

Қўлёзма ҳуқуқида
УДК 681.3

НАЗИРОВА ЭЛМИРА ШОДМОНОВНА

**НЕФТ-ГАЗ КОНЛАРИ КЎРСАТКИЧЛАРИНИ АНИҚЛОВЧИ
АВТОМАТЛАШТИРИЛГАН ТИЗИМНИНГ МАТЕМАТИК ВА
ДАСТУРИЙ ТАЪМИНОТИ**

05.13.11 – Ҳисоблаш машиналари, мажмуалари ва компьютер тармоқларининг
математик ва дастурий таъминоти

Техника фанлари номзоди илмий
даражасини олиш учун тақдим этилган диссертация

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т И

Иш Тошкент ахборот технологиялари университетида бажарилган

Илмий раҳбар - физика-математика фанлари доктори,
академик **Абуталиев Фарадей Басирович**

Расмий оппонентлар: техника фанлари доктори
Равшанов Нормухаммад

техника фанлар номзоди, доцент
Ходиев Шухрат Илхомович

Етакчи ташкилот - Тошкент давлат техника университети

Ҳимоя Тошкент ахборот технологиялари университети ҳузуридаги Д.001.25.01 рақамли ихтисослашган кенгашнинг «___» _____ 2012 й. соат ___ да ўтадиган мажлисида бўлади. Манзил: 100202, Ташкент ш., А.Темур кўчаси, 108.

Диссертация билан Тошкент ахборот технологиялари университетининг кутубхонасида танишиш мумкин.

Автореферат «___» _____ 2012 йилда тарқатилди.

Ихтисослашган кенгаш илмий котиби

Зайнидинов Х.Н.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ УМУМИЙ ТАСНИФИ

Мавзунинг долзарблиги. Ўзбекистон Республикаси иқтисодининг жадал ривожланишида нефт-газ саноати муҳим аҳамиятга эга. Шунга кўра аниқ бир нефт-газ объектининг ишлашини математик моделлаштиришда илмий асосланган усуллардан фойдаланиб ҳисоблаш тажрибаларини ўтказиш учун нефт ва газ қатламларида уларнинг ностандарт ҳаракатланиш жараёнини тадқиқ қилиш ва улардан самарали фойдаланишнинг муаммога йўналтирилган автоматлаштирилган тизимларини яратиш муҳим омил бўлиб хизмат қилади.

Ҳовак муҳитларда ҳар хил физик ҳолатга эга бўлган кўп фазали суюқликлар ностандарт филтрланиш жараёнини лойиҳалаш, башорат қилиш ва нефт-газ конлари ишлашини таҳлил қилиш муаммоси катта қизиқиш уйғотади, нимагаки, математик моделлаштириш усуллари муваффақиятли қўлланилади, чунки унинг интеллектуал ядроси бўлган учлик, яъни «модель-алгоритм-дастур» кўринишида эканлигидадир. Бу учлик объект билан бирлаштирилса, натижада қуйидаги занжирни “объект-модель-алгоритм-дастур-ҳисоблаш тажрибаси” ҳосил қилиш мумкин.

Диссертация ишининг тадқиқот объекти – нефт –газ конлари ишлашини башорат ва таҳлил қилишнинг автоматлаштирилган тизими учун математик ва дастурий таъминотини яратишдир. Кўп фазали суюқликларнинг ҳовак муҳитда оқиб ўтишининг математик модели хусусий хосилага эга бўлган бошланғич ва чегаравий шартларни қаноатлантирувчи нозизиқли дифференциал тенгламалар тизимига келади, уларнинг аналитик ечимини топиш ҳар доим ҳам мумкин бўлавермайди. Бундай ҳолларда муаммога йўналтирилган автоматлаштирилган тизимни яратиш учун назарий асос бўлган мос сонли усуллар ва алгоритмларга асосланган дастурий таъминотни ишлаб чиқиш керак бўлади.

Ҳозирги вақтда ишлаб чиқариш саноатининг тармоқлари учун дастурий таъминотни яратиш долзарб ҳисобланади. Компьютер технологияларини ривожлантириш учун асосий маблағ – алгоритм ва дастурларни яратишга сарфланади. Ҳозирги вақтда чуқур илмий салоҳиятсиз ҳовак муҳитларда ностандарт жараёнларни тадқиқот қилиш, қўйилган масалаларни ечиш ва уларнинг математик моделларини куриш, ҳамда унга мос дастурий маҳсулотларни яратиш бўлмайди. Компьютерда масалаларни ечиш, уларнинг физик ва математик моделларини тадқиқ қилиш, масалаларни ечиш усулларини қайта ишлаш, унга мос алгоритм ва дастурларни яратиш, ҳамда олинган натижаларни текшириш ва таҳлил қилиш катта ҳажм талаб этади. Тизимли дастурни яратиш – жуда ҳам мураккаб жараён бўлиб, кўп меҳнат талаб этади ва у қуйидаги жараёнлардан ташкил топади: ечиладиган масалалар синфларининг тавсифи; ечиладиган масалалар синфининг алгоритмларини модулли таҳлили; кирувчи дастурий тилларни қайта ишлаш (мураккаб тармоқлар учун муаммога йўналтирилган тизим); функционал ва модулли тизимларни яратиш тизимлари; соловчи ва тестловчи модуллар ва унга тўла мос келувчи муаммога йўналтирилган тизимлар; тизимларни текшириш ва уларнинг ишончилигини таъминлаш. Ҳар бир юқорида кўрсатилган жараёнларни амалга ошириш учун мос усуллар ва дастурий технологиялар қўлланилади.

Шунга кўра, математик моделлар, самарали алгоритмлар ва уларнинг базаларида муаммога йўналтирилган дастурий комплексларни ишлаб чиқиш, турли соҳалар учун масалалар тўпламини ечишга мўлжалланган тизимлар яратиш- замонавий ахборот технологиялар, ҳамда фундаментал ва амалий илмий тадқиқотлар учун марказий йўналиш ҳисобланиб, илмий ишнинг долзарблигини белгилайди.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Сўнги вақтларда фанлардаги кенг кўламли ўзгаришлар ғовак муҳитларда суюқликлар филтрланиш масалаларини ечишда автоматлаштиришга эришилди. А.А.Дородницин, А.Н.Тихонов, А.А.Самарский, Н.Н.Яненко, Г.И.Марчук, Ф.Б.Абуталиев ва бошқа бир қатор олимлар томонидан филтрация чегаравий масалаларини ечиш учун етарлича асосланган сонли усуллар ва улар сонли моделларини яратишга муваффақ бўлинди. Модулли принципга асосланган айрим чегаравий масалаларни ечишни автоматлаштириш муаммолари В.К.Кабулов, А.Н.Коновалов, В.Л.Рвачев, А.Н.Шевченко, А.А.Самарский, Н.Н.Яненко ва бошқа олимлар ишларида келтириб ўтилган. Юқорида номлари зикр этилган муаллифлар ишларида икки ва уч фазали суюқлик ва газларнинг ғовак муҳитларда стационар бўлмаган филтрланиш жараёни учун икки ўлчамли масалаларни ечиш тўлиқ қаралмаган.

Диссертация ишининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация иши Тошкент ахборот технологиялари университетининг «Олий математика» кафедрасида 01.07.2007-31.12.2011 йилларда Ўзбекистон республикаси Вазирлар маҳкамаси қошидаги илмий ишларни мувофиқлаштириш давлат комитети томонидан берилган №БВ-Ф1-018 «Мураккаб тизимларни математик моделини амалга ошириш ва қайта ишлаш, ҳамда ноаниқ маълумотларда уларни бошқариш» мавзусида бажарилган.

Тадқиқот мақсади. Ҳисоблаш алгоритмларини қайта ишлаш ва унинг асосида нефт-газ конлари асосий кўрсаткичларини ҳисобловчи автоматлаштирилган тизимнинг математик ва дастурий таъминотини яратиш.

Тадқиқот вазифалари. Қўйилган мақсадни амалга ошириш учун қуйидаги вазмфаларни бажариш талаб этилади:

- ғовак муҳитларда кўп фазали суюқликларнинг ностационар филтрланиш жараёнини тадқиқ қилиш, чегаравий масалаларини қуриш ва қулай ишлатиладиган алгоритмларни ишлаб чиқиш;
- модулли таҳлил базаси асосида ғовак муҳитларда кўп фазали суюқликларнинг ностационар филтрланиш жараёнлари масаласини ечиш алгоритмининг дастурлаш жараёнини формаллаштириш;
- нефт – газ қатламларининг информацион моделини қуриш методикасини ишлаб чиқиш ва кўп фазали суюқликлар филтрланиш қатламини характерловчи маълумотлар базасини қуриш;
- автоматлаштирилган тизимининг функционал ва бошқарув модулларини ишлаб чиқиш, фойдаланувчи интерфейси ва автоматлаштирилган тизимларнинг дастурий таъминотини тестловчи усулларини яратиш;

- ғовак мухитларда икки (нефт-газ) ва уч (газ-нефт- сув) фазали суюқликлар ностандарт филтрланиши жараёнинг математик модели, алгоритм ва дастурий таъминотнинг адекватлигини тадқиқ қилиш бўйича ҳисоблаш тажрибаларини ўтказиш.

Тадқиқот объекти ва предмети. Тадқиқот объекти – ғовак мухитларда кўп фазали суюқликларнинг филтрланиши. Тадқиқот предмети – ғовак мухитларда кўп фазали газлар ва суюқликлар филтрланишининг ностандарт жараёнларини тадқиқ қилиш учун муаммога йўналтирилган дастурий тизимни яратиш.

Тадқиқот методлари. Диссертация ишида ҳисоблаш математикаси, математик моделлаштириш ва дастурий тизимни тестлаш усулларидан фойдаланилган.

Тадқиқот фарази. Ишлаб чиқилган алгоритм ва дастурий тизим ғовак мухитда суюқликларнинг ностационар филтрланиш жараёнининг мураккаб масаларини ечиш самдорлигини оширади ва уни автоматлаштириш имконини беради. Бундан ташқари нефт – газ конлари асосий кўрсаткичларини ҳисоблашнинг автоматлаштирилган тизимларини лойихалаш учун асос бўлиб хизмат қилади.

Ҳимояга олиб чиқиладиган асосий ҳолатлар:

- Ғовак мухитларда кўп фазали суюқликлар ностационар филтрланиш жараёнини сонли моделлаштириш ва ҳисоблаш алгоритмларини яратиш, ҳамда уларни ШЭХМда амалга ошириш.
- Ғовак мухитларда кўп фазали суюқликлар филтрланиш масаласини ечиш учун формаллашган дастурлаш жараёнининг методикасини ва қатлам характеристикаси, ҳамда филтрация соҳаси конфигурацияси ҳақида маълумотлар базасини яратиш.
- Нефт – газ конлари ишлашининг асосий кўрсаткичларини ҳисоблашнинг автоматлаштирилган тизими учун алгоритм ва дастурий таъминотини, муаммога йўналтирилган тизим ва улар модулларини тестлаш методикасини, ҳамда ундан фойдаланиш қўлланмасини яратиш.
- Ишлаб чиқилган муаммога йўналган тизимнинг алгоритмлар ва дастурий таъминотнинг корректлиги ва самаралилигини, ҳамда ҳаққонийлигини боҳолаш учун ҳисоблаш тажрибаларини ташкил қилиш методикасини яратиш.

Илмий янгилиги. Ҳисоблаш алгоритмлари, лойихалаш усуллари ҳамда ғовак мухитларда кўп фазали суюқликлар ностационар филтрланиш жараёнларини тадқиқ қилиш учун муаммога йўналтирилган тизимни яратиш.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқотнинг илмий аҳамияти - ғовак мухитларда кўп фазали суюқликлар филтрланиши масаласини ечишнинг ҳисоблаш алгоритминини ишлаб чиқиш, ҳамда замонавий дастурлаш технологияси базалари асосида муаммога йўналтирилган дастурий тизимини яратиш. Тадқиқотнинг амалий аҳамияти – нефт-газ конлари ишлашининг асосий кўрсаткичларни башорат қилишнинг тезкор қатор

ҳисоблаш тажрибаларини ўтказиш учун махсус математик ва дастурий таъминотни тавсия этиш.

Натижаларнинг жорий қилиниши. Қулай дастурий тизим ва ҳисоблашлар учун яратилган қўлланма мавжуд нефт-газ конларини қазитишни тадқиқ қилишда қўлланилади. Назарий қисм ва олинган натижалардан математик моделлаштириш ва ахборот тизимлари йўналишидаги магистр ва бакалавриатура талабаларини ўқитишда фойдаланиш мумкин. “Ғовак муҳитларда кўп фазали суюқликлар ностационар филтрланиш жараёнини математик моделлаштириш учун дастурий воситалар мажмуаси” “Муборак нефт-газ” ташкилотда расмийлаштирилган ва тегишли ҳужжат олинган.

Ишнинг синовдан ўтиши (апробацияси). Диссертация ишининг асосий натижалари қуйидаги халқаро ҳамда республика миқёсидаги илмий анжуманларда маъруза ва муҳокама қилинган: Республика илмий-техник конференцияси “Информационно-коммуникационные технологии в области обучения, науке и промышленности и их интегрирование” (Ташкент, 2005); Республика илмий-техник конференцияси “Информационно-коммуникационные технологии в обучении и науке” (Ташкент, 2006); Халқаро илмий конференцияси “Проблемы развития информационно-коммуникационных технологий и подготовка кадров” (Ташкент, 2009); Халқаро илмий-техник конференцияси “Современные техника и технологии горно-металлургической отрасли и пути их развития” (Навои, 2010); ТАТУ «Олий математика» кафедрасида семинар (Ташкент, 2006-2012); Республика илмий-амалий конференцияси “Халқ хўжалиги тармоқларида жараёнларни математик моделлаштириш ва бошқариш муаммолари” (Карши, 2011); Республика илмий-техник конференцияси “Современное состояние и перспективы развития информационных технологий” (Ташкент, 2011); Республика илмий-услубий конференцияси “Современные информационные технологии в телекоммуникации и связи” (Ташкент, 2011).

Натижаларни эълон қилинганлиги. Диссертация иши бўйича 9 та илмий ишлар, жумладан 3 та илмий журналларда мақолалар, ҳамда 6 та халқаро ва республика илмий-амалий конференция материалларида чоп этилган, шунингдек Ўзбекистон Республикаси интеллектуал мулк агентлиги томонидан яратилган дастурнинг расмий рўйхатдан ўтказилганлиги тўғрисидаги гувоҳнома олинган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация иши кириш, тўртта боб, ҳамда уларга хулосалар, умумий хулоса ва 137 номдаги фойдаланган адабиётлар рўйхатидан ташкил топган. Диссертация ишининг асосий қисми 132 бетдан иборат бўлиб, унда 21 та расм ва 18 та жадвал келтирилган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Диссертациянинг **кириш** қисмида қўйилган мавзунинг долзарблиги, илмий ишнинг мақсади, илмий янгиликлар, тадқиқотнинг илмий ва амалий аҳамияти келтирилган. Диссертациянинг асосий мазмуни қисқача ёритилган.

Биринчи боб диссертация мавзусига оид тадқиқот усулларини, ғовак мухитларда суюқликлар филтрланиш назариясининг математик моделини таҳлил қилиш ва мавжуд ишларни кўриб чиқишга бағишланган.

1.1 бўлимида конлардан нефт-газларни казиб олиш тизимини башорат қилиш ва уларни бошқариш жараёнларини математик моделини куриш муаммолари ўрганилган. Ғовак мухитларда ностандарт кўп фазали филтрланишни ҳисоблаш тадқиқоти ҳақида қисқача маълумот берилган.

Диссертация ишида икки ва уч фазали суюқликларнинг ностационар филтрланиш жараёнини математик моделлаштириш учун биринчи ва иккинчи бобларда филтрация назариясининг қуйидаги асосий тенгламаларидан фойдаланилади.

Боғлиқлик тенгламаси:

$$\text{- нефт фазаси учун} \quad \operatorname{div}\left(\frac{1}{B_o} \vec{v}_o\right) = -\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{1}{B_o} m S_o\right) + q_o, \quad (1)$$

$$\text{- сув фазаси учун} \quad \operatorname{div}\left(\frac{1}{B_w} \vec{v}_w\right) = -\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{1}{B_w} m S_w\right) + q_w, \quad (2)$$

- газ фазаси учун

$$\operatorname{div}\left[\frac{R_s}{B_o} \vec{v}_o + \frac{1}{B_g} \vec{v}_g\right] = -\frac{\partial}{\partial t}\left[m\left(\frac{R_s}{B_o} S_o + \frac{1}{B_g} S_g\right)\right] + q_g + R_s + q_o. \quad (3)$$

Ҳар бир фаза учун ҳаракатланиш тенгламаси:

$$\vec{v}_i = -\frac{KK_{rl}}{\mu_i} (\operatorname{grad} P_i + \gamma_i \operatorname{grad} z). \quad (4)$$

Ҳар бир фаза учун ҳолат тенгламаси:

$$\rho_i = f(P_i). \quad (5)$$

Бу ерда B_o, B_w, B_g - хажм коэффициентлари; $\vec{v}_o, \vec{v}_w, \vec{v}_g$ - филтрланиш тезлиги; S_o, S_w, S_g - нефт, сув ва газнинг тўйинганлиги; q_o, q_w, q_g - q_o, q_w, q_g - қатламнинг бирлик хажмидан вақт бирлигида танланган мос хажмлар; R_s - газнинг нефтга аралашувчанлиги; K - абсолют ўтказувчанлик; K_{rl} - нисбий ўтказувчанлик; μ_i - l - фазага тегишли суюқлик қовушқоқлиги; P_i, ρ_i, γ_i - фазага тегишли босим, зичлик ва солиштирма оғирлик.

Юқоридаги филтрланиш тенгламалардан ташқари, қуйидаги муносабатлардан ҳам фойдаланилади:

$$S_o + S_w + S_g = 1, \quad S_o + S_w = 1, \quad S_o + S_g = 1, \quad (6)$$

$$P_o - P_w = P_{cow} = f(S_w, S_g), \quad P_g - P_o = P_{cog} = f(S_w, S_g). \quad (7)$$

P_{cow} ва P_{cog} - нефт-сув ва нефт-газ тизимлардаги капилляр босим.

Фараз қилинадики, сув ва нефт аралашмайди, массаларини алмаштирмайди ва фазаларини ўзгартирмайди. Газ нефт билан аралашади, сув эса - аралашмайди. Флюидлар қатламда доимий температура остида бўлади ва ҳолати термодинамик мувозанатда бўлади.

1.2 ва 1.3 бўлимларда кўп фазали суюқликларнинг (нефт-сув, нефт-газ и нефт-газ-сув тизимлари учун) математик моделлари асосида уларнинг чегаравий масалалари курилган

Икки ўлчамли нефт-газ-сув тизими учун (1)-(7) тенгламалардан фойдаланиб куйидаги тенгламалар тизимига эга бўламиз.

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial}{\partial x} \left[\lambda_w \left(\frac{\partial P_w}{\partial x} - \gamma_w \frac{\partial z}{\partial x} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\lambda_w \left(\frac{\partial P_w}{\partial y} - \gamma_w \frac{\partial z}{\partial y} \right) \right] = \frac{\partial}{\partial t} (m \rho_w S_w) + q_w; \\ \frac{\partial}{\partial x} \left[\lambda_o \left(\frac{\partial P_o}{\partial x} - \gamma_o \frac{\partial z}{\partial x} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\lambda_o \left(\frac{\partial P_o}{\partial y} - \gamma_o \frac{\partial z}{\partial y} \right) \right] = \frac{\partial}{\partial t} [m \rho_o (1 - S_w - S_g)] + q_o; \\ \frac{\partial}{\partial x} \left[R_s \lambda_o \left(\frac{\partial P_o}{\partial x} - \gamma_o \frac{\partial z}{\partial x} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[R_s \lambda_o \left(\frac{\partial P_o}{\partial y} - \gamma_o \frac{\partial z}{\partial y} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial x} \left[\lambda_g \left(\frac{\partial P_g}{\partial x} - \gamma_g \frac{\partial z}{\partial x} \right) \right] + \\ + \frac{\partial}{\partial y} \left[\lambda_g \left(\frac{\partial P_g}{\partial y} - \gamma_g \frac{\partial z}{\partial y} \right) \right] = \frac{\partial}{\partial t} [m R_s \rho_o (1 - S_w - S_g) + m \rho_g S_g] + R_s q_o + q_g; \\ P_{cow} = P_o - P_w = f_1(S_w, S_g); \\ P_{cog} = P_g - P_o = f_2(S_w, S_g); \\ S_o + S_g + S_w = 1 \end{array} \right. \quad (8)$$

бошланғич ва чегаравий шартлар

$$\left\{ \begin{array}{l} P_o(x, y, 0) = P_o^H(x, y), \quad P_g(x, y, 0) = P_g^H(x, y), \quad P_w(x, y, 0) = P_w^H(x, y), \\ S_o(x, y, 0) = S_o^H(x, y), \quad S_g(x, y, 0) = S_g^H(x, y), \quad S_w(x, y, 0) = S_w^H(x, y), \end{array} \right. \quad (9)$$

$$\frac{\partial P_o}{\partial n} \Big|_{\Gamma} = 0; \quad \frac{\partial P_g}{\partial n} \Big|_{\Gamma} = 0; \quad \frac{\partial P_w}{\partial n} \Big|_{\Gamma} = 0. \quad (10)$$

Иккинчи бобда нефт, газ ва нефтгаз конларини қазиб олишнинг асосий кўрсаткичларини ҳисоблаш схемалари, дискрет моделларини куриш усуллари, ҳамда уни сонли ечимиш алгоритми келтирилган. 2.1 ва 2.2 бўлимларида ғовак мухитларда икки ва уч фазали суюқликлар филтрланиши масаласини ечиш учун ўзгарувчан йўналишлар усули, ҳамда айирмалар схемаси келтирилган. Ғовак мухитларда икки ва уч фазали суюқликлар филтрланиш масаласини ечишнинг ҳисоблаш алгоритмлари келтирилган.

(8) тенгламалар тизимида жами нефт кудуғининг дебити берилган, шунинг учун тенгламани газ фазасига нисбатан босимини топиш учун (8) тенгламини умумлашган ҳолатга келтириш керак. Бунинг учун, куйидаги муносабатлардан фойдаланган ҳолда

$$P_{cow} = P_o - P_w = f_1(S_w, S_g); \quad P_{cog} = P_g - P_o = f_2(S_w, S_g); \quad S_o + S_g + S_w = 1$$

қаралаётган (8) тенгламалар тизимидан мураккаб бўлмаган алмаштиришлардан сўнг куйидаги тенгламага келамиз:

$$\begin{aligned}
& \frac{\mu_o}{\mu_w} \frac{\rho_w}{\rho_o} \left\{ \frac{\partial}{\partial x} \left[K_w \left(\frac{\partial P_g}{\partial x} - \frac{\partial P_{cog}}{\partial x} - \frac{\partial P_{cow}}{\partial x} - \gamma_w \frac{L}{P_H} \frac{\partial z}{\partial x} \right) \right] + \right. \\
& \left. + \frac{\partial}{\partial y} \left[K_w \left(\frac{\partial P_g}{\partial y} - \frac{\partial P_{cog}}{\partial y} - \frac{\partial P_{cow}}{\partial y} - \gamma_w \frac{L}{P_H} \frac{\partial z}{\partial y} \right) \right] \right\} + \\
& + \frac{\partial}{\partial x} \left[K_o \left(\frac{\partial P_g}{\partial x} - \frac{\partial P_{cog}}{\partial x} - \frac{\gamma_o L}{P_H} \frac{\partial z}{\partial x} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[K_o \left(\frac{\partial P_g}{\partial y} - \frac{\partial P_{cog}}{\partial y} - \frac{\gamma_o L}{P_H} \frac{\partial z}{\partial y} \right) \right] + \\
& + \frac{\partial}{\partial x} \left[R_s K_o \left(\frac{\partial P_g}{\partial x} - \frac{\partial P_{cog}}{\partial x} - \frac{\gamma_o L}{P_H} \frac{\partial z}{\partial x} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[R_s K_o \left(\frac{\partial P_g}{\partial y} - \frac{\partial P_{cog}}{\partial y} - \gamma_o \frac{L}{P_H} \frac{\partial z}{\partial y} \right) \right] + \\
& + \frac{\mu_o}{\mu_g} \frac{P_H}{\rho_o RTZ} \left\{ \frac{\partial}{\partial x} \left[K_g P_g \left(\frac{\partial P_g}{\partial x} - \frac{\gamma_g L}{P_H} \frac{\partial z}{\partial x} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[K_g P_g \left(\frac{\partial P_g}{\partial y} - \frac{\gamma_g L}{P_H} \frac{\partial z}{\partial y} \right) \right] \right\} = \\
& = \frac{P_H}{\rho_o RTZ} \frac{\partial (P_g S_g)}{\partial \tau} + \frac{\partial}{\partial \tau} [R_s (1 - S_g - S_w)] + \frac{\partial}{\partial \tau} R_s (1 - S_w - S_g) + \\
& + \frac{\rho_w}{\rho_o} \frac{\partial S_w}{\partial \tau} + \frac{\mu_o L^2}{K \rho_o P_H} (R_s q_o + q_g + q_o + q_w)
\end{aligned}$$

Бу тенгламани мос чегаравий шартларда ечиш учун кўндаланг-кесим йўналиш схемасини кўллаймиз. Бунда хосил бўлган алгебраик тенгламалар тизими ҳар бир йўналиш бўйича итерация қадамида “прогонка” усули билан ечилади. Итерация жараёни куйидаги шарт бажарилгунга қадар давом этади.

$$\max_{\substack{0 \leq i \leq M_x \\ 0 \leq j \leq M_y}} |P_{g_{ij}}^{(k)} - P_{g_{ij}}^{(k-1)}| \leq \varepsilon_1,$$

Бу ерда ε_1 - итерация жараёнининг аниқлиги; k - итерация номери.

Нефт ва газ тўйинганлигини, ҳамда нефт ва сув фазаларини босимини аниқлаш учун куйидаги тенгликка мурожат қиламиз:

$$P_o = P_g - P_{cog}, \quad P_w = P_g - (P_{cog} + P_{cow}).$$

(8) тизимнинг биринчи ва иккинчи тенгламаларида вақт ва фазовий ўзгарувчилар бўйича аппроксимация ишларини бажариб, сув ва нефт тўйинганлигини аниқлаш учун куйидаги ифодаларга эга бўламиз.

$$\begin{aligned}
\tilde{S}_{wij} &= \bar{S}_{wij} + \frac{\tau}{h \cdot h_1} \frac{\mu_o}{\mu_w} \left\{ K_{wi+0.5j} \left[P_{wi+1j} - P_{wij} - \gamma_w \frac{L}{P_H} (Z_{i+1j} - Z_{ij}) \right] - \right. \\
&- K_{wi-0.5j} \left[P_{wij} - P_{wi-1j} - \gamma_w \frac{L}{P_H} (Z_{ij} - Z_{i-1j}) \right] \left. \right\} + \frac{\tau}{h \cdot h_2} \frac{\mu_o}{\mu_w} \cdot \\
&\cdot \left\{ K_{wij+0.5} \left[P_{wij+1} - P_{wij} - \gamma_w \frac{L}{P_H} (Z_{ij+1} - Z_{ij}) \right] - \right. \\
&- K_{wij-0.5} \left[P_{wij} - P_{wij-1} - \gamma_w \frac{L}{P_H} (Z_{ij} - Z_{ij-1}) \right] \left. \right\} - \frac{\mu_o L^2}{K \rho_w P_H} q_w. \\
\tilde{S}_{oij} &= \bar{S}_{oij} + \frac{\tau/2}{h \cdot h_1} \left\{ K_{oi+1/2} \left(P_{oi+1j} - P_{oij} - \gamma_o \frac{L}{P_H} (Z_{i+1j} - Z_{ij}) \right) - \right. \\
&- K_{oi-1/2} \left[P_{oij} - P_{oi-1j} - \gamma_o \frac{L}{P_H} (Z_{ij} - Z_{i-1j}) \right] \left. \right\} + \frac{\tau/2}{h \cdot h_2} \cdot \\
&\cdot \left\{ K_{oij+0.5} \left(P_{oij+1} - P_{oij} - \gamma_o \frac{L}{P_H} (Z_{ij+1} - Z_{ij}) \right) - \right. \\
&- K_{oij-0.5} \left[P_{oij} - P_{oij-1} - \gamma_o \frac{L}{P_H} (Z_{ij} - Z_{ij-1}) \right] \left. \right\} - \tau \frac{M_o L^2}{K \rho_o P_H} \cdot q_o,
\end{aligned}$$

Бу ерда \tilde{S} - қатлам тўйинганлигининг яқинлашувчи қиймати бўлиб, у итерацион жараёнда аниқланади; \bar{S} - k чи вақтда қатламидаги тўйинганлик қиймати.

Итерация жараёни куйидаги шарт бажарилгунга қадар давом этади.

$$\max \left\{ \max_{\substack{0 \leq i \leq M_x \\ 0 \leq j \leq M_y}} |S_{oij}^{(m)} - S_{oij}^{(m-1)}|, \max_{\substack{0 \leq i \leq M_x \\ 0 \leq j \leq M_y}} |S_{wij}^{(m)} - S_{wij}^{(m-1)}| \right\} \leq \varepsilon_2,$$

Бу ерда ε_2 - итерация жараёнининг аниқлиги; m - итерация номери

Газ тўйинганлигини куйидаги формула орқали аниқлаймиз.

$$S_{gij} = 1 - S_{wij} - S_{oij} \quad (i = 0, M_x; \quad j = 0, M_y).$$

Бу параметрлар ҳар бир вақт оралиғида худди шундай кетма-кетликда аниқланади.

Учинчи бобда дастурий тизимнинг тузилиши, ҳамда кўп фазаги суюқликлар ностационар филтрланиш жараёнларини тадқиқ қилишда ҳисоблаш тажрибаларини ўтказиш келтирилган. Ишлаб чиқилган “Нефт-газ конларида қазиб олишни башорат қилиш” автоматлаштирилган тизими нефт ва нефт-газ конларини қазиб олиш жараёнини моделлаштириш масалаларини ечишни таъминлайди (нефт-газ, нефт-сув, нефт-газ-сув тизимлари учун).

3.1 ва 3.2 бўлимларида ШЭХМ муҳитида автоматлаштирилган тизимларни яратиш хусусиятлари, асосий қонун қоидалари, ғовак муҳитларда кўп фазаги суюқликларнинг филтрланиш жараёнлари, ҳамда нефт-газ конларини тадқиқ

қилишда амалий дастурларни автоматлаштириш тизимининг маълумотлар таъминоти нуктаи назарида маълумотлар моделини яратиш ва бу маълумотлар базаси асосида қурилган маълумотлар моделининг тавсифи берилган.

Нефт-газ қатламларида содир бўладиган филтрланиш жараёнлари учун сонли моделларни қўллашдан олдин, уларнинг ўзида тўлиқ маълумотлар базасига эга бўлган маълумотлар моделини қуриш керак.

Ҳисоблаш жараёнларини бошқариш ва бошланғич маълумотларни таъминлаш учун, ҳамда ШЭХМ хотирасини тежаш мақсадида маълумотлар массиви яратилади $I = \{\inf_{ij}\}$ ($i = \overline{1, N}$; $j = \overline{1, M}$). Умумий ҳолатда ҳар бир тўр тугунига $\Omega_{h_1 h_2}$ мос ягона элемент қўйилади

$$\inf_{ij} = "r_1 r_2 \dots r_l"$$

Бу ерда l -маълумотлар сони, r_k ($k = \overline{1, l}$) - маълумотлар массивини k -чи элементи.

Ахборотларнинг маълумотлар базаси нефт газ конларининг филтрация предмет соҳаси ҳақидаги куйидаги маълумотларни ўз ичида мужассамлаштирган:

- филтрация соҳаси конфигурациясини;
- кудуклар ва улар дебитлари, босим қийматлари, қатлам ўтказувчанлигини, ғоваклигини, ҳамда кудуклар назоратининг бошланғич ва тугатиш вақтини;
- филтрация соҳасида қатлам ғоваклиги ва қатлам ўтказувчанлигининг бошланғич қийматини;
- қатламдаги нефт, газ ва сув босимининг бошланғич қийматларини;
- қатламдаги нефт, газ ва сув тўйинганлигининг бошланғич қийматларини.

Юқоридаги маълумотлар асосида филтрланиш мухитининг маълумотлар массиви тузилди. Маълумотлар массиви элементлари $I = \{\inf_{ij}\}$ саккиз разрядли ўзгармаслар кўринишида бўлади $\inf_{ij} = "r_1 r_2 r_3 r_4 r_5 r_6 r_7 r_8"$.

r_1 разряд ўзида филтрация соҳаси ва унинг чегараси ҳақидаги маълумотларни сақлайди:

$$r_1 = \left\{ \begin{array}{l} 0, \text{ агар } (x_i, y_j) \notin G + \Gamma; \\ 1, \text{ агар } (x_i, y_j) \in G; \\ 2, \text{ агар } (x_i, y_j) \in \Gamma_2 \text{ (2-тур чегара);} \\ 3 \\ 4 \\ \vdots \\ 9 \end{array} \right\} \text{ агар } (x_i, y_j) \in \Gamma_1 \text{ (1-тур чегара), гуруҳ ракамининг чегаравий босим киймати}$$

r_2 разряд ўзида кудуклар ва уларнинг дебитлари ҳақидаги маълумотларни сақлайди,

$$r_2 = \begin{cases} 0, & \text{агар } (x_i, y_j) \notin S_k \\ 1 \\ 2 \\ \vdots \\ 9 \end{cases} \text{ агар } (x_i, y_j) \in S_k \text{ и гуруҳ ракамнинг кудуклар дебитидаги киймати .}$$

Бу ерда S_k - k -чи кудуқ контури.

Маълумотлар массивининг бошқа разрядлари қуйидаги маъноларга эга:

r_3 - қатлам ўтказувчанлиги ҳақидаги маълумот, у 0 дан 9 гача бўлган қийматларни қабул қилади;

r_4 - қатлам ғоваклиги ҳақидаги маълумот, у 0 дан 9 гача бўлган қийматларни қабул қилади;

$r_i (i = 5, 6, 7, 8)$ - қатламлардаги нефт ва газлар босими ва тўйинганлигининг группаланган бошланғич қийматлари ҳақидаги маълумотни беради.

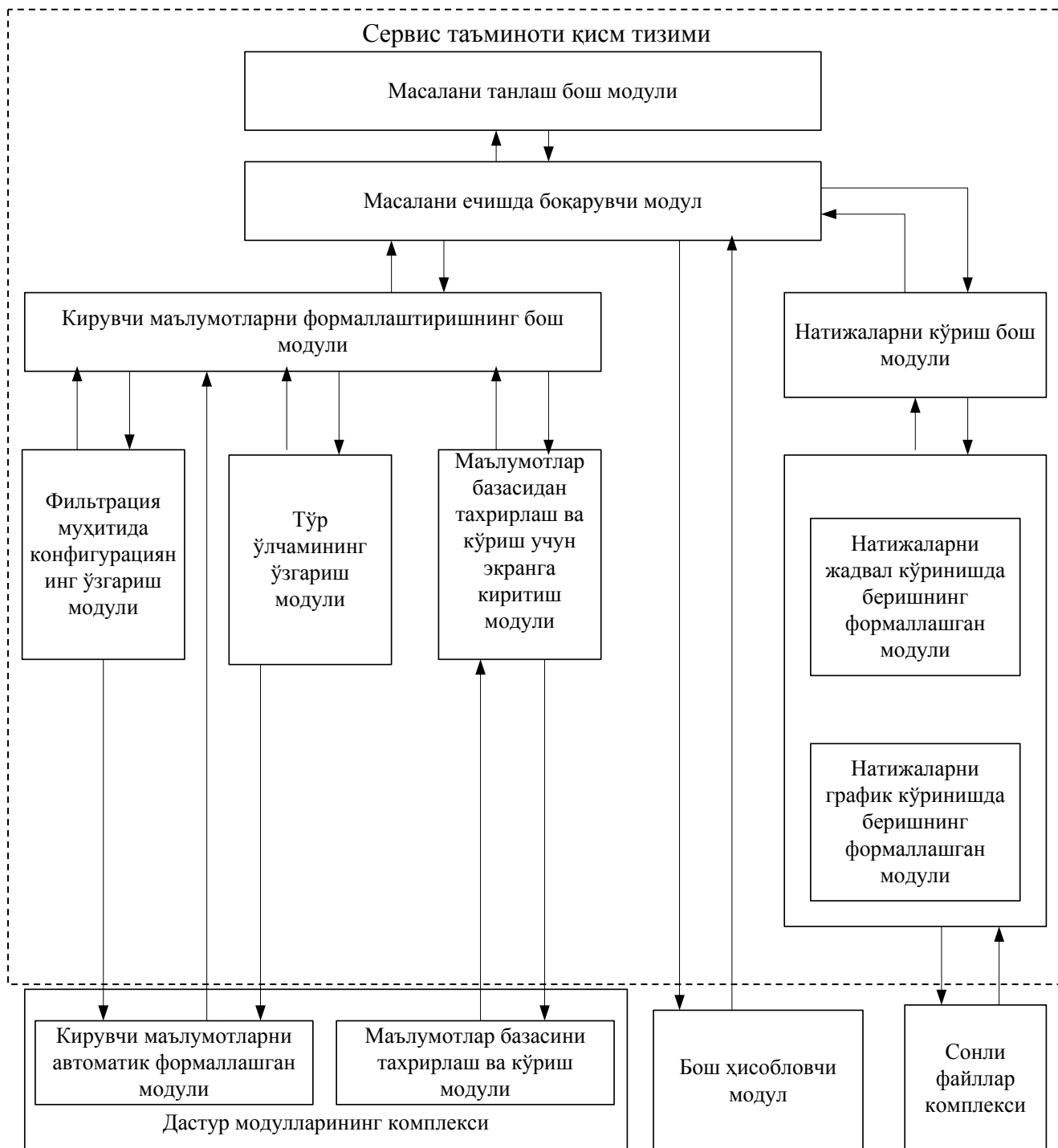
3.3 бўлимнинг 1 ва 2 бобларида берилган ҳисоблаш алгоритм ва сонли моделлар ёрдамида амалга ошириладиган дастурий комплекс тавсифланган. Қисм тизимларга кирадиган барча модулларни 3 та гуруҳга ажратамиз: фойдаланувчи таъминот сервиси, маълумотлар таъминоти, технологик ҳисоблашлар.

Фойдаланувчи таъминот сервиси қисм тизими. Фойдаланувчи таъминот сервисининг дастурий модули фойдаланувчи учун масалани аниқ танлаш, бошланғич маълумотларни тузишни бошқариш, натижаларни талаб қилинган шаклда олиш имкониятини беради (1-расм).

Маълумотлар таъминоти қисм тизими. “Нефт-газ конларини қазиб олишни лойихалаш” функционал тизими учун бошланғич маълумотларнинг катта хажми талаб этилади. Унга қатлам параметрлари, флюидларнинг физик характеристикаси, ҳамда вақтга боғлиқ кудуклар дебити ва унинг жойлашиши киради. Маълумотлар таъминоти қисм тизими маълумотлар таъминоти тизимининг компоненти сифатида маълумотларни сақлашни ва чиқаришни, қайта ишлашни, киритишни автоматлаштиради. Бу компонент маълумотлар базаси ва унга мос дастурий модуллар комплекси ва сонли файллар комплексига бўлинади (2-расм). Бунда тизимни бошланғич маълумотлар билан таъминлаш ва ҳисоблаш жараёнларини бошқариш учун маълумотлар массиви қуриб олинади $I = \{\inf_{ij}\}$ ($i = \overline{1, N}; j = \overline{1, M}$).

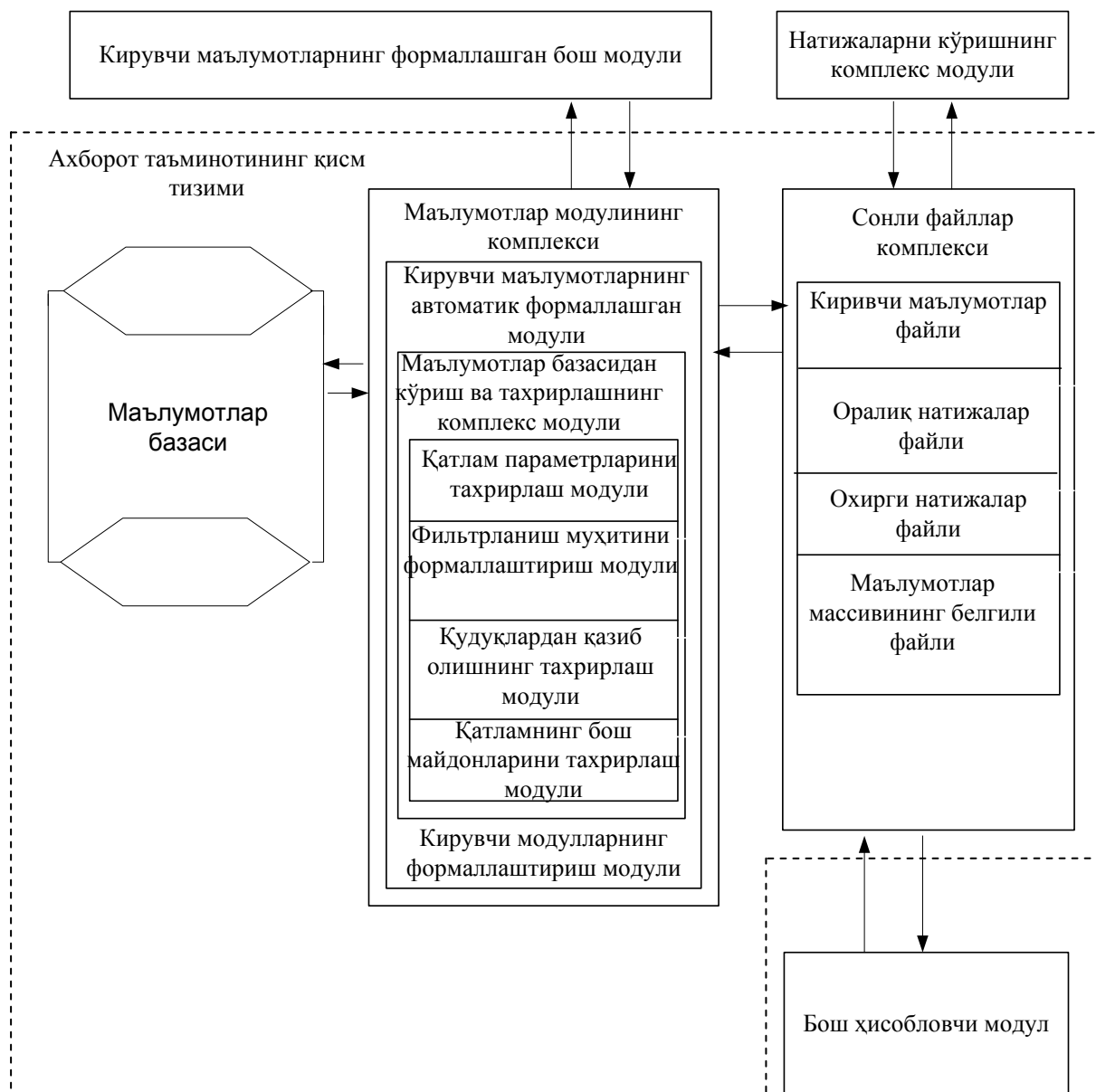
Технологик ҳисоблашлар қисм тизими нефт – газ конларининг асосий кўрсаткичларини ҳисоблашни амалга оширади. Қисм тизимга масалаларни ечишда ҳисоблаш жараёнининг самарадорлигини таъминловчи турли сонли алгоритмлар киради (3-расм).

Компьютер ва фойдаланувчи орасида ўзаро алоқани ташкил этувчи фойдаланувчи интерфейси ишлаб чиқилган. Бу алоқалар асосида диалоглар қурилади. Бундай ҳолатда аниқ масалаларни ечиш учун белгиланган вақт оралиғида инсон ва компьютер орасидаги маълумотлар алмашинуви тушинилади.



1- расм. Сервис таъминоти қисм тизимининг комплекс модуллари ва уларнинг бошқа модуллар билан алоқаси

Автоматлаштирилган тизим бош дастури WOPRM.EXE ишга туширгандан сўнг Windows ишчи столида тизимнинг ойнаси пайдо бўлади. Тизим ойнасининг юқори қаторида фойдаланувчининг бош менюси ва ойна марказида – тизим сарлавҳаси жойлашган.



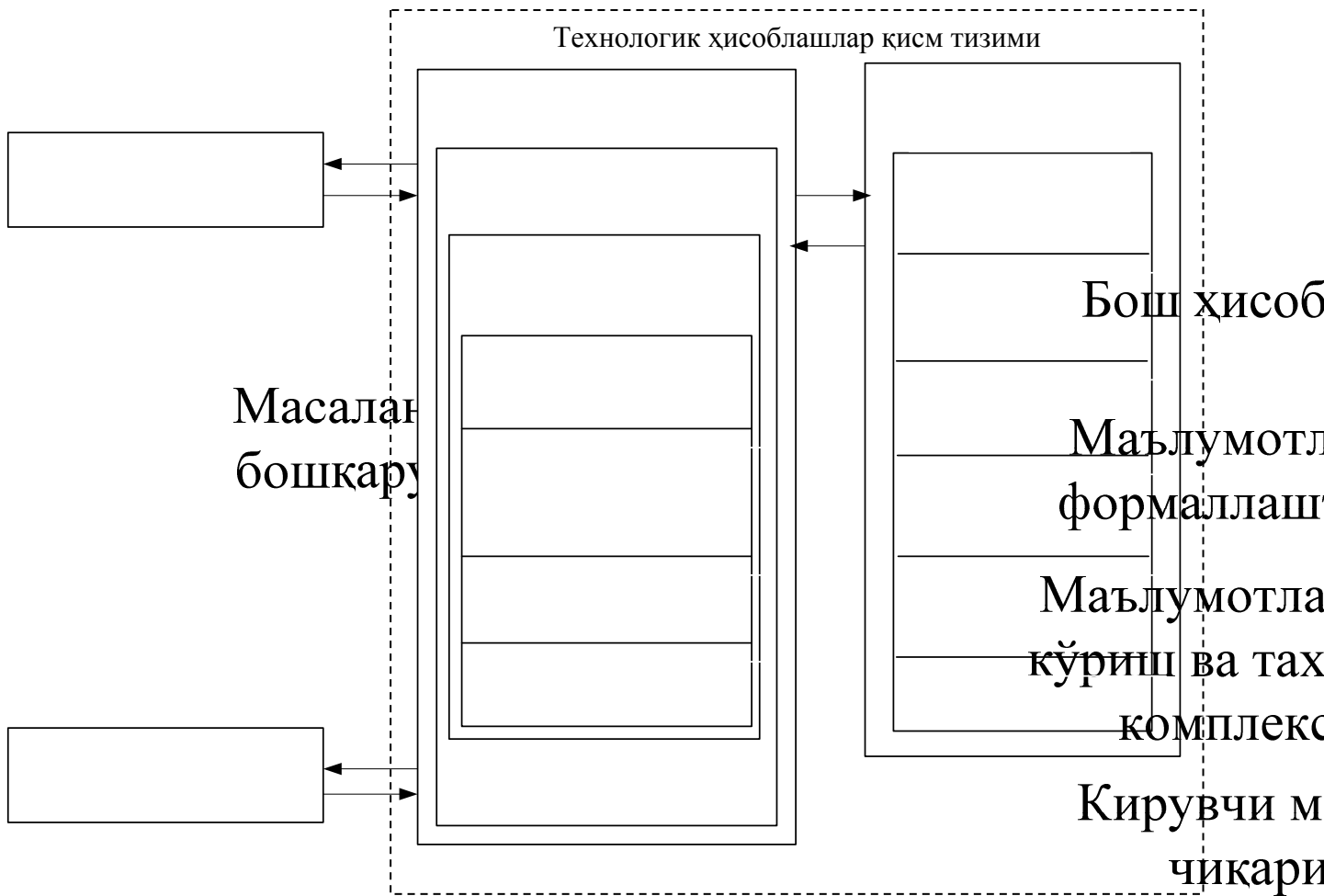
2- расм. Ахборот таъминоти қисм тизимининг комплекс модуллари ва уларнинг бошқа модуллар билан алоқаси

Тизимнинг бош менюси қуйидаги бўлимлардан иборат:

- Масалани танлаш.
- Бошланғич маълумотларни тайёрлаш.
- Дастурни ишга тушириш.
- Ечилган масалаларнинг натижаларини кўриш.
- Тизимдан чиқиш.

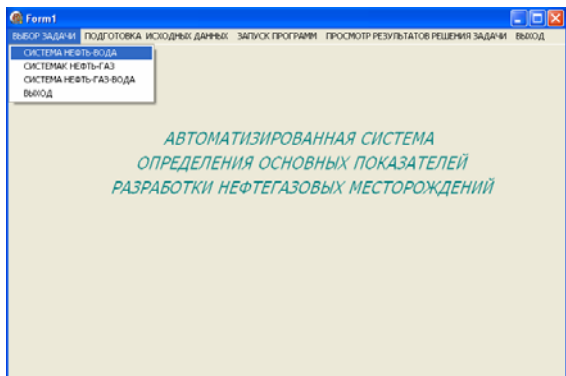
“Выбор задачи” менюси қуйидаги бўлимлардан иборат:

- нефть-сув тизими.
- нефть-газ тизими.
- нефть-газ-сув тизими.
- Чиқиш.

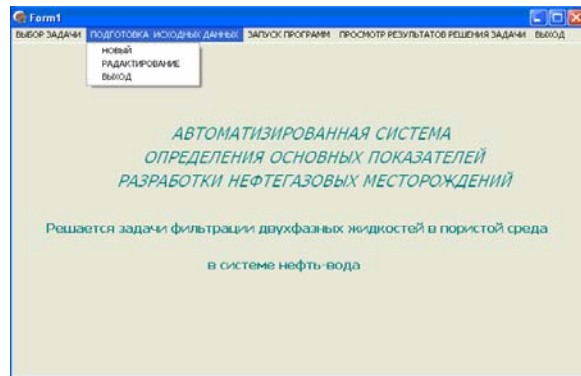


3- расм. Технологик ҳисоблашлар қисм тизимининг комплекс модуллари ва уларнинг бошқа модуллар билан алоқаси

4-расмда “Выбор задачи менюси танлангандан кейинги тизимнинг умумий фойдаланувчи интерфейси келтирилган.



4-расм. Умумий фойдаланувчи интерфейси



5-расм. “Бошланғич маълумотларни тайёрлаш” бўлими

Менюдан “Подготовка исходных данных” бўлими танланганда масала учун мос бошланғич маълумотлар чиқади ёки тахрирланади. Менюдан “Запуск программ” бўлими танланганда ғовак мухитларда икки суюкликларнинг филтрланиши малалари ечилади. Бунда ойнада қайта ишлаш вақти қадамларда пайдо бўлади.

Тўртинчи боб учта бўлимдан иборат бўлиб, у икки ўлчамли кўп фазали ностационар фильтрация масаласини сонли тадқиқ қилишга бағишланган. 4.1

бўлимда нефт – газ конларининг асосий кўрсаткичларини ҳисоблаш учун математик боғлиқлик келтирилган. 4.2 бўлимда икки фазали нефт–газ тизимлари учун ҳисоблаш тажрибаларининг натижалари таҳлил қилинган. Кўп фазали суюликлар ностационар филтрланишининг чегаравий масалаларини ечиш тенглама коэффициентига, яъни фазанинг нисбий ўтказувчанлигига боғлиқ бўлади. Улар кўпинча тажриба натижалари асосида қурилади. Нефт газ қатламининг тўйинганлигини ва босимини ҳисоблаш учун ишлаб чиқилган алгоритмлар яроқли эканлигини текшириш мақсадида фазанинг нисбий ўтказувчанлик коэффициенти функциясининг турли кўринишлари ҳисоблаш тажрибасига боғлиқлиги қараб чиқилган. Биринчи холда у қуйидагича эга бўлиб, у маълум манбааларда келтирилган

$$K_g(S_g) = \begin{cases} 0, & \text{если } 0 \leq S_g \leq 0.1; \\ \left(\frac{S_g - 0.1}{0.9} \right)^{3.5} [1 + 3(1 - S_g)], & \text{если } 0.1 \leq S_g \leq 1; \end{cases}$$

$$K_o(S_g) = \begin{cases} \left(\frac{0.8 - S_g}{0.8} \right)^{3.5}, & \text{если } 0 \leq S_g \leq 0.8; \\ 0, & \text{если } 0.8 \leq S_g \leq 1. \end{cases}$$

Иккинчи холда у қуйидаги кўринишда бўлиб, Ўзбек нефт – газ ташкилотида тажрибалар йўли билан аниқланган

$$K_g = - 3.27135 S_g^3 + 7.73761 S_g^2 - 6.25468 S_g + 1.73322.$$

$$K_o = 0.839379 S_g^3 + 1.12471 S_g^2 - 1.0396 S_g + 0.182166,$$

Натижалар таҳлили шуни кўрсатдики, хар хил бошланғич ва чегаравий шартларда нефт газ қатламининг тўйинганлиги ва босимини аниқлашда ҳисоблаш тажрибаларини ўтказиш учун ишлаб чиқилган алгоритмлар яроқли эканлигини кўрсатади. Қуйидаги тестлаш мисолини кўриб чиқамиз. Доимий ($q_j = 10000000 \text{ м}^3 / \text{сут}$) дебитга эга бўлган ягона марказий кудуқнинг ишлашини фильтрация соҳасини айлана кўринишида бўлган ҳол учун қараймиз. Жадвалда тўр кўринишида ёзилган фильтрация соҳасининг маълумотлар миссиви келтирилган.

Жадвалдаги маълумотлар массивининг $I = \{\inf_{ij}\}$ элементлари икки разрядли ўзгармаслар кўринишида тасвирланган, яни $\inf_{ij} = "r_1 r_2"$.

Бу ерда r_1 разряд қуйидагича аниқланади:

$$r_1 = \begin{cases} 0, & \text{агар } (x_i, y_j) \notin G; \\ 1, & \text{агар } (x_i, y_j) \in \Gamma_1; \\ 2, & \text{агар } (x_i, y_j) \in \Gamma_2; \\ 3, & \text{агар } (x_i, y_j) \in \Gamma_3; \\ 4, & \text{агар } (x_i, y_j) \in G \cap (x_i, y_j) \notin S_k; \\ 5, & \text{агар } (x_i, y_j) \in G \cap (x_i, y_j) \in S_k. \end{cases}$$

Бунда тўрнинг тугунлар коди қуйидаларни англатади: 0 – тўрнинг фиктив тугуни; 1,2,3 – чегаравий тугунлар; 4 – тўрнинг ички тугуни; 5 – кудуклар.

Фильтрация соҳасининг маълумотлар массиви

0	0	0	0	0	0	0	22	21	21	21	21	21	22	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	22	22	42	41	41	41	41	41	42	22	22	0	0	0	0	0
0	0	0	0	22	42	42	42	41	41	41	41	41	42	42	42	22	0	0	0	0
0	0	0	23	42	42	42	42	41	41	41	41	41	42	42	42	42	23	0	0	0
0	0	23	43	42	42	42	42	41	41	41	41	41	42	42	42	42	43	23	0	0
0	23	43	43	42	42	42	42	41	41	41	41	41	42	42	42	42	43	43	23	0
0	23	43	43	42	42	42	42	41	41	41	41	41	42	42	42	42	43	43	23	0
23	43	43	43	42	42	42	42	41	41	41	41	41	42	42	42	42	43	43	43	23
23	43	43	43	42	42	42	42	41	41	41	41	41	42	42	42	42	43	43	43	23
23	43	43	43	42	42	42	42	41	41	41	41	41	42	42	42	42	43	43	43	23
23	43	43	43	42	42	42	42	41	41	51	41	41	42	42	42	42	43	43	43	23
23	43	43	43	42	42	42	42	41	41	41	41	41	42	42	42	42	43	43	43	23
23	43	43	43	42	42	42	42	41	41	41	41	41	42	42	42	42	43	43	43	23
23	43	43	43	42	42	42	42	41	41	41	41	41	42	42	42	42	43	43	43	23
0	23	43	43	42	42	42	42	41	41	41	41	41	42	42	42	42	43	43	23	0
0	23	43	43	42	42	42	42	41	41	41	41	41	42	42	42	42	43	43	23	0
0	0	23	43	42	42	42	42	41	41	41	41	41	42	42	42	42	43	23	0	0
0	0	0	23	42	42	42	42	41	41	41	41	41	42	42	42	42	23	0	0	0
0	0	0	0	22	42	42	42	41	41	41	41	41	42	42	42	22	0	0	0	0
0	0	0	0	0	22	22	42	41	41	41	41	41	42	22	22	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	22	21	21	21	21	21	22	0	0	0	0	0	0	0

r_2 разряд қатламдаги майдонлар ҳақидаги маълумотларни беради

$$r_2 = \begin{cases} 1, & \text{агар } (x_i, y_j) \in G_1; \\ 2, & \text{агар } (x_i, y_j) \in G_2; \\ 3, & \text{агар } (x_i, y_j) \in G_3. \end{cases}$$

Учта майдонлар бўйича ўтказувчанлик ва ғоваклик коэффиценти қийматлари қуйидагича олинган:

$$G_1 : (m = 0.2, \quad k = 0.5);$$

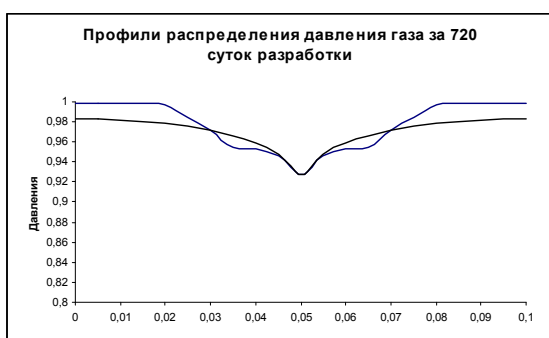
$$G_2 : (m = 0.002, \quad k = 0.005);$$

$$G_3 : (m = 0.1; \quad k = 0.4).$$

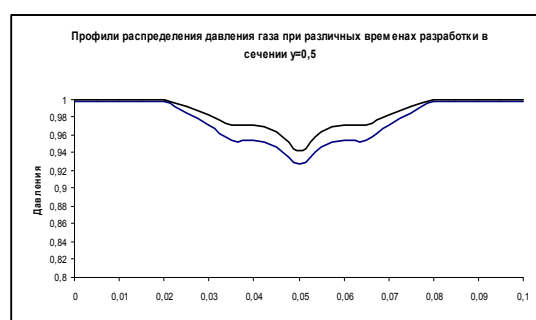
Қатламнинг кенглиги ва узунлиги $L_x = L_y = 20$ км; баландлиги $h = 10$ м; $S_g^H = 0.9$; $S_w^H = 0.1$. Қатламнинг бошқа параметлари ўз холича қолади.

Келтирилган тестловчи масала асосида ҳисоблаш тажрибалари ўтказилди, уларнинг натижалари график кўринишда 6-7-расмларда келтирилган. Бу расмларда вақтнинг ҳар хил қийматларида $x = 0.5$ (y ўзгарувчининг ўзгариши) ва $y = 0.5$ (x ўзгарувчининг ўзгариши) кесимларда қатламдаги босимнинг тарқалиши тасвирланган.

6-расмнинг 1-графикгида x ўқининг бир жинсли бўлмаган бўлагининг филтрланиш доирасида горизонталь йўналишдаги босимнинг ўзгариши кўрсатилган. 2-графикда узлуксиз эгри чизиқ тасвирланган бўлиб, унда филтрланиш доираси бир жинсли бўлганда вертикал йўналишдаги босимнинг ўзгариши кўрсатилган. Бу графиклар филтрланиш доирасини бир жинсли бўлмаган ҳолатларини ҳисобга олган ҳолда, кутилган сифатли тасвирларни беради.



6-расм: 1 – $y = 0.5$ даги кесим; 2 – $x = 0.5$ даги кесим



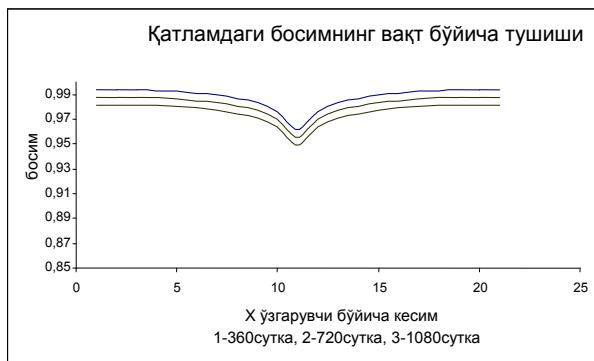
7-расм: 1 – 360 сутка орқали, 2 – 720 сутка орқаон ($y = 0.5$) даги кесим

7-расмда $y = 0.5$ бўлганда конлардаги ҳар хил вақтларда графикларнинг горизонтал йўналишдаги ўзгаришлари тасвирланган. Бундан кўринадики, филтрланиш муҳитида ўтказувчанлик ёмон бўлганда, оқиб ўтиш деярли содир бўлмайди.

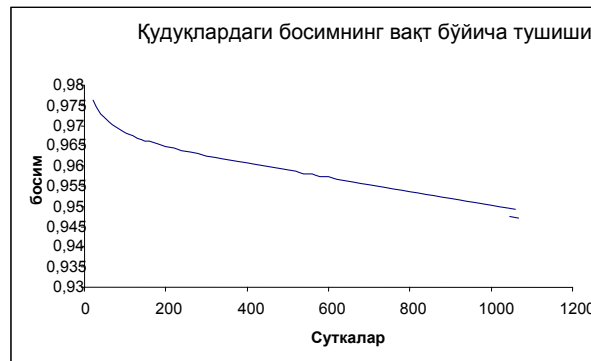
4.3 бўлимда уч фазали суюқликлар филтрланишининг ҳисоблаш тажрибалари келтирилган. Қуйида тестловчи мисоллар келтирилган. q доимий дебит билан қазиб олиндиган ягона марказий қудуқларнинг газли қатламини тўртбурчак шаклда келтирамиз. Қатлам параметрлари бошланғич қийматлари қуйидагилар: абсцисса ўқи бўйича тўр тугунлари сони $n=21$; ордината ўқи бўйича тўр тугунлари сони $m=21$; қудуқлар сони (та). $N_q=1$; вақт бўйича қадам (сут) $\tau=4$; ҳисоблашнинг тугаллаш вақти (сут) $T_{\text{туг}}=1080$; қатлам масофаси (м) $L_x=10000$; қатлам кенглиги $L_y=10000$; қатлам баландлиги (м) $H=20$; қатлам ғоваклиги $m=0.1$; доимий ўтказувчанлик (Дарси) $K=0.2$; босимнинг характерли қиймати (атм.) $P^H=300$; нефтнинг қовушқоқлиги (спз) $\mu_o=3$; газнинг қовушқоқлиги (спз.) $\mu_g=0.01$; суюқликнинг юқоридан сиқувчанлик коэффиценти $K_z=1$; нефтнинг зичлиги ($\text{кг}/\text{м}^3$) $\rho_o=0.87$; газнинг зичлиги ($\text{кг}/\text{м}^3$) $\rho_g=0.8$; нефтнинг солиштирама оғирлиги (кг) $\gamma_o=0.8$; газнинг солиштирама оғирлиги (кг) $\gamma_g=0.7$; қудуқларнинг жамланган дебети $q=500000 \text{ м}^3/\text{сут}$;

босим бўйича итерация аниқлиги $\varepsilon_p = 0.0001$; тўйинганлик бўйича итерация аниқлиги $\varepsilon_s = 0.0001$.

Юқоридаги берилган маълумотлар асосида ҳисоблаш тажрибалари ўтказилди, натижалар 8-9-расмларда график кўринишида тасвирланган.



8-расм. Қатламдаги босимнинг вақт бўйича тушиши



9-расм. Қудуқлардаги босимнинг вақт бўйича тушиши

8-расмда вақтнинг ҳар хил қадамларда $y=0.5$ кесим x ўзгарувчининг йўналиши бўйича қатламдаги босимнинг тарқалиши келтирилган, 9-расмда эса қудуқдаги босимнинг вақт бўйича тушиши келтирилагн.

ХУЛОСА

1. Ғовак муҳитларда кўп фазали суюқликларнинг филтрланиш жараёнинг математик модели тадқиқ қилинди ва қурилган икки ўлчамли чегаравий масалани ечиш учун ҳисоблаш алгоритми ишлаб чиқилган.
2. Ғовак муҳитларда кўп фазали газ ва суюқликларнинг филтрация масаласини ечишнинг дастурлаштириш жараёнларини формаллаштириш имконини берадиган алгоритмларни модулли таҳлил қилиш амалга оширилган.
3. Ғовак муҳитларда газ ва суюқликларнинг кўп фазали филтрланиш ҳаракатининг ностационар жараёнини тадқиқ қилиш бўйича ҳисоблаш экспериментларини амалга ошириш учун автоматлаштирилган тизимнинг функционал модуллари тузилган. Нефт- газ конларини қазиб олишда асосий кўрсаткичларни аниқловчи автоматлаштирилган тизимнинг ахборт таъминоти учун модул кўринишида тасвирланган дастурий таъминоти ва унинг ахборотлар моделини қуриш методикаси ишлаб чиқилди.
4. Нефт газ конлари ишлашининг асосий кўрсаткичларини ҳисоблашни автоматлаштириш тизими учун информацион моделни қуриш методикаси ва унинг дастурий ишланмаси модуллар кўринишида ишлаб чиқилган.
5. Нефт газ конлари ишлаши асосий кўрсаткичларини башорат қилишнинг автоматлаштирилган тизими учун комплекс дастурий таъминот ишлаб чиқилган бўлиб, унда келтирилган ҳисоблаш алгоритмлари асосида фойдаланувчи учун қулай интерфейс яратилган.

6. Нефт газ конлари ишлашининг асосий кўрсаткичларини ҳисоблашнинг муаммога йўналтирилган тизимининг комплекс дастурий таъминоти ва унинг модулларини текширувчи методика ишлаб чиқилган, ҳамда уни қўллаш бўйича фойдаланувчига қўлланма яратилган.
7. Нефт газ конлари ишлашининг асосий кўрсаткичларини ҳисоблашнинг муаммога йўналтирилган тизими базасида бир қатор ҳисоблаш тажрибалари ўтказилган.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ

1. Назирова Э.Ш. Объектная реализация классов прямых методов линейной алгебры //Ахборот-коммуникация технологиялари соҳасида фан, таълим ва ишлаб чиқариш ҳамда уларни интеграллаш: Республика илмий-техник конференцияси. 31 май-1 июнь 2005. –Тошкент, 2005. С. 297-301.
2. Абуталиев Ф.Б., Назирова Э.Ш. Объектно-ориентированное программирование квадратных формул //Фан ва таълимда ахборот-коммуникация технологиялари; Республика илмий-техник конференция. Маърузалар тўплами. 6-7 апрель 2006. -Тошкент, 2006.- С. 180-183.
3. Nazirova E.Sh. Problems of choosing polynomial approximation in solving boundary-value problem of mathematical physics” // Проблемы развития информационно-коммуникационных технологий и подготовка кадров:Тез.докл. Межд. науч. конф. 21-22 сентября 2009.- Ташкент,2009.- С. 52-54.
4. Абуталиев Ф.Б., Назирова Э.Ш. Автоматизация вычислительных расчетов задач фильтрации многофазных жидкостей в пористой среде.// Узб. Журнал «Проблемы информатики и энергетики».- Ташкент, 2009.- С. 66-73.
5. Абуталиев Ф.Б., Назирова Э.Ш. Численное моделирование задачи фильтрации многофазных жидкостей в пористой среде //“Современные техника и технологии горно-металлургической отрасли и пути их развития”: Материалы Международной научно-технической конференции. 12-14 мая 2010. Навои, 2010.- С. 456-457.
6. Абуталиев Ф.Б., Назирова Э.Ш. Вычислительный алгоритм решения задач фильтрации трехфазной жидкости в пористых средах.//Узб. Журнал Проблемы информатики и энергетики: - Ташкент, 2010.- С. 35-42.
7. Назирова Э.Ш. Математические модели задачи фильтрации двухфазной жидкости в пористой среде // Халқ хўжалиги тармоқларида жараёнларни математик моделлаштириш ва бошқариш муаммолари: Республика илмий–амалий конференцияси.22-23 апрель. - Қарши, 2011.- С. 167-170.
8. Назирова Э.Ш. Вычислительные алгоритмы расчета фильтрации многофазной жидкости в пористых средах // Современное состояние и перспективы развития информационных технологий: Материалы Республиканской научно-технической конференции 5-6 сентября 2011. Ташкент,2011. С. 185-189.

9. Назирова Э.Ш. Дифференциально-разностный метод решения одной нестационарной двумерной задачи фильтрации многофазных жидкостей в пористых средах // ТАТУ хабарлари. - Ташкент, 2011.- № 3.- С. 52-55.
10. Назирова Э.Ш. Автоматизированная система решения задач фильтрации многофазных жидкостей в пористой среде // ТАТУ хабарлари. - Ташкент, 2011.- № 4.- С. 61-63.
11. Абуталиев Ф.Б., Назирова Э.Ш., Неъматов А. Нефт-газ конларининг асосий кўрсаткичларини ҳисобловчи автоматлаштирилган тизим // Ўзбекистон Республикасининг интеллектуал мулк агентлиги. Гувоҳнома № DGU 02001. 26.07.2010 й.

техника фанлари номзоди илмий даражасига талабгор **Назирова Элмира Шодмоновнанинг** 05.13.11 – “Ҳисоблаш машиналари, мажмуалари ва компьютер тармоқларининг математик ва дастурий таъминоти” ихтисослиги бўйича **“Нефт-газ конларида кўрсаткичларни аниқловчи автоматлаштирилган тизимнинг математик ва дастурий таъминоти”** мавзусидаги диссертациясининг

РЕЗЮМЕСИ

Таянч сўзлар: Математик моделлаштириш, ҳисоблаш алгоритми ва тажрибаси, дастурий таъминот, дастурий интерфейс, тестловчи дастурлар.

Тадқиқот объектлари: Ғовак муҳитларда кўп фазали суюқликларнинг филтрланиши.

Ишнинг мақсади: Ҳисоблаш алгоритмларини қайта ишлаш ва унинг асосида нефт-газ конлари асосий кўрсаткичларини ҳисобловчи автоматлаштирилган тизимнинг математик ва дастурий таъминотини яратиш.

Тадқиқот методлари: Диссертация ишида ҳисоблаш математикаси, математик моделлаштириш ва дастурий тизимни тестлаш усулларидан фойдаланилган.

Олинган натижалар ва уларнинг янгилиги: Ғовак муҳитларда кўп фазали суюқликлар филтрланиши икки ўлчамли чегаравий масаласини ечишнинг ҳисоблаш алгоритмлари ишлаб чиқилди ва математик моделлари тадқиқ қилинди; ғовак муҳитларда кўп фазали суюқликлар филтрланиши масаласини ечишда автоматлаштирилган тизимнинг дастурий таъминоти ишлаб чиқилди; нефт газ конларининг асосий кўрсаткичларини аниқлашда ҳисоблаш тажрибалари ўтказилди.

Амалий аҳамияти: Нефт газ конлари ишлашининг асосий кўрсаткичларни башорат қилишнинг тезкор қатор ҳисоблаш тажрибаларини ўтказиш учун махсус математик ва дастурий таъминот ишлаб чиқилган.

Татбиқ этиш даражаси ва иқтисодий самарадорлиги: Ишлаб чиқилган дастурий таъминот Ўзбекистон Республикаси интеллектуал мулк агентлиги томонидан яратилган дастурнинг расмий рўйхатдан ўтказилганлиги тўғрисидаги №DGU 02001 рақамли гувоҳнома билан ҳимояланган. Дастурий таъминот “Муборак нефт-газ” ташкилотида расмийлаштириб, иқтисодий самарадорликка эришилди.

Қўлланиш соҳаси: Қулай дастурий тизим ва ҳисоблашлар учун яратилган қўлланма мавжуд нефт-газ конларини қазишни тадқиқ қилишда қўлланилади. Назарий қисм ва олинган натижалардан математик моделлаштириш ва ахборот тизимлари йўналишидаги магистр ва бакалавриатура талабаларини ўқитишда фойдаланиш мумкин.

РЕЗЮМЕ

диссертации Назировой Элмиры Шадмановны на тему «**Математическое и программное обеспечение автоматизированной системы определения показателей нефтегазовых месторождений**» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечения вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей

Ключевые слова: математическое моделирование, вычислительный алгоритм и эксперимент, программное обеспечение, программный интерфейс, тестирующие программы.

Объекты исследования: фильтрация многофазных жидкостей в пористых средах.

Цель работы: Разработка вычислительных алгоритмов и на их базе создание математического и программного обеспечения автоматизированной системы расчета основных показателей нефтегазовых месторождений.

Методы исследования: методы вычислительной математики, математического моделирования, а также методы технология программирования, разработки и тестирования программных систем.

Полученные результаты и их новизна: Исследованы математические модели и разработаны вычислительные алгоритмы решения двумерных краевых задач фильтрации многофазных жидкостей в пористой среде; разработаны программные обеспечения автоматизированной системы решение задач фильтрации многофазных жидкостей в пористой среде; проведены вычислительные эксперименты по расчету основных показателей нефтегазовых месторождений

Практическая значимость: предлагаемое специальное математическое и программное обеспечение позволяет оперативно провести серийные расчеты по прогнозированию основных показателей разработки нефтегазовых месторождений.

Степень внедрения и экономическая эффективность: Разработанное программное средство защищено свидетельством Агентства по интеллектуальной собственности Республики Узбекистан, №DGU 02001. Программное средство внедрено в УДП «Мубарек нефтгаз» и достигнута его экономическая эффективность.

Область применения: Разработанная методика расчета и программные средства позволяют исследовать разработку соответствующих нефтегазовых месторождений, теоретические положения и выводы исследования могут использоваться при чтении специальных курсов для бакалавриатуры и магистратуры по специальности “Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей”.

RESUME

thesis **Nasirova Elmira Shadmanovna** on "**Mathematical and automated software system to identify indicators of oil and gas fields**" for the degree of candidate of technical sciences, specialty 05.13.11 - Mathematical and software of computers, complexes and computer networks.

Keywords: mathematical modeling, computational algorithm and the experiment, software, interface, method, testing programs.

Subject of research: multi-phase filtration of fluids in porous media.

Purpose of work: The development of computational algorithms and their basis the creation of mathematical software an automated system of calculating oil and gas fields.

Methods of research: methods of computational mathematics, mathematical modeling, development and testing of software systems.

The results achieved and their novelty: investigated mathematical models and developed computational algorithms for solving the problems of filtration of multi-phase fluids in porous media; developed software an automated system for solving the problems of filtration of multi -phase fluids in porous media; conducted computational experiments to calculate main indicators of oil and gas fields.

Practical value: proposed mathematical and special software that allows us to development and quickly carry out serial calculations to predict the main indicators of oil and gas fields.

Degree of embed and economic affectivity: The developed software is protected by certificate of evidence of the Agency for Intellectual Property of the Republic of Uzbekistan, № DGU 02001. The software tool implemented in the "Mubarak neftgaz" and showed its cost-effectiveness.

Field of application: The developed method of calculation and software tools allow us to investigate the development of the oil and gas fields, theoretical positions and research findings can be used to delivery special courses for undergraduate and master students on specialty "Mathematical and software of computers, computer systems and networks."