(fff,t='j,' da',' tao=',tao:5:5);
  writeln(fff,'x aniq yechim taqribiy yechim xatolik');
  repeat
    YY:=Sqr(j*tao)+Sqr(i*h);
    Writeln(fff,i*h:1:2,' ',Y[i,j]:2:5,' ',YY:2:5,' ',Y[i,j]-YY:2:7);
    i:=i+10;
  until i>100;
  End;
Closefile(fff);
if MessageDlg('Natija ekranga chop qilinsinmi?',
  mtConfirmation, [mbYes, mbNo], 0) = mrYes then
begin
  form4.RichEdit1.Lines.LoadFromFile('natija1.txt');
  form4.ShowModal;
end else

```

```

showmessage('Natija natija1.txt fayliga yozildi!');

series1.Clear;
series2.Clear;

t:=70;
j:=2;
for i:=10 to mn do

begin series1.AddXY(i,(sqr(j*tao)+sqr(i*h)),"clBlue);
series2.AddXY(i,y[i,j],"clRed); end;

end;

procedure TForm5.Label6Click(Sender: TObject);
var
alfa,betta:array[1..nn] of real;
Y:array[0..nn,0..nn] of real;
sigma,r,a,b,c,fi,yy,tao,h,mu1,mu2,kci1,kci2,pci1,pci2:real;
n,tt,i,j:integer;

function f(i,t:integer):real;
begin
f:=0;
end;
function f0(i,t:integer):real;
begin
f0:=exp((i*h)+(t*tao));
end;

begin
n:=strtoint(inputbox('Boshlang`ich ma`lumotni kiritish...','Qadamlar soni n ni kiriting','0'));
tt:=strtoint(inputbox('Boshlang`ich ma`lumotni kiritish...','Vaqt bo`yicha qadamlar soni t ni kiriting','0'));
sigma:=strtofloat(inputbox('Boshlang`ich ma`lumotni kiritish...','Sigma qiymatini kiriting','0'));

assignfile(aa,'is1_nat.txt');
rewrite(aa);
h:=1/n;
tao:=1/tt;
r:=1/(2*tao+2*tao*h*sigma+h*h);
for i:=1 to n do y[i,0]:=f0(i,0);
for j:=1 to n do
begin
mu1:=(sigma-1)*exp(tao*j);
mu2:=exp(1+j*tao);
kci1:=2*tao*r;
pci1:=r*(sqr(h)*y[0,j-1]+2*tao*h*mu1+h*f(0,j)/2);
kci2:=0; pci2:=mu2;
alfa[1]:=kci1; betta[1]:=pci1;
a:=1/(h*h);
b:=1/(h*h);
c:=a+b+1/tao;
for i:=1 to n-1 do
begin
fi:=f(i,j)+y[i,j-1]/tao;
alfa[i+1]:=b/(c-alfa[i]*a);
betta[i+1]:=(a*betta[i]+fi)/(c-alfa[i]*a);
end;
y[n,j]:=(pci2+kci2*betta[n])/(1-kci2*alfa[n]);
for i:=n-1 downto 1 do

```

```

begin
  y[i,j]:=alfa[i+1]*y[i+1,j]+beta[i+1];
end;
y[0,j]:=kci1*y[1,j]+pci1;
if j<4 then
begin
writeln(aa,t='j,' tao=',tao:2:2);
writeln(aa,x ',taqribiy yechim aniq yechim xatolik');
i:=10;
repeat
writeln(aa,i*h:2:2,' ,y[i,j]:2:7,' ',exp((i*h)+(j*tao)):2:7,' ',(y[i,j]-exp((i*h)+(j*tao))):2:7);
i:=i+10;
until i>100;
end;
end;
closefile(aa);
if MessageDlg('Natija ekranga chop qilinsinmi?',
  mtConfirmation, [mbYes, mbNo], 0) = mrYes then
begin
  form4.RichEdit1.Lines.LoadFromFile('is1_nat.txt');
  form4.ShowModal;
end else
  showmessage('Natija is1_nat.txt fayliga yozildi!');
series1.Clear;
series2.Clear;
j:=2;
for i:=10 to mn do

begin series1.AddXY(i,(exp((i*h)+(j*tao))),",clBlue);
  series2.AddXY(i,y[i,j],"clRed); end;
end;

procedure TForm5.Label8Click(Sender: TObject);
begin
chart1.Visible:=true;
end;

procedure TForm5.Label7Click(Sender: TObject);
begin
chart1.Visible:=true;
end;

procedure TForm5.BitBtn1Click(Sender: TObject);
begin
if SavePicturedialog1.Execute then
chart1.SaveToBitmapFile(SavePicturedialog1.FileName+'.jpg');
end;
end.
unit Unit6;
interface
uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
  StdCtrls, ExtCtrls, AxCtrls, OleCtrls, DBOleCtl,Shellapi, SHDocVw,
  TeEngine, Series, TeeProcs, Chart, ExtDlgs;
Const T2=1; Sigma=0.5;
type
TForm6 = class(TForm)
  Panel1: TPanel;
  Panel3: TPanel;
  Label1: TLabel;

```

```

Label3: TLabel;
Label4: TLabel;
Panel2: TPanel;
WebBrowser1: TWebBrowser;
Chart1: TChart;
Series1: TLineSeries;
Series2: TLineSeries;
Label2: TLabel;
Label8: TLabel;
Button1: TButton;
SavePictureDialog1: TSavePictureDialog;
procedure Label4Click(Sender: TObject);
procedure Label3Click(Sender: TObject);
procedure FormActivate(Sender: TObject);
procedure Label8Click(Sender: TObject);
procedure Button1Click(Sender: TObject);
private
  { Private declarations }
public
  { Public declarations }
end;
var
  Form6: TForm6;
  fff:textfile;
  s:string;
implementation

uses Unit4, Unit3;

{$R *.DFM}

procedure TForm6.Label4Click(Sender: TObject);
Var
  Y:array[0..100,0..100] of real;
  Alfa,Beta:array[1..100] of real;
  Ai,Bi,Ci,Fi, h,tao,yy,kci1,kci2,pci1,pci2:real;
  n,nt,i,t:integer;
function f(i,t:integer):real; Begin  f:=1-exp(i*h)*(i*h+1+t*tao); end;
function k(i,t:integer):real; Begin  k:=i*h+t*tao;          end;
function a(i:integer):real; Begin  a:=(k(i-1,t)+k(i,t))/2;  end;
function F0(i:integer):real; Begin  f0:=Exp(i*h);          end;
function Mu1(t:integer):real; Begin  MU1:=t*tao+1;        end;
function Mu2(t:integer):real; Begin  MU2:=exp(1)+t*tao;   end;
Begin
n:=strtoint(inputbox('Boshlang`ich ma`lumotni kiritish...','Qadamlar soni n ni kiriting','0'));
nt:=strtoint(inputbox('Boshlang`ich ma`lumotni kiritish...','Vaqt bo`yicha qadamlar soni t ni kiriting','0'));
assignfile(fff,'nat_uzg.txt');  rewrite(fff);
  h:=1/N;      tao:=T2/Nt;
  kci1:=0;    Kci2:=0;
for i:=1 to N do y[i,0]:=f0(i);
for t:=1 to Nt do
  Begin
    Pci1:=mu1(t);      Pci2:=MU2(t);
    Alfa[1]:=kci1;    Beta[1]:=Pci1;
  For i:=1 to N-1 do
    Begin
      Ai:=sigma*tao*a(i)/sqr(h);
      Bi:=sigma*tao*a(i+1)/sqr(h);
      Ci:=Ai+Bi+1;
      Fi:=(1-tao/sqr(h)*(1-sigma)*(a(i)+a(i+1)))*y[i,t-1]

```

```

+tao/sqr(h)*(1-sigma)*(a(i)*y[i-1,t-1]+a(i+1)*y[i+1,t-1])+f(i,t-1)*tao;
Alfa[i+1]:=Bi/(Ci-Alfa[i]*Ai);
Beta[i+1]:=(Ai*Beta[i]+Fi)/(Ci-Alfa[i]*Ai);
End;
Y[N,t]:=(Pci2+Kci2*Beta[N])/(1-Kci2*Alfa[N]);
For i:=N-1 downto 0 do Y[i,t]:=Alfa[i+1]*y[i+1,t]+Beta[i+1];
if (t=10) or (t=50) or (t=100) then
Begin
i:=0;
Writeln(fff,'t=',t,' x Taqr.yechim Aniq yechim Xatolik ');
repeat
yy:=Exp(i*h)+t*tao;
Writeln(fff,t*tao:1:4,' ',i*h:1:2,' ',Y[i,t]:2:6,' ',yy:2:6,' ',Y[i,t]-yy:2:6);
i:=i+10;
until i>100;
end;
End;Closefile(fff);
if MessageDlg('Natija ekranga chop qilinsinmi?',
mtConfirmation, [mbYes, mbNo], 0) = mrYes then
begin
form4.RichEdit1.Lines.LoadFromFile('nat_uzg.txt');
form4.ShowModal;
end else
showmessage('Natija nat_uzg.txt fayliga yozildi!');

series1.Clear;
series2.Clear;

t:=10;
for i:=10 to nn do

begin series1.AddXY(i,(Exp(i*h)+t*tao),"clBlue);
series2.AddXY(i,y[i,t],"clRed); end;

end;

procedure TForm6.Label3Click(Sender: TObject);
begin
form6.Width:=715;
form6.Height:=450;
form6.Position:=poScreenCenter;
s:=application.ExeName;
delete(s,length(s)-11,12);
webbrowser1.Navigate(s+'uzgaruvchan.htm');
end;

procedure TForm6.Label8Click(Sender: TObject);
begin
chart1.Visible:=true;
end;

procedure TForm6.Button1Click(Sender: TObject);
begin
if SavePicturedialog1.Execute then
chart1.SaveToBitmapFile(SavePicturedialog1.FileName+'.jpg');
end;

End.

```