

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

ҚАРШИ МУҲАНДИСЛИК ИҚТИСОДИЁТ ИНСТИТУТИ

«НЕФТ ВА ГАЗ» ФАКУЛЬТЕТИ
«ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ ВА
БОШҚАРИШ» КАФЕДРАСИ

Шомуродов Искандар Қодир ўғли

«Фойдали қазилмалар геологияси ва разведкасида қудуқларни бурғулаш
технологик жараёнларини автоматлаштириш» мавзули

5311000 - «Технологик жараёнлар ва ишлаб чиқаришни автоматлаштириш ва
бошқариш (тармоқлар бўйича)»

йўналиши бўйича бакалавр даражасини олиш учун

БИТИРУВ МАЛАКАВИЙ ИШИ

Кафедра мудири

Хусанов С.Н.

Раҳбар

т.ф.д., доц. Зарипов О.О.

Қарши – 2016 й.

КИРИШ.....

I-БОБ. ҚУДУҚЛАРНИ БУРҒУЛАШ ЖАРАЁНИДА АХБОРОТ
ТИЗИМИНИНГ ҲОЗИРГИ КУНДАГИ ҲОЛАТИНИ
ТАҲЛИЛ ҚИЛИШ

- 1.1. Қудуқларни бурғулаш жараёнининг автоматлаштириш
объекти сифатидаги хусусиятлари
- 1.2. Бурғулаш инструментининг ҳаракатини замонавий бошқариш
тизимининг тузилиши ва бошқарувчи таъсирларни
шакллантириш бўйича қарор қабул қилиш алгоритмлари
- 1.3. Бошқарув таъсирларини танлаш бўйича қарор қабул қилиш
жараёнида бурғулаш инструментининг ҳаракатини
башоратлаш ва қарорларни бажариш осттизими

II-БОБ. ҚУДУҚЛАРНИ БУРҒУЛАШ ТЕХНОЛОГИК
ЖАРАЁНИНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ

- 2.1. Бурғулаш колоннаси туби компоновкаси ҳаракатининг
математик моделини тузишнинг умумий қоидалари ва
принциплари
- 2.2. Бурғулаш колоннаси туби компоновкасининг
модификацияланган кинематик моделига асос бўлган
тенгламалар тизимини танлаш ва асослаш
- 2.3. Траекторияларнинг регрессион таҳлил ва кинематик
модел асосидаги башоратлаш алгоритмлари
- 2.4. Башоратлашнинг аниқлигини баҳолаш бўйича ҳисоблаш
экспериментининг натижалари
- 2.5. Зенит бурчаги тўплами участкасида терминалли дастурий
бошқарув алгоритмлари
- 2.6. Қудуқларни бурғулашни технологик жараёнини
автоматлаштириш ва бошқариш алгоритмларининг аппаратли ва
дастурий тадбиқи
- 2.7. Қудуқларни бурғулаш жараёнининг автоматлаштириш учун
замонавий технологиялар ва техник воситалар

III-ВОВ. ХАЁТ ФАОЛИЯТИ ХАВФСИЗЛИГИ.....

IV-ВОВ. ТЕХНИК-ИҚТИСОДИЙ ҲИСОБ

ХУЛОСА

АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

К И Р И Ш

Қудуқларни бурғулаш технологик жараёнининг автоматлаштирилиши геологик ва кидириш ишларини олиб боришдаги илмий-техникавий тараққиётнинг муҳим қисмини ташкил қилади. Жараёни автоматлаштиришда биринчи навбатда техник воситалар билан таъминланганлик ҳамда уларнинг аппаратли-дастурий таъминоти асосий ўринни эгаллайди. Бошқарувчи микропроцессор техникасининг ва унинг асосида автоматлашган бошқарув тизимининг пайдо бўлиши билан бурғулаш жараёнини бошқариш ва унинг оптималлаштирилишини такомиллаштириш соҳасидаги назарий тадқиқотлар амалий реализациясининг янги имкониятлари юзага келди. Технологик жараёнларнинг замонавий техника асосидаги автоматлаштирилиши ишлаб чиқаришни жадаллаштиришни, сифатни оширишни ва маҳсулот таннархининг пасайишини таъминлаши керак. Бунда бурғулаш жараёнини автоматик бошқариш масаласи сифатли ечилишининг зарур шарти – жараён ҳолати ҳақида талаб қилинаётган тезкорлик ва аниқликдаги ахборотни олиш ҳисобланади. Ахборотни олишнинг талаб қилинадиган тезкорлиги жараёни реал вақт масштабида бошқариш зарурати, яъни бошқарув таъсирлари бошқариладиган жараён ҳолати ўзгаришига қараганда йўл қўйиладиган кечикиш билан шакллантирилиши кераклиги билан аниқланади. Бу технологик параметрларни бурғулаш жараёнининг вақт характеристикалари учун оптимал бўлган частотада ўлчаниши билан таъминланиб, вақт характеристикаларига эса бурғулаш станокининг узатиш приводидаги ўтиш жараёнларининг давомийлиги, бурғулаш колоннаси (устуни)нинг инерциал хоссалари, жаоаённинг ностационар характери киради.

Қудуқни бурғулаш жараёни қудуқ забойи сиртининг кетма-кет бузилиши ва бузиш маҳсулотларини юқорига чиқариб ташлашдан иборат бўлади. Қудуқни бурғулаш – бурғулаш қудуғи стволини қуришнинг мураккаб технологик жараёни бўлиб, қуйидаги асосий операциялардан

ташкил топади: бурғулаш инструменти билан тоғ жинсларини бузиш воситасида қудуқни чуқурлаштириш; бурғуланган жинсларни қудуқдан олиб ташлаш; қудуқни чуқурлашиши жараёнида унинг танасини обсад устунлар билан мустаҳкамлаш; тоғ жинсларини тадқиқ қилиш ва маҳсулдор горизонтларни аниқлаш бўйича геолого-геофизикавий ишлар комплексини ўтказиш; лойиҳавий чуқурликка тушиш ва охириги эксплуатацион колоннани цементлаш.

Қудуқни бурғулаш унинг чуқурлигига боғлиқ ҳолда 4 та тоифага бўлинади: саёз бурғулаш – 1500 м гача; ўртача чуқурликка бурғулаш – 4500 м гача; чуқур бурғулаш -6000 м гача; ўта чуқур бурғулаш – 6000 м дан ортиқ.

Тоғ жинсларини бузиш характериға кўра бурғулашнинг механикавий ва номеханикавий усуллари фарқланади.

Бурғулаш учкунасини ўрнатишнинг имкони бўлмаган участкалар қаъридаги нефть ва газ конларини разведка ва эксплуатация қилишда, шунингдек конни яхшироқ очишда ва бошқа қатор ҳолатларда қудуқ танасини берилган йўналишдаги (қия бурғулаш: қия-йўналтирилган, кўп забойли, икки танали сунъий қийшайтиришдан фойдаланилади.

Шу муносабат билан Қудуқларни бурғулашни технологик жараёнини автоматлаштириш ва бошқаришнинг аппарат ва дастурий таъминотини ўрганиш ва ишлаб чиқиш долзарб ҳисобланади.

I-БОБ. ҚУДУҚЛАРНИ БУРҒУЛАШ ЖАРАЁНИДА АХБОРОТ ТИЗИМИНИНГ ҲОЗИРГИ КУНДАГИ ҲОЛАТИНИ ТАҲЛИЛ ҚИЛИШ

1.1. Қудуқларни бурғулаш жараёнининг автоматлаштириш объекти сифатидаги хусусиятлари

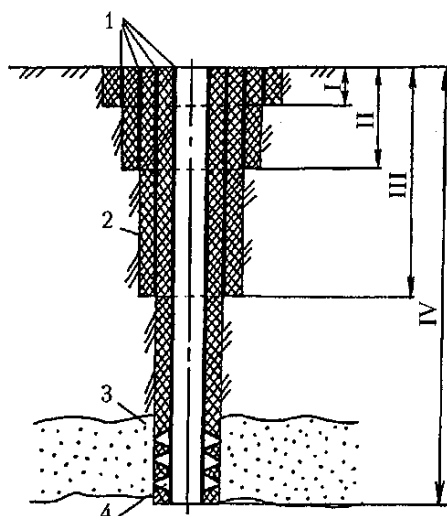
Бурғулаш – бу тоғ жинсларини бузиш йўли билан қудуқ ҳосил қилиш жараёнидир. Қудуқ деб думалоқ кўндаланг кесимга эга, унга одамлар тушмайдиган қилиб барпо қилинадиган, узунлиги диаметридан анча катта бўлган тоғ ишланмасига айтилади.

Қудуқнинг юқори қисми оғзи деб, қуйи қисми – фойдали қазилма қазиб олинadиган жой деб, ён сирти – девор деб, деворлар билан чегараланган фазо эса қудуқнинг танаси деб аталади. Қудуқнинг узунлиги – бу тана ўқи бўйлаб, оғиз қисмидан фойдали қазилма қазиб олинadиган қисмигача бўлган масофа, чуқурлиги эса – узунликнинг вертикал ўққа проекциясидир. Қудуқнинг узунлиги ва чуқурлигининг сон қийматлари фақат вертикал қудуқлар учунгина тенг бўлади. Бироқ улар эгри ва қийшайган қудуқлар учун мос келмайди [3-5].

Қудуқ конструкциясининг элементлари 1.1- расмда келтирилган. Қудуқларнинг I бошланғич қисми йўналиш деб аталади. Қудуқларнинг оғзи тупроқнинг тез ювилиб кетадиган зонасида жойлашгани учун уни мустаҳкамлаш керак. Шу туфайли йўналиш қуйидаги тарзда бажарилади. Аввал бурғиланаётган қудуқларни – тоғ жинслари мустаҳкам жойлашган чуқурликкача (4...8 м) бурғуланади. Сўнг унга керакли узунлик ва диаметрдаги қувур ўрнатилади, қудуғ (шурф) деворлари ва қувур орасидаги бўшлиқ ҳарсанг тош билан тўлдирилади ва цемент қоришмаси 2 билан тўлдирилади.

Қудуқнинг қуйида жойлашган қисми – цилиндрсимон бўлади. Бир вақтнинг ўзида 50 дан 400 м гача бўлган чуқурликда ва 900 мм диаметрда қисми бурғуланади. Қудуқнинг бу буқисми 1 – мустаҳкамланган қувур билан

мустаҳкамланади (винт билан уланган пўлат қувурлардан иборат), бу қудуқнинг II-қисми ҳисобланади, яъни йўналтиргич деб аталади.



1 - обсад қувурлари; 2 – цементли тош; 3 - қатлам; 4 – обсад қувурлари ва цементли тошдаги перфорация; I - йўналиш; II - йўналтиргич; III - оралиқ колонна; IV - фойдаланиш колоннаси.

1.1-расм. Қудуқнинг тузилиши

Йўналтиргичнинг трубадан ташқаридаги соҳаси цементланади. йўналтиргич ёрдами билан бурғулаш жараёнини мураккаблаштирадиган бўш, юмшоқ ва серёриқ жинслардан ажратилади.

йўналтиргич ўрнатилганидан кейин ҳар доим ҳам лойиҳадаги чуқурликкача бурғулашнинг, янги мураккаблаштирувчи горизонтлардан ўтилиши ёки ушбу қудуқ орқали эксплуатация қилиниши режалаштирилмаган маҳсулот қатламларини қоплаш зарурияти туфайли, имкони бўлмайди. Бундай ҳолатларда оралиқ колонна деб аталадиган яна битта III – колонна ўрнатилади ва цементланади. Агар қудуқ, ишлаб чиқиши мўлжалланган унумдор қатлам жуда чуқурликда жойлашган бўлса, оралиқ колонналар биттадан ортиқ ҳам бўлиши мумкин.

Қудуқнинг сўнгги IV – қисми эксплуатация колоннаси билан мустаҳкамланади. У нефть ва газни қудуқнинг фойдали қазилма қазиб олинadиган жойидан оғзигача кўтариш ёки унумдор қатламларида босимни

ушлаб туриш мақсадида сув билан (газ)ни ҳайдаш учун мўлжалланган. Юқорида жойлашган горизонтларга нефть ва газнинг, унумдор қатламларига сувнинг оқишини олдини олиш учун эксплуатация колоннаси девори ва кудук деворининг оралиғи цемент қоришмаси билан тўлдирилади.

Қатламлардан нефть ва газни ажратиб олиш учун кудукни очишнинг турли методлари (усуллар) ва фойдали қазилма қазиб олинadиган жойнинг ускуналари қўлланилади. Кўплаб ҳолатларда унумдор қатламларида жойлашган эксплуатация колоннасининг қуйи қисмида обсад трубалари (кувурлари) ва цемент қатламда бир қатор тирқишлар 4 очилади (перфорацияланади).

Мустаҳкам жинсларда кудукнинг фойдали қазилма қазиб олинadиган жой олди зонаси турлича филтрлар билан жиҳозланади ва цементланмайди ёки мустаҳкамланган колоннаси унумдор қатламининг фақат шипигача туширилади, уни бурғулаш ва эксплуатация қилиш кудук танасини мустаҳкамламасдан амалга оширилади. Кудукнинг оғзи унинг мўлжалига қараб арматура (колонна бошчаси, сурилма қопқоқ, крестовина ва б.) билан жиҳозланади. Нефть ва газ конларини излашда, разведка қилишда ва ишлаб чиқишда таянч, параметрик, структуравий (тузилмавий), разведка қидирув, эксплуатацион, ҳайдовчи, кузатувчи ва бошқа кудуклар бурғуланади. Таянч бурғулаш кудуклар орқали текширилмаган туманларда қазилади ва улардаги жинсларнинг таркиби ва ёшини аниқлашга хизмат қилади.

Параметрик кудукларга нисбатан ўрганилган туманларда уларнинг геологик тузилишини ва нефть-газнинг мавжудлигининг истиқболини аниқлаш мақсадларида қазилади. Структуравий (тузилмавий) кудуклар истиқболли майдонларни аниқлаш ва уларни қидирув-разведка бурғулашига тайёрлаш учун қазилади. Қидирув кудуклари нефть ва газнинг янги саноат конларини очиш мақсадларида бурғуланади. Разведка кудуклари саноат нефть-гази мавжудлиги аниқланган майдонларда конларнинг ўлчамлари ва тузилишини ўрганиш, нефть ва газ захираларининг ҳисоб-китоби учун зарур дастлабки маълумотларни олиш учун бурғуланади. Эксплуатация кудуклари

кон ишланмасининг схемасига (чизмасига) мос равишда қазилади ва ер қаъридан нефть ва газни олиш учун хизмат қилади. Дамловчи (ҳайдовчи) кудуқлардан эксплуатация қилинадиган қатламга турли вакиллар (насос билан сув, газ юбориш ва ҳ.к) таъсир қилганида фойдаланилади. Кузатув кудуқлари, коннинг ишланиши (босимнинг, сув-нефть ва сув-газ контактлари ҳолатининг ўзгариши) устидан назоратни олиб бориш учун бурғуланади. Бундан ташқари, нефть ва газ конларини кидириш, разведка қилиш ва ишлашда картировкали (хариталанувчи), сейсморазведка, махсус (ихтисослашган) ва бошқа кудуқлар бурғуланади.

Бурғулаш тоғ жинсларига таъсир қилиш усулига кўра механик ва номеханик бурғулашга фарқланади. Механик бурғулашда бурғулаш инструменти (асбоби) бевосита тоғ жинсига, уни бузиб, таъсир қилади, номеханик бурғулашда эса бузилиш манба жинсига бевосита таъсир қилмасдан туриб содир бўлади. Номеханик (гидравлик, термик, электрофизик) усуллар ишлаб чиқиш босқичида бўлиб, нефть ва газ кудуқларини бурғулаш учун ҳозирги пайтда қўлланилмайди.

Бурғулашнинг замонавий технологиялари мураккаб ва масъулиятли жараён бўлиб, кўппрофилли операция ва ишларнинг тўплами билан характерланиб, уларнинг ичида энг муҳими кудуқнинг кавлаб борилиши ҳисобланади [3-8]. Мазкур жараён қуйидаги бир нечта муҳим жиҳатга эгадир:

- техникавий воситаларнинг ва уларнинг ишлаш режимларининг танланиши ва фойдаланилиши (технологик жиҳат),
- фазонинг берилган соҳасида (берилган траектория бўйича) кудуқ строилининг кавланиши (навигацион жиҳат),
- кудуқларнинг эксплуатациясига (ишлатилишига) тайёргарлик ишлари комплекси (мажмуаси) (геофизика, кудуқларни қазиланишнинг тугалланиши).

Мос равишда кудуқ кавлашни бошқариш тизими томонидан ечиладиган масалалар қуйидаги учта асосий гуруҳга бўлиниб, жараённинг

турли томонларини характерлайди ва бошқарувнинг тегишли осттизимлари орқали ечилади:

1) бурғулашнинг технологик режимини бошқариш масалалари – бурғулашнинг технологик режимини самарадорликнинг қатор мезонлари асосида бошқариш тизими [6,9].

2) кудуқларни саноат эксплуатациясига тайёргарлигини бошқариш масалалари – кудуқларни ўзлаштиришни бошқариш тизими.

3) кудуқ траекториясини бошқариш масалалари – бурғулаш инструменти (асбоби)нинг ҳаракатини бошқариш тизими (БИ(А)ХБТ).

Бурғулашнинг технологик режимини бошқариш ва кудуқларни ўзлаштириш тизимлари қатор объектив ва тарихий шарт-шароит туфайли ихтисослашган ва техникавий ташкилотлар ва бўлинмалар томонидан кўрсатиладиган доимий диққат ва такомиллаштириш объекти ҳисобланадилар.

Навигацион жиҳатга келадиган бўлсак, яқин ўтмишда ҳам у иккинчи даражали характерга эга бўлиб, етарлича осон ҳал қилинар эди. Бироқ, бурғуланадиган кудуқлар траекторияларининг мураккаблашиши, бу кудуқларнинг қимматлашиши (нуқсонни тўғрилаш қиммат туради) бу жиҳатни муҳим аспектлар қаторига олиб чиқди.

Шуни таъкидлаш керакки, кудуқ кавлашни бошқариш назоратнинг фақат ерусти воситаларидан, ерусти ва чуқурликдаги воситаларидан олинган ахборотлар асосидагина ўтказилиши мумкин.

Назоратнинг фақат ерусти воситаларидан фойдаланиш фақатгина маълум ҳолатлардагина, шу жумладан, алоқанинг табиий каналлари деб аталадиган каналлар (қувурлар колоннаси (устуни), танасидаги ва қувур ташқарисидаги жойдаги бурғулаш қоришмаси, ўраб турган жинслар) туфайлигина мумкин бўлади. Шу билан бирга, алоқа табиий каналларининг характеристикалари тасодифий ғалаёнланишларга мойил бўлади, шунинг учун ҳам ушбу усул билан чуқурликдаги параметрларни аниқлаш методлари анчагина ноаниқ бўлиб, бир қатор ҳолатларда эса нотўғри ҳисобланади.

Назоратнинг чуқурликдаги воситаларидан фойдаланиш, айниқса траекториянинг барқарорлиги (мустаҳкамлиги) ва ўзгаришнинг забой механизмлари билан биргаликда қўлланилиши бошқарув масалаларини ечиш учун энг универсал, аниқ ва тезкор метод ҳисобланади. Бунда ушбу ёндашувнинг сўзсиз афзаллиги тескари томонга ҳам эга бўлиб – булар деярли ғавқулотда вазиятларда (ўлчамлари бўйича қатъий чегаралар, механикавий таъсирлар, статик ва динамик босим, кўпинча юқори температура ва кимёвий жихатдан ўювчи, абразив бурғулаш қоришмаси) ишончли ишлайдиган техникавий воситаларни ишлаб чиқиш, тайёрлаш ва эксплуатация қилиш заруриятидир.

Таъкидлаймизки, бурғулашнинг навигацион жихатдан нафақат қудук забойининг ер бойликларининг берилган соҳасига мос тушиши, балки маълум траектория (профиль)га мос кавлаш зарурияти туфайли ҳам пайдо бўлди. тана қийшайишининг иккита – табиий ва сунъий [3,10-12] – асосий омили мавжуд. Стволнинг табиий қийшайиши иккита – технологик ва геологик сабаблар туфайли пайдо бўлади.

Қудукнинг сунъий қийшайишида, траекториянинг кўринишига боғлиқ ҳолда, вертикал, қиялик-йўналишидаги қудуклар (ҚЙҚ), горизонтал қудуклар (ГҚ) фарқланади. Сўнгги вақтларда тармоқланган-горизонтал қудуклар ҳам ажратиб кўрсатила бошланди (ТГҚ). Ўз навбатида ҚЙҚ, ГҚ ва ТГҚ мураккаб траекторияли қудукларга (МТҚ) киритилиши мумкин. Шундай қилиб, МТҚ деб шундай қудукларга айтиладики, уларнинг танаси бир қатор ҳолатларда маълум зона ва интерваллар (оралиқлар)га етиш учун вертикалдан атайлаб оғдирилади [4,7].

Умуман олганда, қатор мутахассисларнинг фикрига кўра [7,9], МТҚ бурғулаш технологияларини қўллаш учун муҳим асос бўлиб қуйидагилар ҳисобланади: бурғулаш иқтисодиётини яхшилаш, қудук миқдорини ошириш, нефть чиқарилиши ва қазиб олинadиган заҳираларнинг кўпайтириш, ишлаб чиқиш харажатларини ва эксплуатация нархини камайитириш, денгиз

тубидаги қирғоқбўйи конларида ишлаб чиқишда эҳтиёжни камайтириш, конларнинг қидиришга кетадиган харажатларни қисқартириш.

МТҚларнинг траекториясини математик жихатдан тавсифлаш учун ишда қуйидаги параметр (кўрсаткич) ва белгилашлардан фойдаланилган:

l - кудуқ узунлиги – кудуқнинг ўқи бўйлаб унинг оғзидан ўлчаш нуқтасигача бўлган масофа (м);

θ - зенит бурчаги – кудуқнинг вертикали ва қиялиги орасидаги бурчак (град);

α - азимутал (йўналиш) бурчак – магнитли шимол йўналиши билан ўлчаш нуқтасидаги кудуққа уринманинг горизонтал проекцияси орасидаги бурчак (град);

Ψ - кудуқнинг умумий қийшайиши – кудуқнинг икки ўлчов нуқтасидаги уринмалар орасидаги бурчак (град);

$k = \Delta\Psi/\Delta l$ - кудуқ қийшайишининг умумий интенсивлиги – умумий қийшайишнинг шу қийшайиш юз берган кудуқ узунлигининг бўлагига нисбати (град/м);

Апсидал текислик – берилган нуқтада кудуқ ўқиға уринма орқали ўтадиган вертикал текислик;

Қийшайтиргичнинг таъсир текислиги – бир-бирини кесиб ўтадиган иккита ўқ: бурғи (долото) ўқи ва кудуқ ўқиға уринма орқали ўтади;

ϑ - қийшайтиргичнинг бурғилаш бурчаги – қийшайтиргичнинг юқори ва пастки секциялари бурғилашлари орасидаги бурчак;

φ - қийшайтиргичнинг ўрнатиш бурчаги – апсидал бурчак ва қийшайтиргичнинг таъсир текислиги орасидаги бурчак.

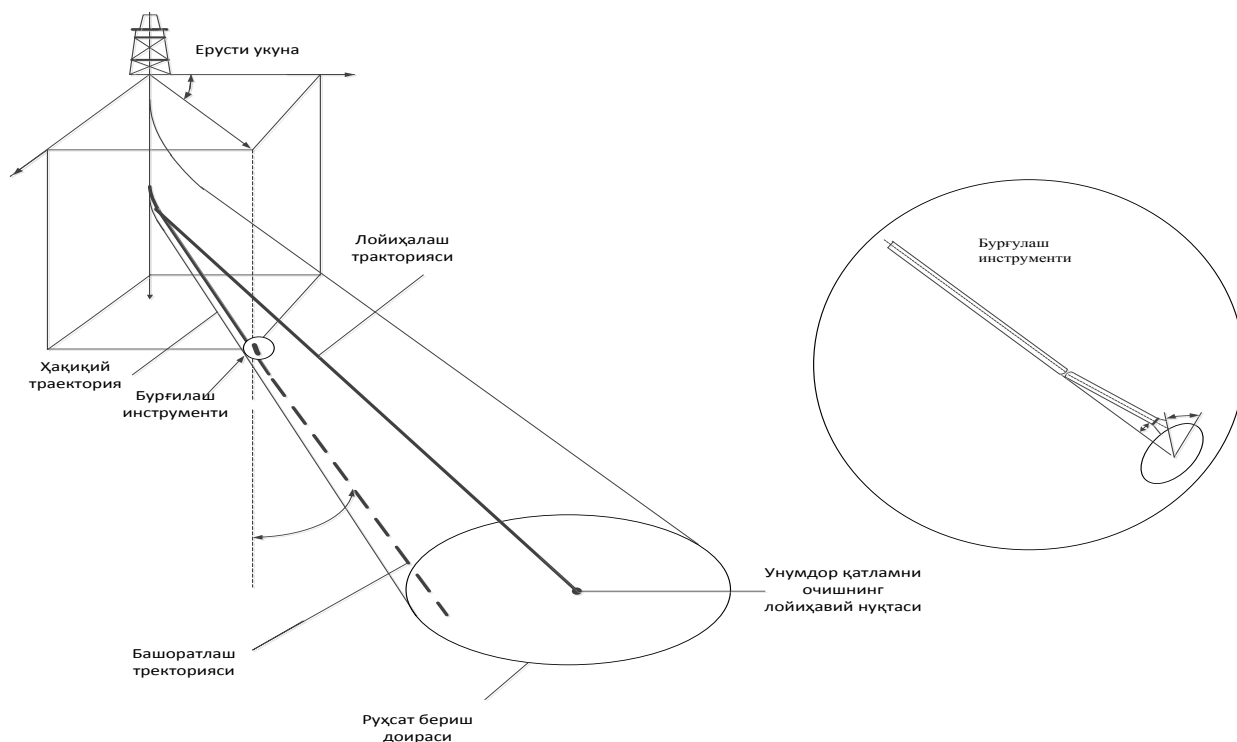
МТҚларни бурғулаш жараёнида кудуқ забойи нуқтасининг қуйидаги цилиндрик координаталарини: кудуқ узунлиги (l); азимутал бурчак (α); зенит бурчаги(θ); қийшайтиргичнинг ўрнатиш бурчаги (φ) ни ўлчаш тизимли равишда амалга оширилади.

Ўлчнадиган координаталар қудуқ траекториясини характерлайди ва унинг фазовий жойлашиши ҳақида бир маъноли (аниқ) тасаввурларни беради.

МТҚлар танаси траекториясини шакллантириш муаммосини ечишда оптималлатиришнинг қуйидаги икки босқичли схемаси [4,6] қўлланилади:

- 1) оптимал бошқарув дастурига мос келадиган дастурий (оптимал) траекторияни лойиҳалаштириш;
- 2) тезкор тахрирловчи бошқарувнинг амалга ошиши.

Узоқ муддатли башоратлашнинг статистик моделлари асосида дастурий траекторияни лойиҳалаштириш (ҳисоб-китоб қилиш) босқичида МТҚларнинг, бурғулашнинг мақсадига эришишни ва технологик талабларнинг бажарилишини таъминлайдиган ҳамда оптимал лойиҳавий траекторияси $X_{\Pi} = X_{\Pi}(l)$ (1) (1.2- расм), шунингдек бурғулаш инструменти (асбоби)нинг лойиҳа траекторияси бўйича ҳаракатланишини таъминлайдиган, бурғулаш колоннаси туби компоновкаларининг (БКТК) қудуқ узунлиги бўйича турининг алмашиш кетма-кетлигини аниқлайдиган, бошқарувнинг тегишли лойиҳавий дастури $U_{\Pi} = U_{\Pi}(l)$ ҳисобланади.



1.2-расм. Мураккаб траекторияли қудуқларни казишнинг умумий схемаси

МТҚлар траекториясини шакллантиришнинг баъзи масалаларига тўхталиб ўтамиз.

МТҚ танасининг лойиҳавий траекторияси бир нечта типовой лойиҳавий участкаларидан иборат. Лойиҳавий профилни ҳисоблаш учун, дастлабки ахборот бўлиб кудуқ оғзининг ҳолати ва маҳсулот қатламини очишнинг мўлжалланган охириги нуқтаси ҳисобланади. Мавжуд шарт-шароитдан келиб чиққан ҳолда профиль типи танланади ва унинг участкалари ҳисобланади. Профилни ҳисоблаганда технологик чеклашларни бажаришда бурғулаш ва бошқаришга кетадиган харажатларнинг энг минимумини, хавфсизликнинг максимумини ва х.к. таъминлаган ҳолда оптималликка эришишга интилинади.

Бошқаришнинг лойиҳавий дастури БКТК ва намунавий бошқарув таъсирларининг кудуқ танаси узунлиги бўйича алмашинув тартибини беради. Реал шароитларда МТҚларни лойиҳа дастури бўйича қазиш мураккаб бўлиб, бу ташқи ғалаёнланувчи таъсирларнинг, ҳисоб-китоб параметрларидан “табiiй” оғишини юзага келтирадиган, олдиндан айтиш қийин бўлган характери билан боғлиқ.

Юқорида санаб ўтилган ғалаёнланувчи омилларнинг таъсири натижасида кудуқни қазишда, кудуқ забойи лойиҳавий траекториясининг ҳақиқий траекториядан ўнлаб ва юзлаб метрга силжиши, кудуқ танасининг кескин эгилишлари ва поғоналарининг ҳосил бўлиши каби сезиларли қийинчиликлар юзага келадики, бу бурғулашнинг амалга оширилмаслигига ва авариявий вазиятларнинг пайдо бўлишига олиб келади.

Ушбу муаммони ҳал қилишнинг самарали усули бўлиб, забой нуқтасининг жорий ҳолатини баҳолаш натижалари бўйича МТҚларнинг йўналтирилган бурғуланишини тезкор бошқариш, яъни кудуқ танаси траекториясининг параметрларига қўйиладиган талаблар ва бошқаришнинг қўйилган мақсадларига эришишни таъминлайдиган бурғулаш жараёнини ишлаб чиқиш ва тўғриловчи бошқарувни амалга ошириш ҳисобланади.

Аввал айтиб ўтилганидек, тезкор бошқарувнинг масалалари бурғулаш инструментининг ҳаракатини бошқариш тизими (БИҲБТ) орқали ечилади.

1.2. Бурғулаш инструментининг ҳаракатини замонавий бошқариш тизимининг тузилиши ва бошқарувчи таъсирларни шакллантириш бўйича қарор қабул қилиш алгоритмлари

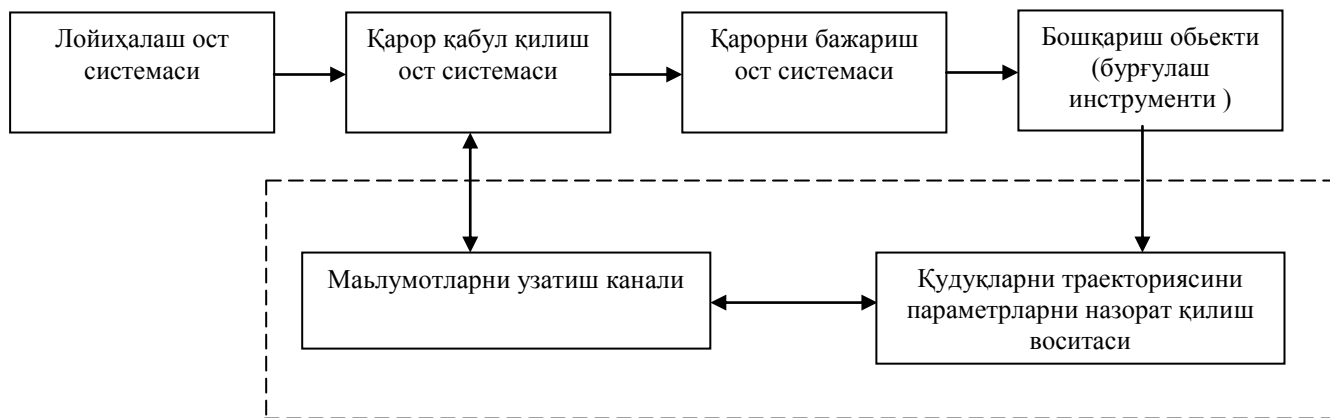
БИҲБТ нинг ривожланишида дунёдаги илғор тенденция бўлиб бурғулаш жараёнларини, бошқарув таъсирларини шакллантириш ва ахборотга ишлов бериш масалаларини реал вақт масштабида еча оладиган турли техникавий воситаларни кенг қўллаган ҳолда, автоматлаштириш; бурғулаш жараёнининг ўзини тўхтатмаган ҳолда қудуқ қазилишини бошқаришни амалга оширишга имкон берадиган бурғулаш инструментини (асбоби)ни яратиш ва жорий қилиш; забой ўлчов тизимларидан (MWD) фойдаланиш ҳисобланади [10-17].

1.3-расмда кўрсатилган БИҲБТнинг умумлашган струукура (тузилма)си қуйидаги осттизимларни ўз ичига олади:

- бошқарув объекти - бурғулаш инструменти;
- ечимни бажариш осттизими;
- қарорни қабул қилиш осттизими;
- лойиҳалаштириш осттизими;
- маълумотларни узатиш ва назорат осттизими.

Бу ерда бурғулаш колоннаси тубининг компановкаси (БКТК) БИҲБТ бошқарув объекти сифатида келади, чунки у қудуқнинг траекториясини аниқлаб берадиган шакл ҳосил қилувчи элемент бўлиб ҳисобланади.

Траекторияни бошқариш БКТКни сиртдан (бурғулаш колоннасининг ўзини буриш воситасида) буриш йўли орқали ҳам, БКТК параметрларини бевосита ўзгартириш йўли билан ҳам амалга оширилиши мумкин.



1.3-расм. Бурғулаш инструментининг ҳаракатини бошқариш тизимини умумлашган структура схемаси.

1) Бурғулашда қўлланиладиган БКТКларнинг типлари бошқарув нуқтаи назаридан БКТК ҳаракати траекториясини қийшайишининг фазовий жадаллигини бошқариш даражасининг ортиш ҳамда унинг азимутал ва зенит бурчаклари ўзгариши жадалликлари орасида тақсимооти тартибида иккита умумлашган турга бўлиниши мумкин:

2) БКТК нинг ориентирланмайдиган тури (НОбКТК);

3) БКТКнинг ориентирланадиган турлари (ОбКТК) – қуйидагиларни ўз ичига олади:

4) – БКТК нинг қийшайтиргич перекосининг фиксрланган (қайд қилинган) бурчагли ориентирланган тури (ФБКТК);

5) – БКТКнинг бошқариладиган ориентирланган тури (БОбКТК).

6) Бу ерда бошқарувчанлик даражаси деганда ҳамма компоновкани алмаштирмасдан бурғулашнинг йўналишига таъсир кўрсатиш имконияти тушунилади.

7) БКТК нинг ориентирланмайдиган тури тўғри чизиқли (вертикал, қия, горизонтал) ва наборнинг салгина қийшайган қисмларини бурғулаш ва зенит бурчагининг тушириш учун мўлжалланган [16].

БКТКнинг ориентирланадиган турлари қудуқ траекториясининг интенсив ориентирланган эгриланишини амалга оширишда қўлланилади.

Бундай ОБКТК лар керакли эгриликка эга траектория бўйлаб ҳаракатланишга имкон берадиган, кудук ўқи ва долото(бурғи) ўқи орасида сунъий перекосни (қийшайтиргичнинг перекос бурчаги) таъминлайдиган махсус қийшайтирувчи қурилмалар (эгри переходник, қийшайтиргич) нинг мавжудлиги билан характерланади. Қийшайиш текислигининг йўналиши ОБКТК корпусининг кудук ўқиға нисбатан айланиш бурчаги билан характерланади.

ОБКТК ҳаракати траекториясини белгилайдиган умумлашган бошқариш параметрлари сифатида қуйидагилар қабул қилиниши мумкин:

1) қийшайтиргични ўрнатиш бурчаги (φ), яъни забой нуқтасида кудук траекториясига уринма орқали ўтадиган вертикал текислик билан ОБКТК долотоси(бурғи) ўқи орасидаги бурчак, у азимутал ва зенит бурчаклари ўзгариши фазовий жадалликлари орасидаги кудук қийшайиши фазовий жадаллигини тақсимлаш учун мўлжалланган.

2) траекториянинг ҳисоб-китобли эгрилиги (кудук қийшайишининг фазовий жадаллиги) - ОБКТК айрим элементларининг геометрик параметрлари билан боғлиқ бўлиб, асосан, ОБКТК қисмлари йўналтирувчининг узунлиги ва қийшайтиргич перекосининг бурчаги орқали аниқланади.

Қийшайтиргич перекосининг фиксрланган (қайд қилинган) бурчагига эга ОБКТК учун траектория фазовий эгрилигининг бошқарилиши чекланган. Траектория қийшайиши текислигининг талаб қилинадиган фазовий ориентацияси (φ , град) бурғулаш қувурлари (трубалари) колоннасини бурғулаш колоннаси роторининг приводи ёрдамида буриш йўли билан амалга оширилади, бошқарув таъсири сифатида эса буруғулаш колоннаси ротори приводининг бурилиш бурчаги φ_p ни қараш мумкин. Шундай қилиб, ОБКТК дан фойдаланган пайтда қийшайтиргични ўрнатиш бурчагини, демак, азимутал ва зенит бурчаги жадалликлари орасидаги қийшайишнинг фазовий жадаллиги тақсимотини ҳам бошқариш мумкин.

БКТК нинг бошқариладиган ориентирланган тури бурғулаш жараёнида бевосита забойдаги қийшайтиргичнинг ўрнатилиш бурчаги билан перекос бурчагининг бошқариш йўли билан азимутал ва зенит қийшайишининг жадалликларини автоматик тарзда бошқаришга имкон берадиган телебошқариладиган махсус қийшайтиргичларнинг мавжудлиги билан характерланади. БОБКТК универсал компоновка ҳисобланиб, қудук траекторияси жадал ориентирланган қийшайиши қисмларида ҳам, тўғри чизиқли (вертикал, қия, горизонтал) ва набор(тўпламнинг)нинг кучсиз қийшайган қисмларида ёки зенит бурчаги тушишида ҳам қўлланилиши мумкин.

1.3- расмдаги қарор қабул қилиш осттизими (ҚҚТ) МТҚ траекториясини бошқариш мақсадларига эришишга имкон берадиган бошқарувчи таъсирларни ишлаш функциясини бажаради.

Умумлашган блок – бошқарувчи таъсирлар ишловининг мавжуд алгоритми 1.4- расмда келтирилган бўлиб, у қуйидаги характерли элементларни ўз ичига олади:

1) бурғулаш оператори - бу қудук бўйича лойиҳавий маълумотларнинг бирор мажмуасига эга бўлган субъекти бўлиб, унга бурғуланаётган қудукдан ўлчов ахборотлари келиб тушади ва қарор қабул қилиш бўйича маълум ваколатларга эгадир.

2) (Пудратчи) иш бажарувчининг Марказий муҳандислик-технологик хизмати (ММТХ);

3) Буюртмачининг технологик хизмати.

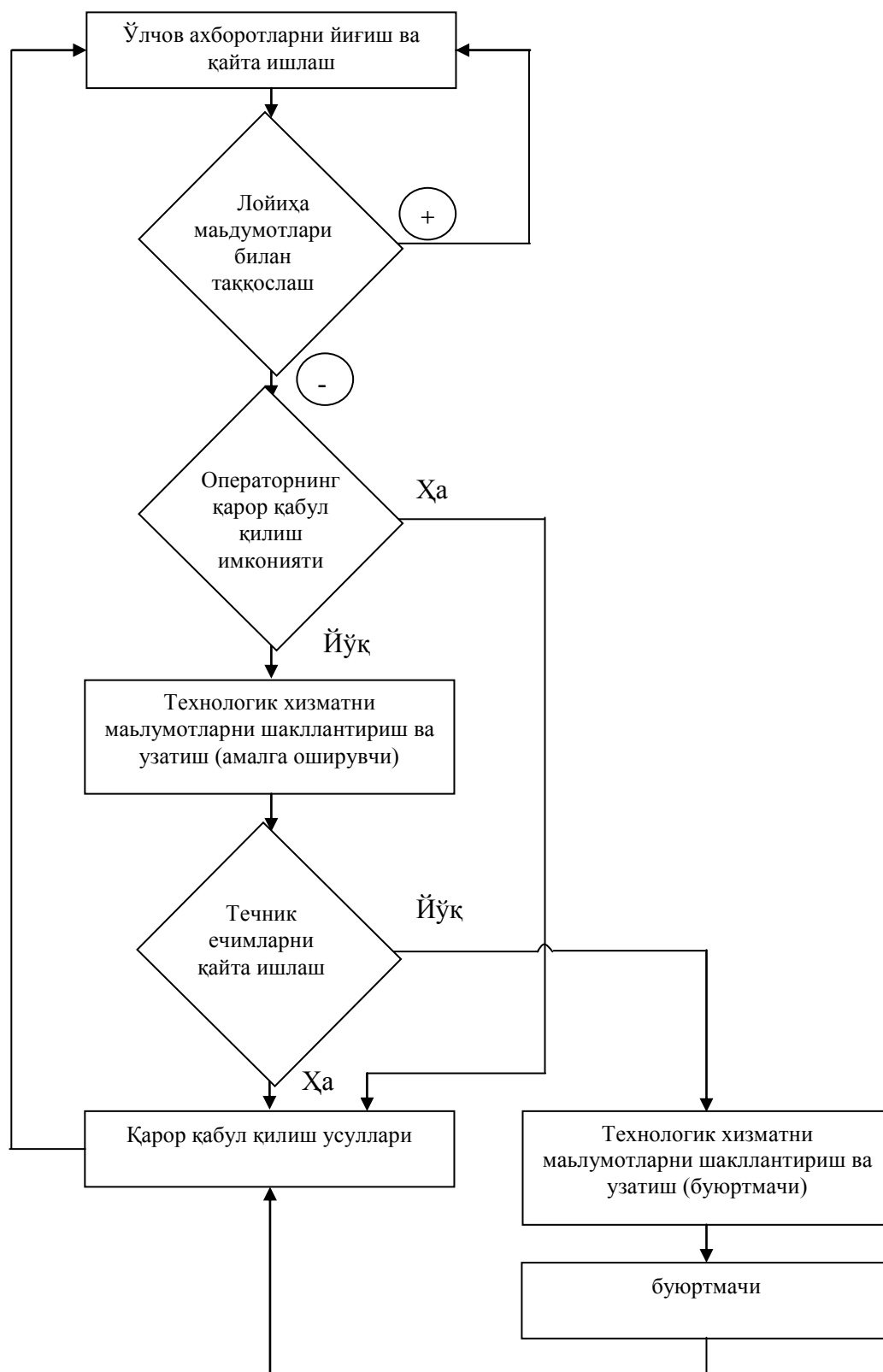
4) Кўрсатилган блок-схемадан кўриниб турибдики, қарор қабул қилиш процедураси 3 та даражага эга:

– Бурғулаш оператори даражаси;

– Пудратчи даражаси;

– Буюртмачи даражаси.

Кўрсатиб ўтилган даражалар кўпинча ихтиёрий ва субъектив равишда шаклландиган баъзи стандарт ечимлар ва уларни қабул қилиш методикаларининг иерархик тўплами кўринишида тақдим этилган.



1.4-расм. Бошқарилувчи таъсирларни қайта ишлашнинг мавжуд алгоритмларининг схемаси

Қарор қабул қилиш мавжуд усулининг асосий камчиликлари қуйидагилардир:

- Бошқарув таъсирининг аниқланиши (оператор, технолог ва б.ларнинг) аниқ субъектив тажрибаси асосида амалга оширилади;
- оптималлаш имкониятлари чегараланган;
- ечим ишловининг процедураси, айниқса, учала даражанинг ҳаммасидан фойдаланганида, жуда давомий бўлиши мумкин.

Қарор қабул қилиш осттизимини ташкиллаштиришнинг энг самарали шакли бўлиб - уни бошқарувчи ЭХМ да яратиш, яъни бошқарувнинг автоматлаштирилган принципининг амалга оширилиши ҳисобланади.

Шу билан бирга, бу принципнинг амалга оширилиши бир қатор техникавий ва илмий сабаблар (энг аввало, маълум талабларга жавоб бера оладиган ижро механизмларининг йўқлиги, ЭХМ базасида ишлов масалалари ечимини тезкор бошқарувини таъминлайдиган самарали математик, алгоритмик ва дастурий таъминотнинг йўқлиги) туфайли мураккабдир.

Автоматик тизимни яратишда бурғулаш жараёнида операторнинг бевосита иштирокини назарда тутадиган, компьютерлашган технологиялардан ва янги авлод ўлчов асбобларидан ҳамда ижро механизмларидан фойдаланган ҳолда бошқарувнинг автоматлаштирилган тизимини амалга ошириш билан боғлиқ ечимни топиш муҳим қадам бўлиб ҳисобланади.

Бундай тизимни тузиш учун, энг аввало, алгоритмик таъминотни, қуйидаги масалаларни ҳам қўшган ҳолда, ишлаб чиқиш масаласини ечиш зарур:

- 1) Бошқарув масаласининг математик қўйилиши.
- 2) Бурғулаш инструменти ҳаракати адекват математик моделини танлаш.
- 3) Турли типдаги БКТК ҳаракатини бошқарув алгоритмининг математик модель асосида ишлаб чиқиш.

4) БКТК ҳаракати траекториясининг башоратлаш алгоритмини ишлаб чиқиш.

Бурғулаш инструментининг математик моделини ишлаб чиқиш билан боғлиқ жиҳатларни, асос бўлувчи масала сифатида батафсил кўриб чиқамиз.

1.3. Бошқарув таъсирларини танлаш бўйича қарор қабул қилиш жараёнида бурғулаш инструментининг ҳаракатини башоратлаш ва қарорларни бажариш осттизими

БКТК ҳаракатини башоратлаш МТҚ ларни қазишда бошқарув таъсирларини танлаш бўйича қарор қабул қилиш жараёнидаги муҳим босқичлардан саналади.

Башоратлашнинг зарурияти жорий траекториянинг лойиҳадагидан сўзсиз оғиши ва бурғулаш вазифаларининг бажарилмаслиги хавфи билан боғлиқ. Критик вазиятлар бурғулаш инструменти ҳаракати траекториясининг башорати асосидагина ўз вақтида аниқланиши ҳам мумкин.

Қуйидагилар башоратлашнинг мақсади ҳисобланади [3,17-22]:

- башоратланаётган траекториянинг аввал бурғуланган қудуқларнинг танаси билан кесишиш хавфини баҳолаш (асосан лойиҳавий траекториянинг юқори қисмларида);
- траекториянинг мўлжалга – қисмнинг охириги нуқтасига ёки унумдор қатламнинг лойиҳавий очилиш нуқтасига тушишини баҳолаш;

Башоратга қўйиладиган умумий талаблар:

- башоратлашни ОБКТК ва НО БКТК томонидан бурғуланадиган лойиҳавий профилнинг турли қисмларида ўтказиш зарур;
- компановкалар параметрларининг ўзгариш имкониятини ҳисобга олиш зарур (шу жумладан, қийшайтиргични ўрнатиш бурчаги (φ) ва қийшайтиргич перекосининг бурчаги φ_1 ;

– кудук қийшайиши фазовий жадаллигининг зенит бурчаги, қийшайтиргич перекози бурчагининг катталигига боғлиқлигининг ҳисоби зарур ва ҳ.к.;

Қўлланилаётган БКТК ларга ва бошқарув таъсирларига боғлиқ ҳолда башоратлаш масаласини турлича қўйиш мумкин. Масаланинг энг содда қўйилиши тоғ жинслари ўзгармайдиган таркибда бўлганида ва бошқарув таъсирларининг катталиги сақланганидаги башоратлашга олиб келади. Масаланинг нисбатан мураккаб қўйилиши қуйидаги ҳолатларда ва ҳолатлар бирикмасида бўлади:

– башоратланаётган БКТК билан идентификация участкасининг мавжуд эмаслиги;

– бошқарув таъсирлари катталигининг ўзгариши;

– бурғулаш жараёнида БКТК нинг алмаштирилиши.

Масаланинг энг мураккаб қилиб қўйилиши - бу бир нечта БКТК ларнинг бошқарув таъсирларининг ўзгариши билан кетма-кет қўлланилиши бўлиб, бунда бурғулаш инструменти(асбоби)нинг ҳаракати модели параметрларининг идентификациясини ўтказиш мумкин бўлмаган ўтилган интервал мавжуд бўлмайди.

Мазкур башоратлашга лойиҳавий профилнинг ҳаммаси бўйича ҳаракат башоратлаши мос келиши керак.

Қарорни бажариш остизими (ҚБТ) қийматлари қарорларни режалаштириш остизимида шаклланадиган бошқарув таъсирларининг реализацияси функциясини бажаради (1.4- расм)

ҚБТ нинг умумлашган структураси ўз ичига қуйидаги элементларни олади:

– бурғулаш мастери (бурғулаш бригадаси) – серияли бурғулаш қурилмаларида МТҚ траекториясини бошқаришни амалга оширишда операцияларнинг кўпчилиги қўлда бажарилиши кераклигидан ҚБТ элементларининг координацияси ва ишлашини таъминлайди.

Бошқарувнинг амалга ошириш воситалари, қуйидагиларни ўз ичига олади:

- БКТК ни юқорига кўтариш ва забойга тушириш;
- БКТК тузилмасини шакллантириш;
- геометрик параметрларини шакллантириш;
- забойдаги БКТК нинг фазовий ориентацияси.

ҚБТнинг замонавий ривожланиши бошқарув реализацияси (амалга оширилиши) жараёнининг автоматлашишини таъминлайдиган воситаларнинг ишлаб чиқилиши ва жорий қилиниши билан боғлиқ. Ушбу воситалар бурғулаш жараёнини тўхтатмасдан туриб, БКТК параметрларининг телебошқарилувини таъминлайдиган ижро механизмларининг мавжудлигини тақозо қилади.

Юқорида айтиб ўтилганлардан шундай хулоса қилиш мумкинки, бурғулаш инструментларига бошқарув таъсирлари реализацияси воситаларининг замонавий даражаси МТҚ траекториясини автоматлаштирилган бошқарилишини амалга оширишга имкон беради.

Шундай қилиб, юқорида баён этилганларни умумлаштириб шундай хулосага келиш мумкин. МТҚ бурғулаш навигацион аспектининг аҳамияти қатор объектив сабабларга кўра ортиб боради. Шу вақтнинг ўзида йўналтирилган бурғулаш мавжуд тизимларнинг самарадорлигини ошириш имкониятлари қарор қабул қилиш осттизимининг камчиликлари, бурғулаш траекторияси параметрларини назорат қилиш воситаларининг номукамаллиги туфайли чекланган. МТҚ бурғулаш траекториясини оператив бошқариш самарадорлигини оширишни интеллектуал бошқариш методлари (усуллари)дан, юқори ишончли ва аниқ ўлчов воситаларидан ҳамда ахборот узатиш тизимларидан фойдаланган ҳолда жараёни автоматлаштириш асосида амалга ошириш мумкин. Бурғулаш траекториясини бошқаришнинг юқори сифатини таъминлайдиган бошқарув таъсирларининг ишланмасига БКТК ҳаракатинингадекват ва аниқ математик

моделларга таянган алгоритмик ва дастурий таъминот ҳамда замонавий компьютер технологияларидан фойдаланиш асосида эришиш мумкин.

Қудуқ стволи траекторияси параметрини назорат қилувчи мавжуд воситаларнинг таҳлили шуни кўрсатдики, қудуқ ўлчашлари учун энг мақбули бўлиб азимут феррозондли ўзгарткичи, қиялик датчики сифатида эса – физикавий маятникдан фойдаланилган кўмир датчики айланадиган трансформатор асосидаги ўзгарткичлар – акселометрлар) ҳисобланади. Бунинг устига, тўпланган натижалар ва тадқиқот натижаларининг кўрсатишича, қаттиқ мустаҳкамланган учўқли феррозонд ва акселометрларга эга инклинометрик ўзгарткичларни қўллаш БИХБТ учун энг истиқболли бўлиб ҳисобланади. Шу билан бирга, мавжуд воситалар чуқурлашган ўлчовларни олиб бориш шароитида (температура майдонларининг, механикавий ўта юкланишларнинг, Ер магнит майдони ўзгаришларининг таъсири, ўлчамлар(габаритлар)га қатъий чекланишлар ва кираолишлилик) талаб қилинадиган аниқликни ва ишончлиликни таъминлай олмайдилар. Чуқурлашган ахборотларни узатиш учун БИХБТ га алоқанинг гидроакустик каналлари тўғри келади, бу каналларнинг бизнинг мамлакатда қўлланилмаслиги унинг етарлича ўрганилмаганлиги билан тушунтирилади.

II БОБ. QUDUQLARNI BURG`ILASH TEXNOLOGIK JARAYONINI AVTOMATLASHTIRISH

2.1. Бурғулаш колоннаси туби компановкаси ҳаракатининг математик моделини тузишнинг умумий қоидалари ва принциплари

Бурғулашда кудуқларнинг назорат қилина олмайдиган башоратланиши тадқиқотларининг кўпчилиги кудуқ қийшайишининг сабабларини аниқлашга ва турли, долото(бурғи)нинг фрезерловчи қобиляти, кудуқнинг деворга накати (тахта), (тўсин қатори), геологик шароитлар ва б. каби омилларнинг таъсирини ўрганишга йўналтирилгандир [15, 23-28].

Назарий натижалар ва тўпланган тажрибалар асосида кудуқ қийшайиши башоратининг турли усуллари шаклланган. Ушбу усуллар қўлланилаётган компановкаларнинг ҳар бирининг идентификацияси масалаларини кудуқлар табиий қийшайишининг статистикаси, назарий натижалар, геологик шароитларда қўлланиладиган технологияларни ҳисобга олган ҳолда, ечишга имкон беради [25].

Кудуқларни траектория бўйича қазиш ва кудуқлар қийшайишини башоратлаш учун ушбу усулларни қўллашни таъминлайдиган турлича хусусий дастурлар ишлаб чиқилган. Бу соҳадаги асосий натижаларнинг обзори монографияда келтирилган [3]. Бир қатор ишлар бурғулаш жараёни ва қийшайишлар башоратининг математик моделлаштирилишига бағишланган [15, 27-30].

Кўпинча БКТК ҳаракатининг моделини қуришга умумий ёндашув сифатида қуйидаги муносабат ўринли бўладиган кинематик ва статистик ёндашувларнинг бирлашишининг маълум концепцияси қабул қилинади [6]:

$$\frac{dx_i}{dL_H} = F_1(x, U, L_H) + \Delta F_i(x, A, L_H) \quad (2.1)$$

бу ерда F_1 - БКТК ҳаракатининг кинематик тасаввурлари базасида қурилган функция бўлиб, ҳаракатнинг асосий қонуниятларини аниқлаб беради ва ўз ичига яққол тарзда қуйидаги параметрларни олади:

$x(\varphi, \theta, \alpha, x, y, z)$ - ҳолат координаталари вектори;

$U[k(L_H), \varphi(L_H)]$ - бошқарувчи параметрларнинг ОБКТК режимидаги вектори;

L_H - қудуқнинг жорий узунлиги;

ΔF_i - траекториянинг шаклланиш жараёнига ҳисобга олинмаган геологик омилларнинг таъсирини белгиловчи функция;

A - бурғулаш жараёнида жорий инклинометрик маълумотлар бўйича баҳоланадиган параметрлар вектори. Ушбу ёндашув асосида [13] да математик модель олинган:

$$\begin{aligned} \frac{d\theta}{dL_H} &= \frac{2}{L_B} \cdot \left[\left(\gamma_{oc} + \frac{f \cdot F_y}{F_{oc}} + \beta_{nc} \right) \cdot \cos \varphi - \frac{f \cdot Q_n \cdot \sin \theta}{F_{oc}} + \delta_1 \right] \\ \frac{d\alpha}{dL_H} &= \frac{2}{L_B} \cdot \left[\left(\gamma_{oc} + \frac{f \cdot F_y}{F_{oc}} + \beta_{nc} \right) \cdot \frac{\sin \varphi}{\sin \theta} + \delta_2 \right] \end{aligned} \quad (2.2)$$

бу ерда f - долото(бурғи)нинг фрезерловчи қобиляти коэффиценти;

F_y - қийшайтиргичнинг эгрилик текислигига таъсир қилувчи эластик қийшайтирувчи куч;

Q_n - компановка ўқиға перпендикуляр равишда пастга йўналган, БКТК йўналтирувчи (қисми)участкаси оғирлиги ташкил этувчиси;

γ_{uc} - забой двигатели оғирлиги ва ўқ юкламаси остида таъсири остида долото(бурғи) ўқи бурилиш бурчаги;

β_{nc} - компоновка ва қудуқнинг ўқларининг мос келмаслиги бурчаги;

δ_1, δ_2 - жинсларнинг анизотропияси (статистик ташкил этувчи) таъсирини ҳисобга оладиган коэффицентлар;

L_H - долотодаги нуқта ва қудуқ девори қуйи турбобури уринмаси нуқтаси орасидаги хорда узунлиги;

Бу моделнинг яққол кўриниб турган камчилиги δ_1 ва δ_2 коэффициентлар билан берилган статистик ташкил этувчининг мавжудлиги бўлиб, у кўпинча сезиларли қийматга эга бўлиши ва турли шароитларда универсализацияланмаслиги мумкин. Бурғулаш инструментининг ҳаракати моделини тузишга бағишланган қатор тадқиқотларда БКТК деформацияланмайдиган ёки қисман деформацияланадиган стержень кўринишидаги тасаввурдан фойдаланилади [7, 16]. Маълумки [22], БКТКнинг энг содда (силлиқ компановка деб аталадиган) конструкцияси долотони(бурғини), забой двигателини ўз ичига олади. Нефть ва газ қудуқларини бурғулаш практикасида (амалиётида) қудуқларнинг жуда озгина қийшайишига йўл қўйилади, шунинг учун бутун узунлигида эгилишга максимал даражада мустаҳкам бўлиши керак. Шу асосда қудуқдаги силлиқ компановка одатда сиқилган, оғир, эластик, балки узунлиги бўйича ўзгарувчан мустаҳкамликка эга тўсин деб тасаввур қилинади. Долото(бурғи)нинг диаметри доимо двигателларнинг диаметрларидан катта бўлади. Бу ердан чегаравий шартлар келиб чиқади – забой томонидан – тўсиннинг шарнирли(ошиқ мошиқ) маҳкамланиши, тўсиннинг бошқа учи - БКТКнинг қудуқ девори билан биринчи уринмаси нуқтасида бўлади. Уринма нуқтаси атрофида сезиларли даражадаги кўндаланг куч юзага келганлигидан, тўсиннинг бу учини мустаҳкам маҳкамланган (эластик фиксрланган) деб ҳисоблаш мумкин. Бу тахминлар сиқилган тўсиннинг ҳисоб-китоби, демек, БКТКга таъсир қилувчи барча кучлар ва моментлар учун етарли ҳисобланади.

Таянч элементларига эга БКТК ҳолати учун - бурғулаш колоннаси бир нечта марказлаштирувчи таянч элементлари билан жиҳозланади. Бундай КНБК шарнир(ошиқ мошиқ) таянчлардаги яхлит сиқилган тўсин кўринишида тасаввур қилиш мумкин. Забой томонидан таянч элементи сифатида долото(бурғи) келади, юқори таянч бўлиб ҳар доим мавжуд бўладиган биринчи уринма нуқтаси бўлади. Бу ерда ҳам чегаравий шартлар худди силлиқ компановка учун бўлганидаги кабидир. Материаллар қаршилиги

назариясида ишлатиладиган усуллар [17], жумладан, уч момент назарияси БКТКга таъсир қилаётган барча кучлар ва моментларни ҳисоблашга имкон беради.

Долото устидаги курилма таянч-марказлаштирувчи курилманинг ўрнатилиши силлиқ компановка учун моделни принципиал равишда ўзгартирмайди. Барча ориентирланмайдиган компановкалар ўзининг геометрик параметрлари бўйича ўқ симметриясига эга бўлиб, бу КНБК маълумотларининг характерли белгиси ҳисобланади. Ориентирлана-диган компановкалар сарасига забой двигателига эга эгри переводниги бўлган КБНК, шунингдек накладкали, эксцентрик шпилли ва бошқа бир нечта қийшайтирувчи курилмалар киради. Бундай компановкалар геометрик параметрлари ҳисобга олинган эластик ёки қаттиқ тўсинлардан иборат бўлади. Қийшайтиргичларнинг иши, одатда, уларнинг забойга сиға олиши билан боғлиқ. Қийшайтиргичли БКТК учун чегаравий шартлар худди силлиқ компановка учун бўлганидаги кабидир: забой тарафидан – тўсиннинг шарнирли мақкамланиши, тўсиннинг бошқа учи - БКТК – нинг қудуқ девори билан биринчи уринмаси нуқтасида бўлади.

[9] ишда БКТК ҳаракати учун динамик тенгламаларни тузиш усули берилган. Бунда биринчи уринма нуқтасида катта сиқувчи кучларнинг мавжудлиги далили ҳисобга олинади. Бурғулаш колоннаси (устуни) (ёки КНБК нинг юқори учи) қудуқ деворининг биринчи уринмаси нуқтасидаги эгрилиги бурғулаш колоннаси (устуни)нинг ўқ чизиғи ва қудуқнинг шу нуқтадаги эгрилиги билан бир хиллигини тахмин қилиш мантиқан тўғри бўлади. бу ердан колонна (устун)нинг кўндаланг кесимидаги уринма нуқтасидаги кесиб ўтувчи кучларни қуйидаги икки усул билан ҳисоблаш имконияти юзага келади:

а) эластик стерженларнинг кесими, масалан, эгилиш текислигидаги моментлар ва кесиб ўтувчи кучларнинг боғлиқлигидан келиб чиққан ҳолда;

б) материаллар қаршилиги назариясининг усулларида фойдаланиб ёки БКТКга таъсир қиладиган барча актив куч ва моментларни ҳисобга олиб стерженлар назарияси.

Кесиб ўтувчи кучлар мувозанати тенгламаси БКТК ҳаракатининг куйидаги тенгламасига олиб келади:

$$Gy_{x^3}''' = Gy_{x^3}'''(a_1, a_2, a_3, \dots);$$

бу ерда a_i - бурғулаш режими ва компановканинг механик, геометрик, технологик ва бошқа параметрлари;

G, y - стерженнинг мос равишда эгилиш ва букилишга қаттиқлиги.

Шундай қилиб, БКТК ҳаракатининг тузилишига бўлган кинематик ва динамий ёндашувлар бирлашади ва бу ҳаракатга таъсир қилувчи барча омилларни ҳисобга олиш имконияти тақдим этилади.

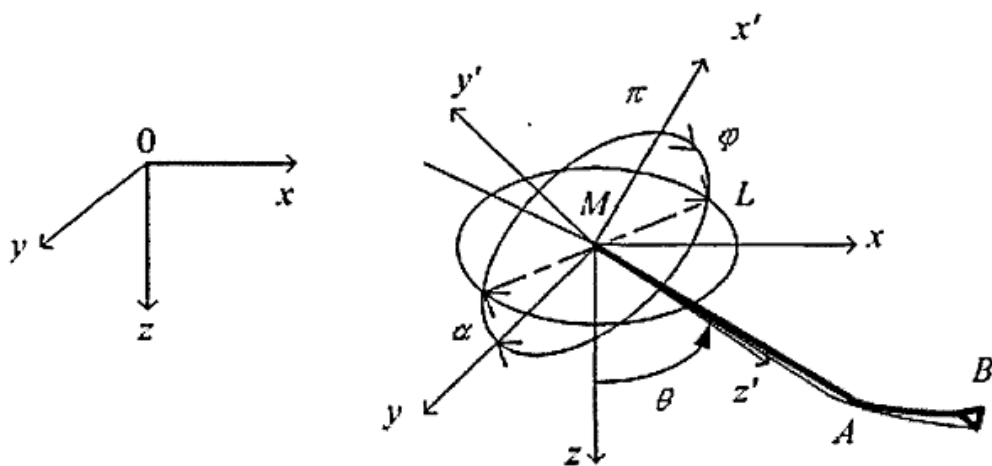
2.2. Бурғулаш колоннаси туби компановкасининг модификацияланган кинематик моделига асос бўлган тенгламалар тизимини танлаш ва асослаш

Ушбу босқичда бурғулаш инструментининг, МТҚ ларни бурғулашни тезкор бошқариш ва башоратлаш масалаларини ечиш учун бошқарув объекти сифатидаги, ҳаракатининг математик моделини тузиш масаласи ечилади.

Базавий сифатида – турбинали ёки винтли двигатель ва қийшиқ утказгичли қийшайтиргични ўз ичига олган, ориентирланадиган БКТК конструкциясини қараб чиқамиз. Бундай қийшайтиргичнинг ишини одатда эластик деформацияни ҳисобга олган ҳолда унинг кайд килиш бўйича аниқланади. Оптимал компановкани конструктурлаш ва танлаш босқичида қийшайтиргичнинг эластик хусусиятларини ҳисобга олиш қийшайтирувчи кучларни, қудуқнинг ўтказувчанлигини ва х.к. ҳисоблаш учун зарур.

Бурғулаш траекториясини бошқариш ва башоратлаш масалаларида қийшайтиргичнинг фазода, забойдаги ҳаракати тенгламасини билиш зарур. Бу тенгламаларни [9,11] да баён қилинган методика бўйича келтириб

чиқарамиз. (O, x, y, z) ҳаракатланувчи декарт координаталар тизими бўлсин. z ўқи вертикал бўйича пастга йўналган, y, x ўқлари эса дунё томонлари бўйича горизонтал текисликда жойлашган (2.1- расм). (M, x', y', z') эса, қийшайтиргич билан боғланган худди шундай ҳаракатчан координаталар тизими бўлсин. Mz' ўқи қийшайтиргичнинг юқори елкаси бўйлаб йўналган. Mx' ўқи қийшайтиргич текислигида, My' ўқ эса унга нормал бўйича жойлашган. (M, x', y', z') репернинг ҳолатини θ, α, φ Эйлер бурчаклари орқали аниқлаймиз [8]. Бу ҳолатда θ -зенит бурчаги, α - азимут бурчаги, φ - қийшайтиргич текислиги бурилиги бурчаги. Бурғулаш жараёнида қудук чуқурлашиши билан барча бурчаклар қудуқнинг стволи бўйича исталган қайд этилган нуқтадан $\theta(l), \alpha(l), \varphi(l)$ бошлаб ҳисобланган узунлиги l нинг функцияси бўлади. Бурчакларни ҳисоблаш қоидаси 2.1-расмда кўрсатилган. Ўша ерда ML_H - узеллар линияси, яъни горизонтал текислик π ва Mx', My' ўқлар текислигининг кесишиш линияси. MA, AB қийшайтиргич Mx', Mz' ўқларининг π' текислигида жойлашган.



2.1-расм. Қудук координаталар тизимида қийшайтиргичнинг ҳаракат схемаси

$\bar{e}_1, \bar{e}_2, \bar{e}_3$ - ўқларнинг ортлари бўлсин, мос равишда, Mx', My', Mz' . Триэдр ҳаракатининг $M, \bar{e}_1, \bar{e}_2, \bar{e}_3$ деривацион формулалар деб аталадиган тенгламасини ёзамиз [4]:

$$\begin{aligned}\dot{\bar{e}}_1 &= r\bar{e}_2 - q\bar{e}_3, \\ \dot{\bar{e}}_2 &= -r\bar{e}_1 + p\bar{e}_3, \\ \dot{\bar{e}}_3 &= q\bar{e}_1 - p\bar{e}_2\end{aligned}\quad (2.3)$$

бу ерда [4] ёндашув асосида Дарбу векторининг ташкил этувчисини аниқлаш мумкин:

$$\begin{aligned}p &= \dot{\theta} \sin \varphi - \dot{\alpha} \sin \theta \cos \varphi, \\ q &= \dot{\theta} \cos \varphi + \dot{\alpha} \sin \theta \sin \varphi, \\ r &= \dot{\alpha} \cos \theta + \dot{\varphi}, \\ (0 \leq \theta \leq \pi, 0 \leq \alpha \leq 2\pi, 0 \leq \varphi \leq 2\pi,)\end{aligned}\quad (2.4)$$

Худди юқоридагидек, нукталар билан l ёй узунлиги бўйича олинган ҳосилалар белгиланган. Триэдр айланиши бурчак тезлиги вектори қуйидагига тенг

$$\bar{\omega} = p\bar{e}_1 + q\bar{e}_2 + r\bar{e}_3 \quad (2.5)$$

Тенгламаларнинг иккинчи гуруҳи қуйидаги тарзда олинади. Агар OM (2.1-расм) – триэдр M нуктасининг радиус-вектори, унда

$$OM = \bar{e}_3 \quad (2.6)$$

тузилиши бўйича. Бошқа томондан косинуслар жадвали бўйича [4,14]:

$$\bar{e}_3 = \sin \theta \cos \alpha \bar{e}_1^0 + \sin \theta \sin \alpha \bar{e}_{21}^0 + \cos \theta \bar{e}_3^0$$

бу ерда $\bar{e}_j^0$ координаталар тизимининг ортлари $0, x, y, z$. Унда (2.6) тенгламани x, y, z координаталарда қуйидагича ёзиш мумкин:

$$OM = x\bar{e}_1^0 + y\bar{e}_2^0 + z\bar{e}_3^0.$$

бу ерда $\dot{x} = \sin \theta \cos \alpha, \dot{y} = \sin \theta \sin \alpha, \dot{z} = \cos \theta$. (2.7)

(2.3), (2.4), (2.7) тенгламалар тизими эгри чизик билан ихтиёрий бириктирилган ҳаракатчан триэдр $(M, \bar{e})_j$ ҳаракатини, унинг бошланиши (M нукта) эгри чизик бўйлаб бирлик тезлик билан ҳаракатланганда,

тавсифлайди. Агар θ, ψ, φ бурчаклар l нинг функцияси каби берилган бўлса, улар маълум эгри чизикни шундай тарзда тавсифлайди. Дарҳақиқат, (2.3), (2.4), (2.7) тенгламалар умумий: $x(l), y(l), z(l); \theta(l), \alpha(l), \varphi(l)$; ечимга эга бўлиб, бу ерда биринчи учта функция $x(l), y(l), z(l)$ эгри чизикнинг параметрик тенгламаларини аниқлайди. Бу эгри чизик унинг фазода жойлашишига аниқликда топилган.

Кўрилатган ҳолатда M, x', y', z' триэдр қийшайтиргич билан шундай бириктирилганки, $\bar{e}_3$ вектор қийшайтиргичнинг юқори елкаси бўйича ва M нуқтадаги уринма бўйича йўналган, қийшайтиргич текислиги эса x', z' текисликда ётади ва перекос Mx' ўқи томонига йўналган (2.1-расм). Бунинг натижасида бурчак тезликнинг Mx' ўқи бўйича ташкил этувчиси нолга тенг бўлади.

$$p = 0, \quad (2.8)$$

бунинг устига унинг My' ўқи бўйича ташкил этувчиси қуйидагига тенг бўлади

$$q = k \quad (2.9)$$

K - траекториянинг қийшайтиргич текислигидаги эгрилиги.

(2.3), (2.4), (2.7) тенгламалар (2.8), (2.9) тенгламалар билан бирга қийшайтиргичнинг забойдаги ҳаракати тенгламаларини ташкил қилади. Бу ердаги φ бурчак маълум ёки бошқа қўшимча шартлардан аниқланадиган функция эканлигидан, қийшайтиргичнинг ҳаракатини, яъни бурғулаш траекториясини аниқлаш учун (2.7) - (2.9) тенгламаларнинг ўзи етарли бўлади.

(2.8), (2.9) тенгламаларни яққол кўринишда ёзамиз:

$$\begin{aligned} \dot{\theta} \sin \varphi - \dot{\alpha} \sin \theta \cos \varphi &= 0, \\ \dot{\theta} \cos \varphi - \dot{\alpha} \sin \theta \sin \varphi &= q \end{aligned} \quad (2.10)$$

Уларни $\dot{\alpha}, \dot{\theta}$ га нисбатан ечиб, топамиз

$$\begin{aligned} \dot{\theta} &= k \cos \varphi, \\ \dot{\alpha} &= k \frac{\sin \varphi}{\sin \theta}, \end{aligned} \quad (2.11)$$

Бу ерда тенгламаларни бирлаштирамиз:

$$\dot{x} = \sin \theta \cos \alpha, \quad \dot{y} = \sin \theta \sin \alpha, \quad \dot{z} = \cos \theta \quad (2.12)$$

(2.11), (2.12) бешта тенгламадан иборат тизим эгри ўтказгичга эга турбинали ёки винтли қийшайтиргич – бошқариладиган объектнинг ҳаракат тенгламасини тавсифлайди. Уларда аниқланиши керак бўлган функция ствол бўйича чуқурликка боғлиқ бўлади. $l: \theta = \theta(l), (0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2})$ - зенит бурчаги; $\alpha = \alpha(l), 0 \leq \alpha \leq 2\pi$ - азимут бурчаги; x, y, z - қудуқ стволи ўқ чизигининг декарт координаталари нуқталари.

Энди ушбу катталики қийшайтиргичнинг параметрлари ва ўқ юқламасининг катталигидан келиб чиққан ҳолда аниқлаймиз.

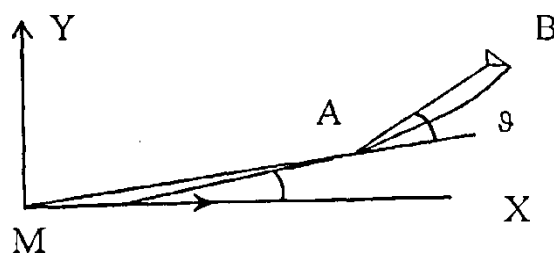
2.2 - расмда қаттиқ қийшайтиргичнинг ҳисобланган схемаси келтирилган бўлиб, унинг ҳаракатига бўладиган эластик деформацияни ҳисобга олади. Энг аввало $\triangle MAB$ учбурчакдан ва унинг R радиусли айланага киритилишидан [13] формула келиб чиқади:

$$R = \frac{L_B + L_H}{2 \sin(\vartheta - \beta)}, \quad (2.13)$$

бу ерда R - гипотетик айлананинг радиуси бўлиб, унга қийшайтиргич сиғиши керак; L_B - қийшайтиргич юқори елкасининг узунлиги, L_H - қийшайтиргич қуйи елкасининг узунлиги; ϑ - қийшайтиргич перекосининг бурчаги; β - қийшайтиргич ва қудуқ ўқлари мос келмаслиги бурчаги. Бу ерда β бурчак қуйидаги нисбатдан топилади:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{D - d}{2L_H}, \quad \text{бу ерда } D, d - \text{мос равишда долот ва қийшайтиргичнинг}$$

диаметрлари.



2.2-расм. Қаттиқ қийшайтиргичнинг ҳисобланган схемаси

Қийшайтиргичнинг юқори елкаси АМ эластик колоннанинг эксцентрик юкланган бўйлама куч P таъсирида турибди. Бу ерда эксцентриситет ε қуйидагича топилади:

$$\varepsilon = L_H \sin \vartheta \quad (2.14)$$

Қараб чиқиладиган ҳолат учун эгилган ўқ тенгламаси қуйидагича олинган [26]:

$$y = \varepsilon \frac{(1 - \cos pX)}{\cos pL_B}, \quad p^2 = \frac{P}{G};$$

бу ерда X - жорий координата; G - қийшайтиргичнинг эгилишга мустаҳкамлиги; P - ўқ кучи; p - параметр.

Шундай қилиб, колонна эгилиши бурчаги λ нинг тангенсини қуйидагига тенг:

$$\operatorname{tg} \lambda = \varepsilon \frac{P \sin pL_B}{\cos pL_b} \quad (2.15)$$

Ушбу тенгсизлик ўринли эканлигидан:

$$p^2 = \frac{P}{G} \ll 1,$$

$\sin pL_B \approx pL_B$, $\cos pL_B \approx 1$ деб қабул қилиш мумкин. ε нинг (2.14) ва (2.15)даги қийматини қўйиб, қуйидагини оламиз:

$$\lambda \approx \operatorname{tg} \lambda \approx \frac{\vartheta PL_B L_H}{G} \quad (2.16)$$

(2.11) даги λ бурчакка ϑ бурчакни қўшамиз. Натижада қуйидагини оламиз

$$R = \frac{L_B + L_H}{2 \sin(\vartheta \frac{PL_H L_B}{G} + \vartheta - \beta)} \quad (2.17)$$

Синус бурчаги остидаги бурчакнинг кичиклигидан тахминан қуйидагича ёзиш мумкин

$$\sin(\vartheta \frac{PL_H L_B}{G} + \vartheta - \beta) \approx \vartheta(1 + \frac{PL_H L_B}{G}) - \beta.$$

$\chi(P, \vartheta) = \frac{1}{R}$ ни қуйидагига тенг бўлган эластик деформацияни ҳисобга олган ҳолда қийшайиш жадаллиги орқали белгилаймиз

$$\chi(P, \vartheta) = 2 \frac{\vartheta(1 + \frac{PL_H L_B}{G}) - \beta}{L_B + L_H}. \quad (2.18)$$

(2.18) формулани текисликдаги бурғулаш ҳолати учун фойдаланиб, траектория оғишининг бурчагини интеграллаш йўли билан ҳисоблаш мумкин. Бунда қуйидагини ҳисобга оламиз

$$\chi(P, \vartheta) = \frac{d\psi}{dl}, \quad (2.19)$$

бу ерда ψ - траекториянинг оғиш бурчаги; l - дуги траектория ёйининг узунлиги. (2.19) ифоданинг иккала қисмини интеграллаб, топамиз

$$\psi(l) - \psi(l_0) = 2 \frac{\vartheta(1 + \frac{PL_H L_B}{G}) - \beta}{L_B + L_H} (l - l_0), \quad (2.20)$$

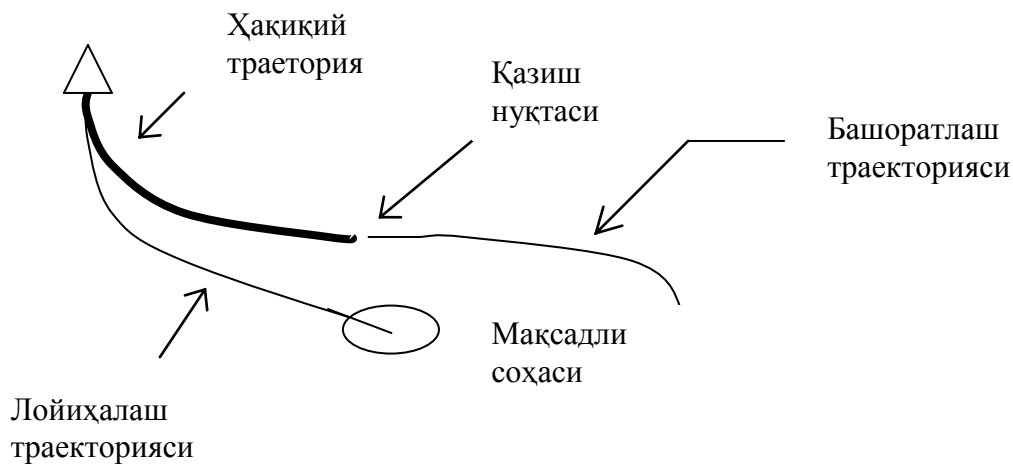
бу ерда $\psi(l_0)$ - бурғулаш бошланишидаги бурчак, масалан, $l_0 = 0$.

2.3. Траекторияларнинг регрессион таҳлил ва кинематик модел асосидаги башоратлаш алгоритмлари

Таҳлилларнинг кўрсатишича, қудуқ траекториясининг прогнозланишига (башоратланишига) қуйидаги ёндашувлар бўлиши мумкин (2.3- расм):

- қисқа муддатли башоратлаш – қудуқнинг бурғуланган траекториясининг регрессион таҳлиliga асосланган. Ушбу ҳолатда башоратлашнинг етарлича аниқлиги БКТК алмаштирилмаганида кўпи билан 100 м гача таъминланади;

- узоқ муддатли башоратлаш – БКТК ҳаракатининг унинг алмаштирилишини, бурғуланаётган жинснинг хусусиятларини ҳисобга олган ҳолдаги кинематик математик моделини қўллашга асосланган. Ушбу ҳолатда башоратлашнинг етарлича аниқлиги 1000 м гача бўлган интервалда (оралиқда) таъминланади.



2.39-расм. Траекторияни башоратлашнинг умумий схемаси

Қисқа муддатли башоратлаш алгоритмларини батафсил кўриб чиқамиз. Қисқа муддатли башоратлашни такомиллаштиришнинг асосий мақсади - бурғуланаётган қудуқнинг реал геологик-технологик шарт-шароитларини ҳисобга оладиган башоратловчи функция (БФ) ни шакллантириш асосида унинг аниқлилигини орттиришдир.

Сферик координаталар тизими:

- зенит бурчаги (θ) - қудуқ ўқиға уринма ва уринма нуқтасидаги вертикал тўғри чизиқ орасидаги бурчак;
- азимутал бурчак (α) - ўлчаш нуқтасида қудуқ стволига уринманинг горизонтал проекцияси азимути;
- қудуқ стволининг қудуқ оғзидан ўлчаш нуқтасигача бўлган узунлиги (l).

Тўғри бурчакли тизим координаталари [23]:

- X ўқи – шимолий магнит қутби йўналишида магнит меридианига ўтказилган уринма;
- Y ўқи – шарқий магнит томонига йўналган;
- Z ўқи вертикал бўйича пастга йўналган.

Олиб борилган таҳлил асосига башоратловчи координаталар тизимининг танланишига бўлган қуйидаги ёндашув танланган:

1) асосий тизим – қўлланилишида башоратловчи функциялар параметрик шаклда синтезланадиган сферик координаталар;

$$\alpha = f_1(l); \theta = f_2(l); \quad (2.32)$$

2) ёрдамчи тизим – башоратланадиган сферик координаталар асосида билвосита ҳисобланадиган тўғри бурчакли координаталар:

$$y = y(\alpha, \theta, l); z = z(\alpha, \theta, l); x = x(\alpha, \theta, l). \quad (2.33)$$

(2.33) ифоданинг ўнг қисми (2.12) дифференциал тенгламаларни ечиш билан аниқланади:

$$\begin{aligned} dx/dl &= \sin(\theta) \cos(\alpha); \\ dy/dl &= \sin(\theta) \sin(\alpha); \\ dz/dl &= \cos(\theta). \end{aligned} \quad (2.34)$$

Таҳлил учун базавий математик моделлар сифатида қуйидагилар қабул қилиниши мумкин:

1) физикавий модель [7]:

$$\begin{aligned} d\theta/dl &= k \cos(f); \\ d\alpha/dl &= k \sin(f)/\sin(\theta) \end{aligned} \quad (2.35)$$

бу ерда k - қудуқнинг жорий фазовий эгрилиги;

f - колоннанинг буралиш бурчаги;

2) эмпирик модель [23]:

$$d\theta/dl = r - b\theta^2, \quad (2.36)$$

бу ерда r, b - корреляциянинг [23] да кўрсатилган эмпирик коэффициентлари. Бурғуланган қудуқларнинг инклинотграммалари ва математик моделларининг ўтказилган таҳлили қуйидаги хулосаларга келишга имкон беради:

1) физикавий моделлар тенгламаларини бевосита БФлар сифатида қўлланилиши қуйидаги сабабларга кўра мақсадга мувофиқ эмас: модель параметрлари технологик жараённинг физикавий характеристикалари ҳисобланиб, уларни регрессион таҳлил асосида аниқланиши тегишли маълумотларнинг мавжуд эмаслигидан мумкин эмас; дифференциал

тенгламаларнинг нозичлиги характери регрессион таҳлил жараёнида анчагина мураккаблаштиради;

2) физикавий моделларни етарлича содда тузилмага эга бўлган ва ўз ичига регрессион таҳлил натижаларида аниқланадиган ўлчамсиз параметрларни оладиган функциялар билан аппроксимациялаш мақсадга мувофиқдир.

а) зенит бурчаги учун башоратланадиган функциялар синфи

Зенит бурчаги учун БФ) синфини танлашда қуйидаги мулоҳазалар ҳисобга олинади:

1) (2.35) физикавий моделга кўра, зенит бурчаги (θ) учун тенгламалар азимутга боғлиқ эмас ва ягона аргумент сифатида қудук узунлигини (l) бўлади;

2) (2.35) тизимнинг k ва f параметрларнинг турли қийматлари учун ечимининг ўтказилган таҳлили шуни кўрсатдики, уни қисқа участкаларда (20...50 м) қудук узунлиги бўйича 3-тартибдан юқори бўлмаган даражали полиномлар орқали аппроксимациялаш мумкин экан. k ва f параметрлар ўзгаришининг турлича характери учун полином тартиблари 2.1-жадвалда келтирилган, бу ерда Mt - регрессия алгебраик тенгламаларининг тартиби.

2.1-жадвал

Mt	k	f
0	0	-
1	const	0
2	var	0
3	var	const
3	var	var

3) даражали полиномлардан фойдаланиш башоратланаётган функция коэффицентларини аниқлаш учун регрессион таҳлилнинг стандарт усулларида фойдаланишга имкон беради.

Юқорида баён этилганларни ҳисобга олган ҳолда, (l) кудук узунлиги функциясида синф сифатида доирасида зенит бурчагининг башоратланаётган танлови амалга оширилиши мумкин бўлган даражали полиномни олампиз:

$$\theta = a_0 + a_1 l + \dots + a_p l^p \quad (2.37)$$

Бу ерда p - полином тартиби бўлиб, 0 дан 3 гача бўлган қийматларни қабул қилади

б) Азимутал бурчак учун функциялар синфи.

Азимутал бурчак учун БФ синфини танлаш қуйидагиларга асосланган:

1) (2.35) физикавий моделга мувофиқ, α азимут учун тенгламалар θ зенит бурчаги ва кудук узунлиги l бурчагига боғлиқ;

2) (2.35) тизимнинг k ва f лар қийматлари ўзгаришининг турлича характеридаги ечимининг таҳлили шуни кўрсатадики, α қийматининг қисқа участкаларда (20...50 м) l кудук чуқурлиги ва θ зенит бурчаги бўйича даражали полиномлар орқали аппроксимациялаш мумкинлигини кўрсатди. k ва f лар ўзгаришининг турли характери учун полиномларнинг тартиби 2.2-жадвалда келтирилган, бу ерда M_a - полином тартиби;

2.2-жадвал

M_a	K	f
0	0	-
0	Const	0
0	var	0
2	var	const
3	var	var

3) худди юқоридагидек, полиномлардан фойдаланиш башоратланаётган функция параметрларини аниқлаш учун регрессион таҳлилнинг стандарт усуллари қўллашга имкон беради. Азимутал

бурчакнинг аппроксимацияси учун (θ, l) аргументларнинг турли комбинациялари учун регрессион тенгламаларнинг тўлиқ тизими 24 та тенгламани ўз ичига олади.

Шундай қилиб, доирасида азимутал бурчакнинг башоратлаш функциясини танлаш амалга ошириладиган, синф сифатида 2та аргументдан – кудук узунлиги ва зенит бурчагидан олинган даражали полином белгиланган:

$$\alpha = P_1(l) + P_2(\theta), \quad (2.38)$$

бу ерда

$$P_1(l) = b_0 + b_1 l + \dots + b_{p_1} l^{p_1}, \quad (p_1 = 0 \dots 3),$$

$$P_2(\theta) = c_0 \theta + \dots + c_{p_2} \theta^{p_2}, \quad (p_2 = 0 \dots 3),$$

Ушбу ҳолатда прогнозловчи (башоратловчи) функция оптималлиги критерийини танлаш функцияларнинг берилган синфида зенит ва азимутал бурчаклар учун БФ коэффициентларининг қиймати ва оптимал структураси танлашни англатади (2.37) - (2.38).

Оптимизация масаласининг математик жиҳатдан қўйилиши қуйидаги элементларни аниқлашни талаб қилади:

- 1) БФ нинг оптималлашадиган параметрлари ва уларни аниқлаш соҳалари;
- 2) оптималлик мезони ва унинг оптималлашадиган параметрларга функционал боғлиқлиги.

Қуйида БФ нинг оптималлашадиган параметрлари сифатида қуйидагилар келади деб фараз қиламиз: полиномнинг аргумент бўйича мураккаблиги - БФ структурасида ушбу аргументнинг максимал даражасига мос келган скаляр катталиқ. Полином учун

$$P(l, \theta) = b_0 + b_1 l + \dots + b_{p_1} l^{p_1} + b_{p_1+1} \theta + \dots + b_{p_1+p_2} \theta^{p_2},$$

эга бўламиз: $S_x(l) = p_1$; $s_x(\theta) = p_2$;

- 1) коэффициентлар;
- 2) ўрганиш (регрессия) интервали узунлиги $\Delta n_{\text{ио}}$.

Берилган мураккаблик (S) ва ўрганиш интервали ($\Delta n_{\text{ИО}}$) учун БФ нинг коэффициентлари бир қийматли аниқланганлигидан, келгусида оптималлашадиган параметрлар сифатида БФ нинг мураккаблиги (S) ва ўрганиш интервали узунлиги $\Delta n_{\text{ИО}}$ қабул қилинади.

БФ нинг оптималлиги умумий ҳолатда унинг башоратланадиган траектория билан, унинг асосида олинган ҳақиқий траектория билан мос келиш даражаси билан аниқланади. БФ ни тезкор шакллантириш шароитида, унинг априор баҳоси зарур бўлиб, масалан, у ўртача квадратик оғишни ҳисоблаш асосида траекториянинг регрессия интервалидаги маълумотлар билан мос келиши даражаси орқали амалга оширилиши мумкин.

$$J_1 = \frac{1}{n_1 - n_0} \sqrt{\sum_{i=n_1}^{i=n_2} (x_{\text{э}i} - x_{2_{\text{нп}i}})^2}, \quad (2.39)$$

бу ерда $x_{\text{э}i}$ – экспериментал нуқталар ($i = n_1, \dots, n_2$);

$x_{\text{нп}i}$ - БФ асосида ҳисобланган нуқталар;

$n_1 - n_0 = \Delta n_{\text{Ир}}$ - регрессия интервали узунлиги.

Мазкур масалани ечиш учун регрессия интервалини иккита кичик интервалга ажратиш билан боғлиқ регуляризация критерийидан ҳам фойдаланиш мумкин [26]:

1) ўрганиш интервали (ЎИ) - БФ нинг (2.39) критерийи бўйича берилган мураккабликли коэффициентларини аниқлашни таъминлайди;

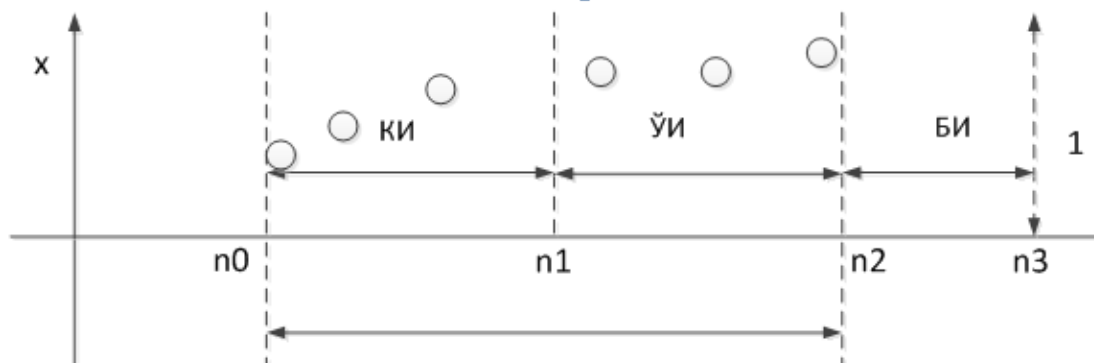
2) назорат интервали (НИ) – берилган интервалда олинган БФнинг реал траекториядан ўртача квадратик оғиш бўйича экстраполировкни хусусиятларини баҳолашни таъминлайди:

$$J_2 = \frac{1}{n_2 - n_1} \sqrt{\sum_{i=n_1}^{i=n_2} (x_{\text{э}i} - x_{2_{\text{нп}i}})^2}, \quad (2.40)$$

бу ерда $n_2 - n_1 = \Delta n_{\text{БР}}$ - назорат интервали узунлиги.

2.4 – расмда ($n_3 - n_0$) нуқталардан иборат X координата ўзгаришининг кетма-кетлиги берилган. n_1 рақамли нуқта экспериментал кетма-кетликни

назорат интервали ва ўрганиш интервалига бўлади; $(n_3 - n_2)$ – башоратлаш интервалининг (БИ) узунлиги.



2.4-расм. Координата ўзгаришининг кетма-кетлиги

Амалий тадқиқотлар шуни кўрсатдики, башоратлашнинг аниқлиги бўйича энг яхши натижалар регуляризация критерийида – ўрганиш интервалида ўртача квадратик хатодаги аддитив ташкил этувчини ҳисобга олганда эришилади. Шу муносабат билан келгусида БФ оптималлиги критерийи сифатида келгусида қуйидаги умумлашган катталиқ олинади:

$$J = k_1 \cdot J_1 + k_2 \cdot J_2, \quad (2.41)$$

бу ерда k_1, k_2 - оғирлик коэффициентлари ($k_1, k_2 \in [0, 1 \dots 1, 0]$);

J_1, J_2 - мос равишда БФ нинг назорат ва ўрганиш интервалларидаги реал траекториядан ўртача квадратик оғиши.

БФ оптимал синтези масаласини ечишда қуйидагилар маълум деб фараз қиламиз:

- 1) маълумотларнинг экспериментал кетма-кетлиги:

$$\theta_i, \alpha_i, l_i (i = n_0, \dots, n_3);$$

- 2) назорат интервали узунлиги: $\Delta n_{ИК}$

- 3) (2.37) - (2.38) БФ синфлари;

- 4) БФ ўрганиш интервалининг узунлиги ва мураккаблигига қўйиладиган талаблар:

$$\begin{aligned} S_{\min} < S_{\alpha} < S_{\max}; S_{\min} < S_{\theta} < S_{\max}; \\ \Delta n_{\max} \geq \Delta n_{HO} \geq \Delta n_{\min} \end{aligned} \quad (2.42)$$

БФ мураккаблиги S_{θ}, S_{α} нинг ва ўрганиш интервали узунлиги $(\Delta n_{HO, \theta}, \Delta n_{HO, \alpha})$ нинг оптимал қийматини аниқлаш талаб қилинади, бу қийматлар, (2.42) чекланишларни қаноатлантирадиган θ ва α қийматлар учун (2.41) критерийларнинг минимумини таъминлайди:

$$\begin{aligned} S_{\theta_{opt}}, \Delta n_{HO\theta_{opt}} : J_{\theta} &\rightarrow \min, \\ S_{\alpha_{opt}}, \Delta n_{HO\alpha_{opt}} : J_{\alpha} &\rightarrow \min \end{aligned} \quad (2.43)$$

Ушбу масала нозичлиқли дастурлашнинг кўп критерийли масалалари синфига киради. Унинг ечимига батафсил тўхталамиз.

Зенит бурчаги БФ синтезининг алгоритми шуни назарда тутадик, θ зенит бурчаги учун БФ синфи (2.37)га мувофиқ, қудуқ l узунлигидан даражали полином кўринишига эга бўлади. бу полиномнинг мураккаблиги унинг (S) параметри билан аниқланади, (α_i) параметрлар θ_i, l_i экспериментал маълумотларнинг функцияси ҳисобланади ва ўрганиш интегралининг узунлигига $\Delta n_{HO\theta}$ боғлиқ бўлади.

$$\theta(l) = P_s(l) = a_0 + a_1 l + \dots + a_s l^s.$$

БФ синтезининг мақсади - θ координата учун (2.41) БФ оптималлилиги критерийини минималлаштирадиган S_{θ} , $\Delta n_{HO\theta}$, қийматларни топишдир:

$$S_{\theta_{opt}}, \Delta n_{HO\theta_{opt}} : J_{\theta} \rightarrow \min. \quad (2.44)$$

Оптималлаштирувчи параметрларга қўйиладиган чеклашлар қуйидаги нисбат билан аниқланади:

$$\begin{aligned} \Delta n_{HO\theta_{\min}} \leq \Delta n_{HO\theta} \leq (n_2 - \Delta n_{HK}) \\ S_{\theta_{\min}} < S_{\theta} < S_{\theta_{\max}}; \end{aligned}$$

бу ерда Δn_{HO} - ўрганиш интервалининг 3 та нуқтадан иборат деб қабул қилинган минимал узунлиги, учинчи тартибдан катта бўлмаган полином коэффициентларини энг кичик квадратлар усули (ЭККУ) ёрдамида ҳисоблаш учун;

$\Delta n_{IK\alpha}$ - назорат интервали НИНинг 3 та нуқтага тенг деб қабул қилинган узунлиги;

$$S_{\alpha \min} = 0; S_{\alpha \max} = 3.$$

Таклиф қилинган излаш алгоритми турли (S_i) мураккабликдаги БФ ларнинг вариантларини ўрганиш интервалининг ҳар бир қадамида оптимизациялаб кетма-кет танлашга асослангандир.

Шундай қилиб оптимал мураккаблик ва ўрганиш интервали узунлигига эга БФ аниқланади.

Азимутал бурчак учун БФ синтезининг алгоритми азимутал бурчак учун БФ синфи (2.38) га кўра, зенит бурчаги ва қудуқ узунлигидан l даражали полином кўринишида бўлишини назарда тутди. БФ нинг мураккаблиги ушбу полиномнинг тартиби ($S = (S_{\alpha}(l), S_{\alpha}(\theta))$), экспериментал маълумотлар таркиби b_i , ўрганиш интервали узунлиги $\Delta n_{IO\alpha}$: параметрлари билан аниқланади

$$\alpha(l, \theta) = b_0 + b_1 l + \dots + b_{p1} l^{p1} + b_{p1+1} \theta + \dots + b_{p1+p2} \theta^{(p2)}, \quad (2.45)$$

БФ синтезининг мақсади - α координата учун БФ оптималлик критерийси (2.41) минималлаштирувчи қийматларни излашдир:

$$S_{\alpha, onm}, \Delta n_{IO\alpha, onm} : J_a \rightarrow \min.$$

Оптималлаштирувчи параметрларга қўйиладиган чеклашлар қуйидаги нисбат билан аниқланади:

$$\begin{aligned} \Delta n_{IO\alpha \min} &\leq \Delta n_{IO\alpha} \leq (n0 - \Delta n_{IK}) \\ S_{\alpha}(l)_{\min} &< S_{\alpha}(l) < S_{\alpha}(l)_{\max}; \\ S_{\alpha}(\theta)_{\min} &< S_{\alpha}(\theta) < S_{\alpha}(\theta)_{\max}, \end{aligned}$$

бу ерда $\Delta n_{IO\alpha \min}$ - учинчи тартибдан катта бўлмаган полином коэффициентларини ЭККУ ёрдамида ҳисоблаш учун ўрганиш интервалининг 3 та нуқтадан иборат деб қабул қилинган минимал узунлиги;

$\Delta n_{IK\alpha}$ - назорат интервали НИНинг 2 та нуқтага тенг деб қабул қилинган узунлиги;

$$S_{\alpha \min} = 0; S_{\alpha \max} = 3.$$

Излаш алгоритми турли (S_i) мураккабликдаги БФ ларнинг вариантларини ўрганиш интервалининг $\Delta n_{IO\alpha i}$ ҳар бир қадамида оптимизациялаб кетма-кет танлашга асослангандир.

БФ нинг барча вариантларини мураккаблик бўйича ҳисобидан кейин, уларнинг ичидан мунтазамлик критерийи (J) бўйича энг оптимали танланади:

$$S_{\alpha onm} : J(S) = \min(J_{onmi})$$

Башоратлаш ишончли интервалининг аниқланиши қуйидаги омиллар билан белгиланади:

1) Башоратлаш интервали узунлиги бўйича башоратлаш аниқлигининг йўл қўйиладиган йўқолиши;

2) Башоратлашнинг талаб қилинадиган аниқлиги.

Айтилганларга асосланган ҳолда, башоратлаш ишончли интервали танлашнинг қуйидаги алготирмини таклиф қиламиз.

Фараз қиламизки, башоратлаш хатолиги ортишининг тезлиги назорат интервалида ўрганиш интервалига қараганда ортиши тезлиги билан аниқланади:

$$V = (\sigma_{IK} - \sigma_{IO}) / (\Delta l_{IK} + \Delta l_{IO}) \quad (2.46)$$

бу ерда σ_{IK} - назорат интервалида маълумотларнинг ўртача квадратик оғиши;

σ_{IO} - ўрганиш интервалида ўртача квадратик оғиши;

$\Delta l_{IK}, \Delta l_{IO}$ - мос равишда назорат ва ўрганиш интерваллари.

Аниқликнинг йўқолиш тезлиги ўзгармайди деб, башоратланадиган аниқлик қуйидаги муносабат билан аниқланади:

$$\sigma_{II} = \sigma_{IK} + V \cdot \Delta l_{IP} \quad (2.47)$$

бу ерда Δl_{IP} - қудуқ узунлиги бўйича башорат интервали.

Талаб қилинаётган аниқликни ($\sigma_{\text{ДОП}}$) таъминлаш шартини тенгсизлик кўринишида бериш мумкин:

$$\sigma_{\text{ДОП}} \geq \sigma_{\text{ИК}} + V\Delta l_{\text{ПР}}.$$

Бу ердан башоратнинг ишончли интервали топилади:

$$\Delta l_{\text{ДОВ}} \leq (\sigma_{\text{ДОП}} - \sigma_{\text{ИК}})/V \quad (2.48)$$

бу ерда $\sigma_{\text{ДОП}}$ - прогноз (башорат)нинг йўл қўйиладиган абсолют хатолиги;

V катталиқ (2.49) формула бўйича ҳисобланади. Маълумотларнинг дискрет кетма-кетлиги учун:

$$\begin{aligned} V &= (\sigma_{\text{ИК}} - \sigma_{\text{ИО}})/(\Delta n_{\text{ИК}} - \Delta n_{\text{ИО}}); \\ n_{\text{ДОВ}} &\leq (\sigma_{\text{ДОП}} - \sigma_{\text{ИК}})/V, \end{aligned} \quad (2.49)$$

бу ерда $\Delta n_{\text{ИК}}$ ва $\Delta n_{\text{ИО}}$ - мос равишда назорат ва ўрганиш интервалидаги нуқталар сони;

БФ нинг ҳақиқий траектория билан мос келиш даражасини баҳолаш учун башоратланаётган координаталарнинг ҳақиқийсидан нисбий оғиш катталигини қабул қилиш мумкин:

а) зенит бурчаги учун:

$$\varepsilon_0 = \frac{1}{n_2 - n_1} \sqrt{\sum_{i=n_1}^{i=n_2} (\theta_{\phi_i} - \theta_{2_{\text{ПР}i}})^2} \cdot 100\%; \quad (2.51)$$

бу ерда θ_{ϕ} , $\theta_{\text{ПР}}$ - зенит бурчагининг мос равишда ҳақиқий ва башоратланаётган қийматлари;

n_1, n_2 - башоратлашнинг мос равишда бошланғич ва охириги нуқталарининг номери;

$\theta_{cp} = (\theta_{\phi, n_2} + \theta_{\phi, n_1})/2$ - ҳақиқий зенит бурчагининг ўртача қиймати;

б) азимутал бурчак учун:

$$\varepsilon_{\alpha} = \frac{1}{n_2 - n_1} \sqrt{\sum_{i=n_1}^{i=n_2} (\alpha_{\phi_i} - \alpha_{\text{ПР}i})^2} \cdot 100\%; \quad (2.52)$$

бу ерда $\alpha_\phi, \alpha_{\Pi P}$ - азимутал бурчагининг мос равишда ҳақиқий ва башоратланаётган қийматлари;

n_1, n_2 - башоратлашнинг мос равишда бошланғич ва охири нуқталарининг номери;

$\alpha_{cp} = (\alpha_{\phi.n2} + \alpha_{\phi.n1})/2$ - ҳақиқий азимутал бурчакнинг башоратлаш интервалидаги ўртача қиймати.

Мавжуд усулга қараганда аниқлик ортишининг даражаси учун θ ва α координаталарнинг ҳақиқий траекториядан нисбий оғишининг камайиши катталиги қўлланилган:

$$\begin{aligned}\Delta \varepsilon_\theta &= \varepsilon l_\theta - \varepsilon 2_\theta; \\ \Delta \varepsilon_\alpha &= \varepsilon l_\alpha - \varepsilon 2_\alpha\end{aligned}\quad (2.55)$$

бу ерда ε_1 и ε_2 - мос равишда таклиф қилинган ва мавжуд БФларнинг мос келиш даражалари.

Юқорида кўрсатилган боҳоларнинг қийматини олиш учун қуйидагилар зарур:

- 1) маълум БФ – прототипини танлаш;
- 2) аввал бурғуланган кудуқ бўйича реал маълумотлар асосида ҳисоблаш экспериментини ўтказиш.

БФ – прототипи сифатида қуйида бурғулашнинг ҳамонавий амалиётида қўлланиладиган эмпирик модель танлаб олинган [23]. Бу модель эмпирик равишда танланган коэффицентларга эга БФ дан иборат бўлиб, бу коэффицентлар набор ва тушиш участкаларида зенит бурчаги изгаришининг башорати учун мўлжалланган.

- 1) дифференциал тенгламани интеграллаш асосида олинадиган, зенит бурчаги набори участкаси учун БФ:

$$d\theta/dl = r - b\theta^2, \quad (2.53)$$

бу ерда k, b - корреляциянинг эмпирик коэффицентлари.

- 2) БФ зенит бурчаги тушиши участкаси учун:

$$\theta = e^{ml} (\theta_0 + n/m) - n/m, \quad (2.54)$$

бу ерда θ_0 - прогнознинг бошланғич нуқтасида зенит бурчаги; n, m - эмпирик коэффициентлар.

2.4. Башоратлашнинг аниқлигини баҳолаш бўйича ҳисоблаш экспериментининг натижалари

Ҳисоблаш экспериментини ўтказиш режаси қуйидаги босқичларни ўз ичига олади:

- траекториянинг таҳлил қилинадиган участкасини танлаш;
- башоратлашнинг бошланғич нуқтасини танлаш;
- башоратлашнинг йўл қўйиладиган хатолигини бериш;
- БФ синтези;
- башоратлашнинг ишончли интервалини белгилаш;
- танланган БФ асосида траекториянинг башорати;
- башоратлаш аниқлигини баҳолаш;
- БФ-прототипи асосида траекториянинг башоратлаш;
- БФ- прототипидан фойдаланиб башоратлаш аниқлигини баҳолаш;
- башоратлаш аниқлиги ортишини баҳолаш.

Ҳисоролди нефт ва газ кидирув экспедициясининг бурғулаш кудуғининг инклинаграммаси асосида ўтказилган ҳисоблаш экспериментининг асосий босқичларини батафсил кўриб чиқамиз. Бу ерда ҳақиқий траектория 29 та нуқтанинг маълумотлари орқали берилган (2.3 – жадвал):

$$\alpha_i, \theta_i, l_i \quad dl = l_i - l_{i-1} = 10m; \quad i = 0, \dots, 28;$$

2.3-жадвал.

	Бошланғич қиймати	Охирги қиймати
Траекториянинг узунлиги (м)	0	290
Зенит бурчаги (град, мин)	2°	51° 36
Азимутал бурчак (град, мин)	11°	108°5

Башоратлашнинг бошланғич нуқтаси сифатида қуйидаги маълумотлар олинган:

$$n_2 = 18; l_{n_2} = 180; \theta_{n_2} = 27^{\circ} 39 \text{ мин}; \alpha_{n_2} = 93,2^{\circ} \text{ рад}.$$

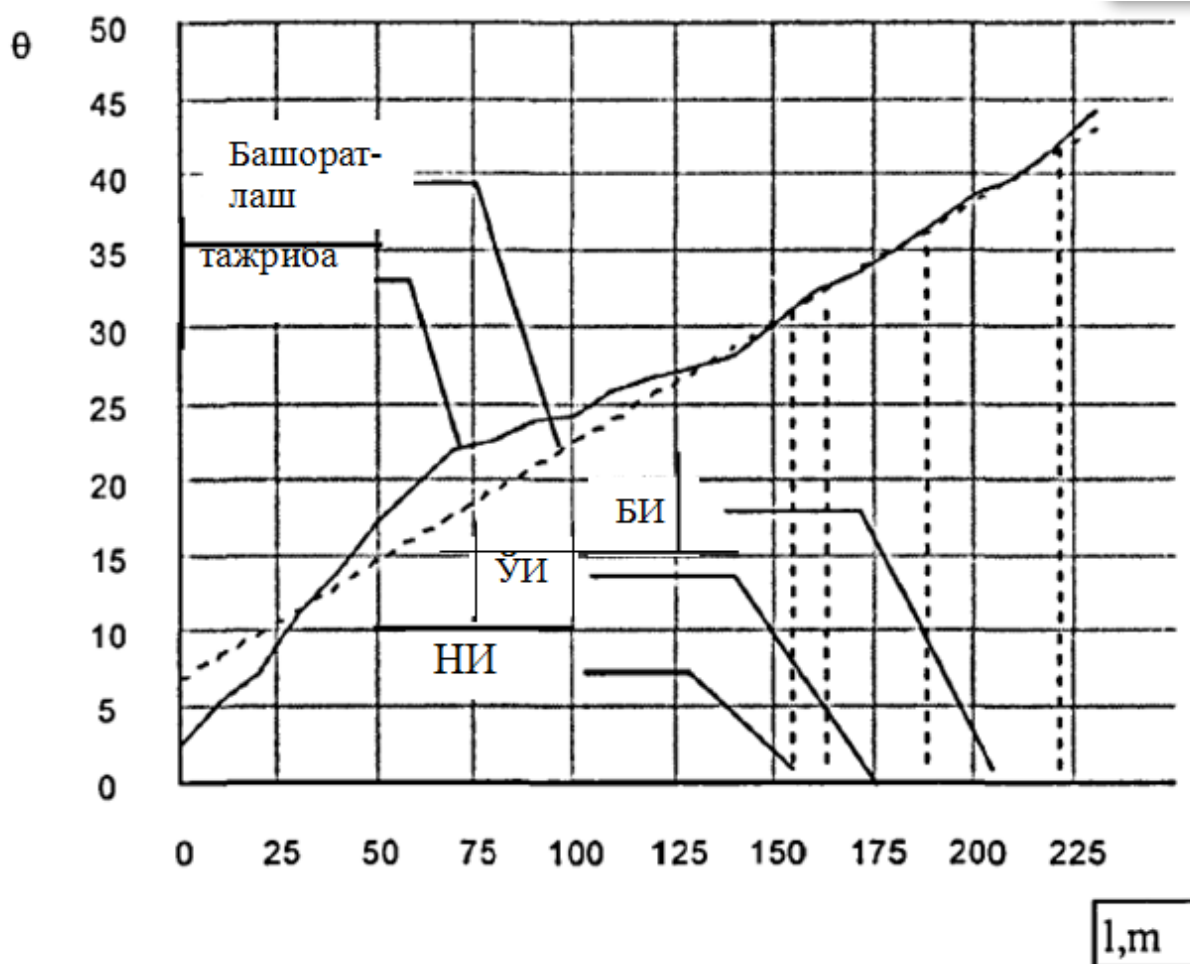
$S = 1$ мураккаблик учун оптимал қиймат ва БФ коэффициентлари синтезининг натижалари 2.4-жадвалда ва 2.5- расмда келтирилган

2.4-жадвал

№ т/б	$\Delta n_{\text{Ю}}$	$\sigma_{\text{Ю}}$	$\sigma_{\text{ИК}}$	J	ε_1	a_0	a_1	a_2
1	2	0,05	1,28	0,67	1,65	11,51	0,13	0
2	3	0,29	0,5	0,39	0,63	75	0,158	0
3	4	,33	1,32	0,82	0,35	4,54	0.17,	0

Шундай қилиб, қуйидагиларга эга бўламиз: $\Delta n_{\text{Ю}, \text{опт}, 1} = 3$ та нуқта;

$$J_{\text{опт}, 1} = 0,39 \text{ град}; \theta(l)_{\text{опт}, 1} = 6,75 + 0,1581.$$



2.5-расм. 2.4-жадвал бўйича синтез натижалари

$S = 2$ учун БФ коэффицентлари ва $\Delta n_{\text{ИО}}$ оптимал қийматлар α синтези 2.5- жадвалда келтирилган.

2.5-жадвал

№ т/б	$\Delta n_{\text{ИО}}$	$\sigma_{\text{ИО}}$	$\sigma_{\text{ИК}}$	J	ε_1	a_0	a_1
1	3	0,16	1,2	0,9	-50,838	0,859	-0,002
2	4	0,15	2,12	1,5	-34,467	0,662	-0,002
3	5	0,3	1,3	1,1	4,897	0,176	-4,464E-5
4	6	0,4	0,3	0,46	25,689	-0,088	7,857E-4
5	7	0,4	0,7	0,68	30,204	-0,147	9,762E-4

Бу ерда:

$$\Delta n_{\text{ИО}}, \text{опт}, 2 = 6; J_{\text{опт}, 2} = 0,46 \text{ град.}; \theta(l)_{\text{опт}, 2} = 25,6 - 0,08 \cdot 1 + 7,85 \cdot 10^{-4}.$$

$S=3$ БФ коэффициентлари ва оптимал қийматлари синтези натижалари учун 2.6-жадвалда келтирилган.

2.6-жадвал

№	$\Delta n_{\text{ИО}}$	$\sigma_{\text{ИО}}$	$\sigma_{\text{ИК}}$	J	ε_1	a_0	a_1	$\Delta n_{\text{ИО}}$
1	4	0,15	2,6	1,375	-0,787	0,025	0,002	-8,333E-6
2	5	0,19	2,2	1,195	293,507	-5,49	0,037	-7,917E-5
3	6	0,8	4,4	2,6	230,064	-4,263	0,029	-6,25E-5

Бу ерда:

$$\Delta n_{\text{ИО}}, \text{опт}, 2 = 5; J_{\text{опт}, 2} = 1,19 \text{ град.};$$

$$\theta(l)_{\text{опт}, 2} = 293.5 - 5.49 + 0.037 - 7.91 \cdot 10^{-5};$$

2.7-жадвалда келтирилган жамлама натижаларни таҳлил қилиб БФ оптимал мураккаблигини танлашни амалга ошириш мумкин.

2.7-жадвал

S	$J_{\text{опт}, S}$	$\Delta n_{\text{ИО}}$
1	0,39	3
2	0,46	6
3	1,19	5

Кўриниб турибдики:

$$S_{\text{опт}} = 1; \Delta n_{\text{ИО}}, \text{опт} = 3 \text{ та нукта}; J_{\text{опт}} = 1,19 \text{ град.}; \theta(l)_{\text{опт}} = 6, 5 + 0,1581.$$

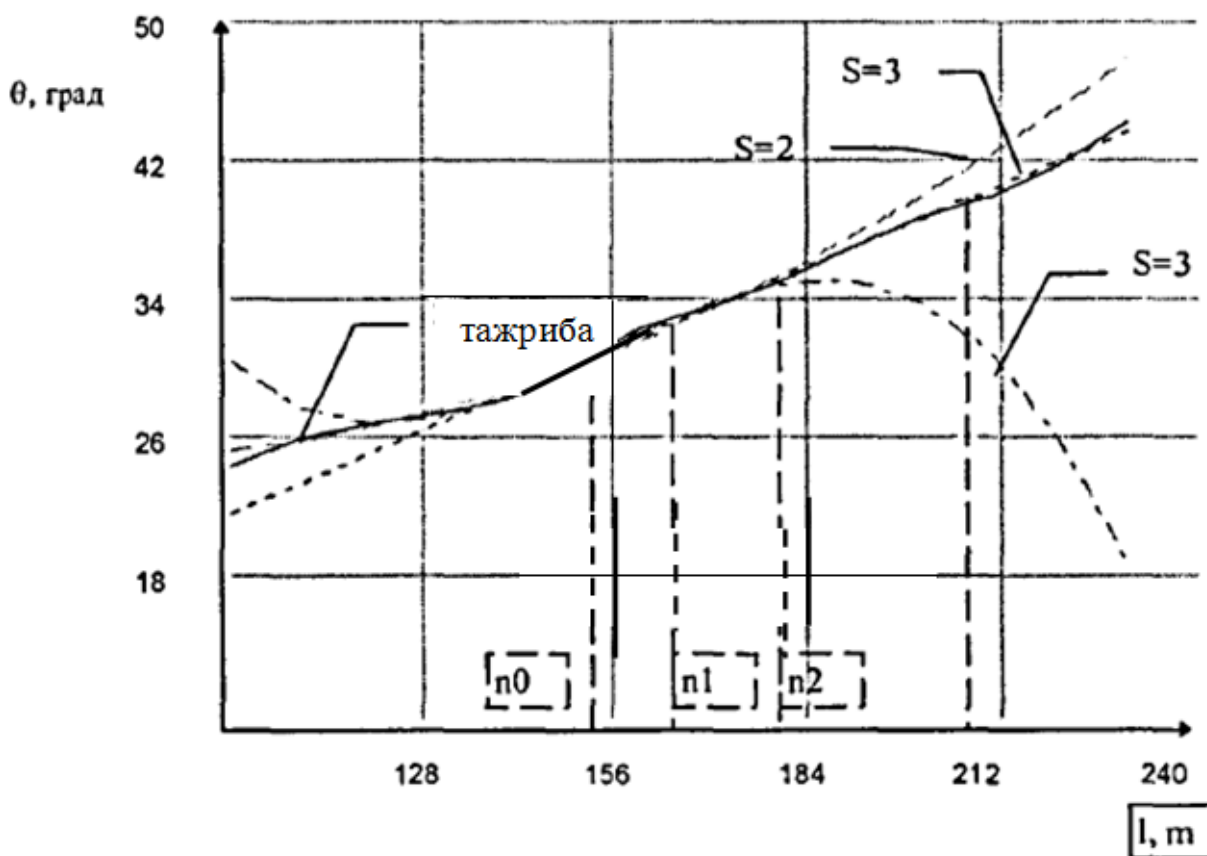
Башоратлашнинг ишончли интервали қуйидаги тарзда аниқланади:

$$\sigma_{\text{дон}} = 1 \text{ град.};$$

$$V = (\sigma_{\text{ИК}} - \sigma_{\text{ИО}}) / (\Delta n_{\text{ИК}} - \Delta n_{\text{ИО}}) = (0,5 - 0,2) / (2 + 3) = 0.06 \text{ град/нукта};$$

$$n_{\text{ДОВ}} \leq (\sigma_{\text{ДОП}} - \sigma_{\text{ИК}}) / V = (1 - 0,5) / 0,06 \approx 8,3 \text{ нукта};$$

$$l_{\text{дог}} \leq \Delta l n_{\text{дог}} = 8 - 10 = 80 \text{ м}; n_{\text{дог}} = 5; l_{\text{дог}} = 50 \text{ м}.$$



2.6-расм. 2.5- ва 2.6- жадваллар бўйича синтез натижалари

Траектория башоратининг 2.6- ва 2.7- расмларда келтирилган натижаларини таҳлил қилиб, қуйидагича хулосаларга келиш мумкин:

- башоратлаш интервалида ўртача квадратик оғиш орқали ҳисобланадиган, БФ - прототипи ёрдамида топиладиган аниқлик

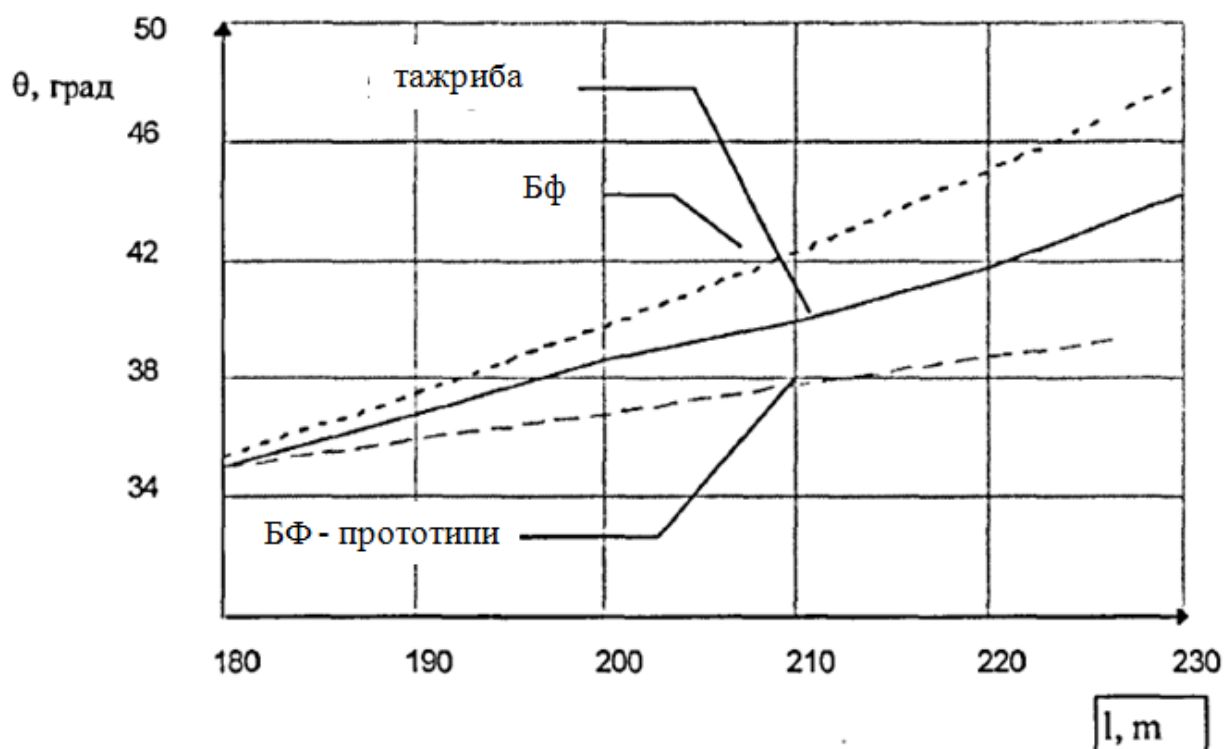
$$\sigma_{1_{III}} = 2,5 \text{ град га тенг};$$

- башоратлаш интервалида нисбий хатолик $\varepsilon_1 = 16,1 \%$ га тенг;

- башоратлаш интервалида ўртача квадратик оғиш орқали ҳисобланадиган ўртача квадратик оғиш орқали ҳисобланадиган, синтезланган БФ ёрдамида топиладиган башоратлаш аниқлиги $\sigma_{2_{III}} = 0,39$ град га тенг;

- башоратлаш интервалида нисбий хатолик $\varepsilon_2 = 4 \%$ га тенг;

- БФ ни оптимал танлаш ҳисобига аниқликнинг ортиши $\Delta\varepsilon = \varepsilon_1 - \varepsilon_2 = 16,1 - 4 = 13,1\%$ га тенг.



2.7-расм. Башоратлаш алгоритми самарадорлигининг таҳлили жамлама
натижалари

Қараб чиқиладиган траектория учун турлича (n_2) бошланғич маълумотлар учун алгоритм башоратлаш самарадорлиги таҳлилининг жамлама натижалари 2.8- жадвалда келтирилган.

2.8-жадвал

n_2	S_{on} m	$\Delta n_{IO, on}$ m	$\sigma_{2_{III}}$ (град)	$\sigma_{1_{III}}$ (град)	ε_2 (%)	ε_1 (%)	$\Delta \varepsilon$ (%)
18	1	3	0,63	2,5	4	16,1	12,1
20	2	5	0,3	2,8	2,8	16,2	14,6
22	1	3	0,23	3,6	8,7	19,5	16,8
23	2	5	0,26	2,69	3,1	ИД	8,5

Жадвалдан кўриниб турибдики, синтезланган БФ нинг БФ-прототипига караганда фойдаланиш самарадорлигининг кўриб чиқилган қудуқ

мисолидаги ўртача ортиши 13%ни ташкил қилган, бу эса бурғулаш жараёнида кудук траекториясини прогнозлаш (башоратлаш) учун таклиф қилинган алгоритмни қўллашнинг мақсадга мувофиқлигини кўрсатади.

2.5. Зенит бурчаги тўплами участкасида терминалли дастурий бошқарув алгоритмлари

Зенит бурчаги тўплами участкасида бошқарув алгоритмларини тузиш мақсадида (3.14) - (3.15) га мувофиқ келадиган бир-, икки-, уч- ва ҳ.к. интервалли бошқарувнинг турли алгоритмлари аниқлик характеристикалари тадқиқ қилинди. Уч интервалли ($n=3$) бошқарувни тадқиқ қилиш натижасида охирги нуқталарнинг кўплаб координаталари олинди. Шунга қарамаздан, камроқ ($n<3$) ўлчамлиликдаги ечимлар лойиҳа нуқтасидан кудукнинг йўналиши ва координатаси бўйича йўл қўйилиши мумкин бўлган оғишларнинг зарур аниқлигини бера оладими, деган савол жавобсиз қолган. Шунинг учун уч- интервалли бошқарувдан ташқари, икки- интервалли, шунингдек $Z_n=0...R$, чуқурлик диапазони учун $\mathbb{N}$ - интервалли ($\mathbb{N}=1,2,3..$) текис бошқарув алгоритмлари ҳам тадқиқ қилинди, бу ерда $R=340\text{м}$ - траекториянинг қийшайиш радиуси.

Кўриб чиқиладиган алгоритмларнинг аниқлик характеристикаларини таққослаш учун аниқликнинг қуйидаги умумлашган критерийини киритамиз:

$$J_T = a_{TD}J_{TD} + a_{Tat}J_{Tat}; \quad (3.17)$$

бу ерда J_{TD} - аниқликнинг декарт координаталари фазосидаги терминал критерийи, J_{Tat} - аниқликнинг бурчак координаталари фазосидаги терминал критерийи, $a_{TD}a_{Tat}$ - оғирликнинг мусбат коэффицентлари, $a_{TD} + a_{Tat} = 1$. Ўз навбатида, бу ерда

$$J_{TD} = \frac{\text{dist}_D(T_{\phi\kappa}, T_{n\kappa})}{R_d}; \quad J_{Tat} = \frac{\text{dist}_{at}(T_{\phi\kappa}, T_{n\kappa})}{\psi_d}; \quad (3.18)$$

бу ерда $dist_D(T_{фк}, T_{нк})$ ва $dist_{at}(T_{фк}, T_{нк})$ берилган нуктада ҳақиқий траекториянинг, мос равишда, декарт ва бурчак координаталаридаги оғиши; R_d - йўл қўйиладиган оғиш радиуси; ψ_d йўналиш бўйича йўл қўйиладиган чегаравий оғиш.

Моделлаштириш шуни кўрсатдики, 1, 2, 3, ва ҳ.к. интервалли текис, шунингдек 2- интервалли нотекис бошқарув алгоритмлари учун энг ёмон сўнгги нукта бўлиб, берилган Z_n чуқурликда эришиш мумкин бўлган нукталар учун координаталар бошида жойлашган, бошқарув аниқлиги критерийининг максимуми билан характерланадиган нукта, йўналиш бўлиб эса, OZ ўқ билан мос келадиган йўналиш ҳисобланади.

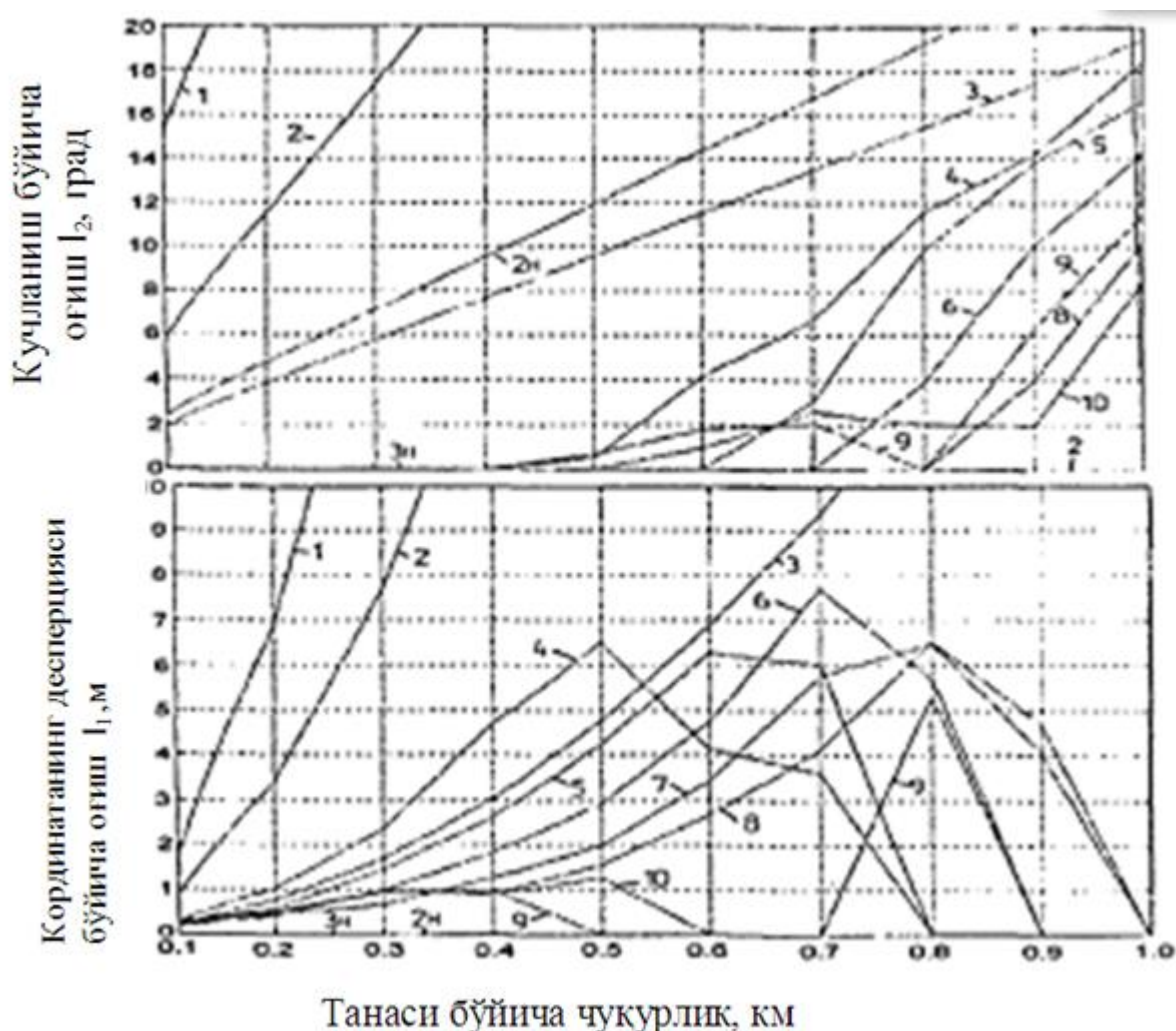
Аниқлик мезони ва функционалнинг турли қийматлари учун координаталар ва йўналишлар бўйича оғишларнинг ташкил этувчиларининг охирги чуқурлик катталигига Z_n боғлиқлиги графиклари 2.8- (а,б)- расмларда келтирилган. Шу ернинг ўзида қараб чиқилган нисбий катталикларнинг $kh = Z_n/R$ катталикка боғлиқлик графиги ҳам келтирилган. Келтирилган графиклардан кўриниб турибдики, умумий ҳолатда, 2- интервалли нотекис (2Н) бошқарув уч интерваллига ($n=3$) қараганда ёмонроқ аниқлик характеристикаларига эга.

Моделлаштириш қуйидаги тарзда ўтказилди. Энг аввало, уч интервалли нотекис бошқарув йўналиш ва декарт координаталари бўйича исталган лойиҳавий нуктага етишишни таъминлаши мумкинлиги кўрсатилди. Демак, эришиладиган нукталарнинг кўпчилигини, дастури тасодифий тарзда $\{\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, l_1, l_2, l_3\}$ танланадиган, уч интервалли нотекис бошқарувдан келиб чиқиб траекторияни моделлаштириш, кейинчалик тахминан текис танланишни олиш учун траекториянинг сўнгги силжиши интерваллари бўйича сўнгги нукталарни танлаб олиш орқали олиниши мумкин.

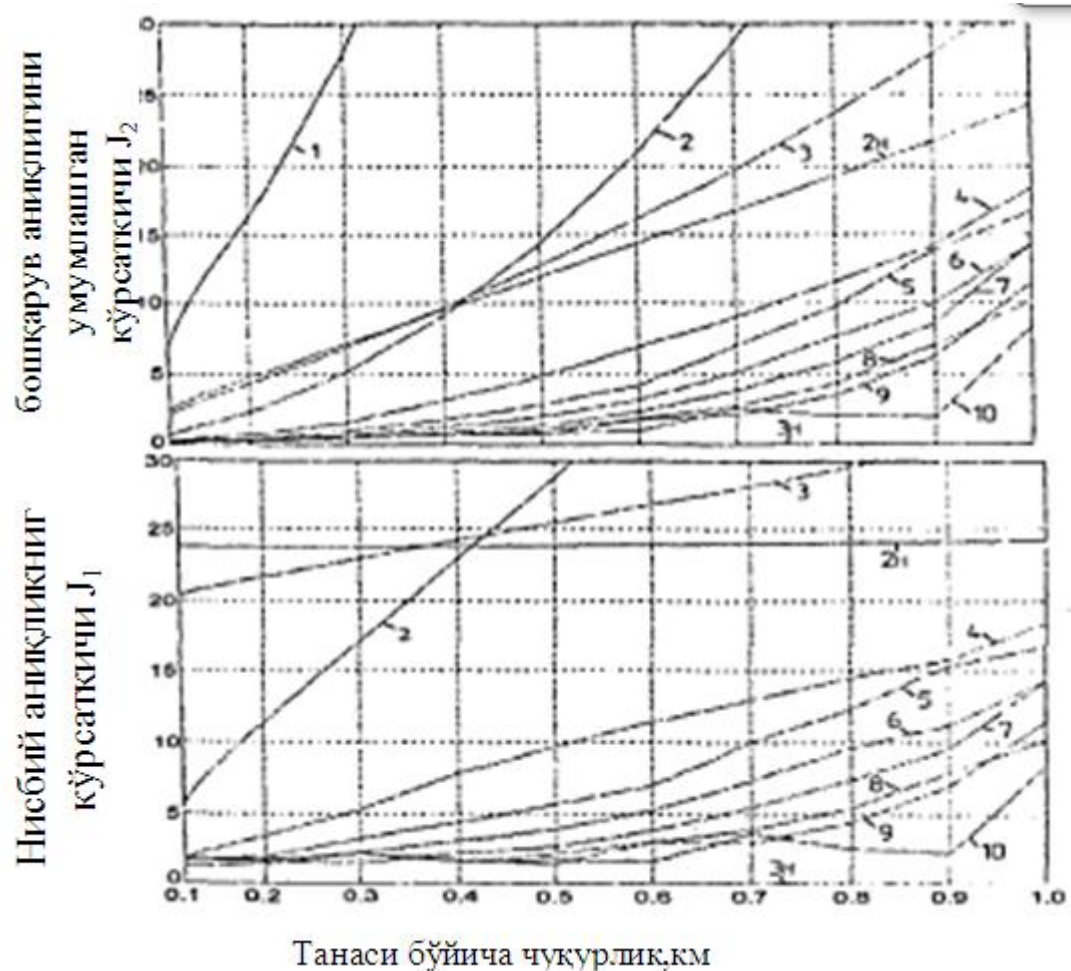
Шундан сўнг, бошқарувнинг танлаб олинган кўпинтервалли усули учун тасодифий тарзда бошқарувнинг бошланғич дастури ўйналди, бу эса кейин

аниқ нуқтага тушиш аниқлиги критерийининг минимумини топиш учун йўналтирилган саралаш усули билан оптимизацияланди.

Йўналиш ва декарт координаталари бўйича аниқлик критерийи ва оғишларнинг сўнгги чуқурликка Z_n боғлиқлик графикларининг таҳлилини ўтказамиз. Таъкидлаймизки, аниқлик декарт координаталари ва йўналишлар бўйича аниқлик охирги қийматлар, масалан, қудуқ стволи диаметри $d = 300\text{м}$ ёки инклинометр хатолиги $\Delta\psi = 0.12\text{рад}$ билан чегараланади. Шунинг учун унча катта бўлмаган чуқурликларда бошқарув интерваллари миқдорининг ортиши (бирдан учгача) аниқликнинг ортишига олиб келмаслиги мумкин.



2.8-расм. а) n - интервал бошқаруви алгоритмлари аниқлигининг терминал кўрсаткичлари



2.8-расм. б). Π - интервал бошқаруви алгоритмлари аниқлигининг терминал кўрсаткичлари

Бунинг устига, катта чуқурликларга бурғулашнинг баъзи ҳолатларида бошқаришнинг учтадан кам бўлган интервалларида бошқаришнинг ўзи ҳам етарлича бўлиши мумкин. Шунинг учун зенит бурчаги набори участкасида бошқаришнинг қуйидаги умумлашган алгоритми таклиф қилинади:

- 1) қийшайтиргични ўрнатиш бурчагини варьирлаш билан бир интервалли ($n=1$) бошқарувни излаш (варьирланувчи 1 параметр);
- 2) қийшайтиргични ўрнатиш бурчагини биринчи ва иккинчи интервалларда варьирлаш, шунингдек биринчи интервал узунлигини варьирлаш билан, икки интервалли ($n=2$) бошқарувни излаш (варьирланувчи 3 параметр);

3) қийшайтиргични ўрнатиш бурчагини биринчи, иккинчи ва учинчи интервалларда варьирлаш, шунингдек биринчи ва иккинчи интервал узунлигини варьирлаш билан, икки интервалли ($n = 3$) бошқарувни излаш (варьирланувчи 5 параметр);

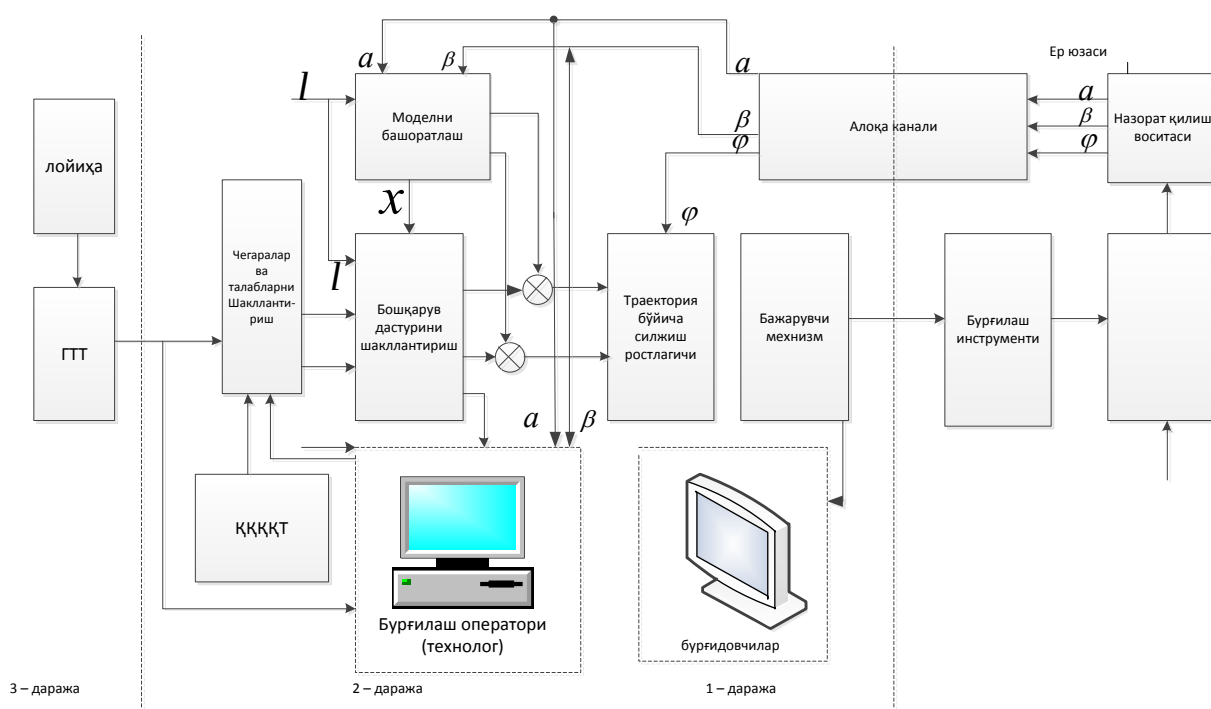
Мазкур алгоритм қуйидаги шартларнинг бажарилишини таъминлайди:

1) агар аниқ сўнгги нуқта учун қаноатлантирадиган бир интервалли бошқарув топилмаса, бу икки интервалли бошқарув ҳолатида унинг интервалларидан бирортаси кам узунликка эга бўлмаслиги учун етарли шарт бўлади, бунинг устига қийшайтиргични ўрнатиш бурчакларининг қийматлари биринчи ва иккинчи интервалларда ҳатто тахминан ҳам бир хил бўлмайди.

2) худди шунга ўхшаш, агар мос келадиган икки интервалли бошқарув топилмаса, бу уч интервалли бошқарув учун интерваллардан ҳеч қайсиси кам узунликка эга бўлмайди, икки қўшни интервалларда қийшайтиргични ўрнатиш бурчакларининг қийматлари ҳатто тахминан ҳам бир хил бўлмайди.

2.6. Қудуқларни бурғулашни технологик жараёнини автоматлаштириш ва бошқариш алгоритмларининг аппаратли ва дастурий тадбиқи

Йўналтирилган бурғулашни бошқаришнинг ишлаб чиқилган алгоритмларининг реализацияси учун 2.9 – расмда келтирилган истиқболдаги маълумотлар базаси структураси таклиф қилинган.



“ЛҚ” – лойиҳа қиймати, БҚ - башоратланаётган қиймат; α, θ - забойдан маълум масофадаги п-ўлчовдаги бурчакларнинг қиймати (КНБК билан аниқланади); ГТТ - геолого-технологик топширик; ҚҚҚҚТ – қарор қабул қилишни қувватлаш тизими; l - қудуқнинг ствол бўйича узунлиги; $X = [\alpha, \theta, x, y, z]$ - объект ҳолатининг фазосининг координаталари; α - азимут; θ - зенит бурчаги; φ - қийшайтиргични ўрнатиш бурчаги; U - бошқарув таъсири

2.9-расм. Қарор қабул қилишни қувватлаш тизимининг структураси

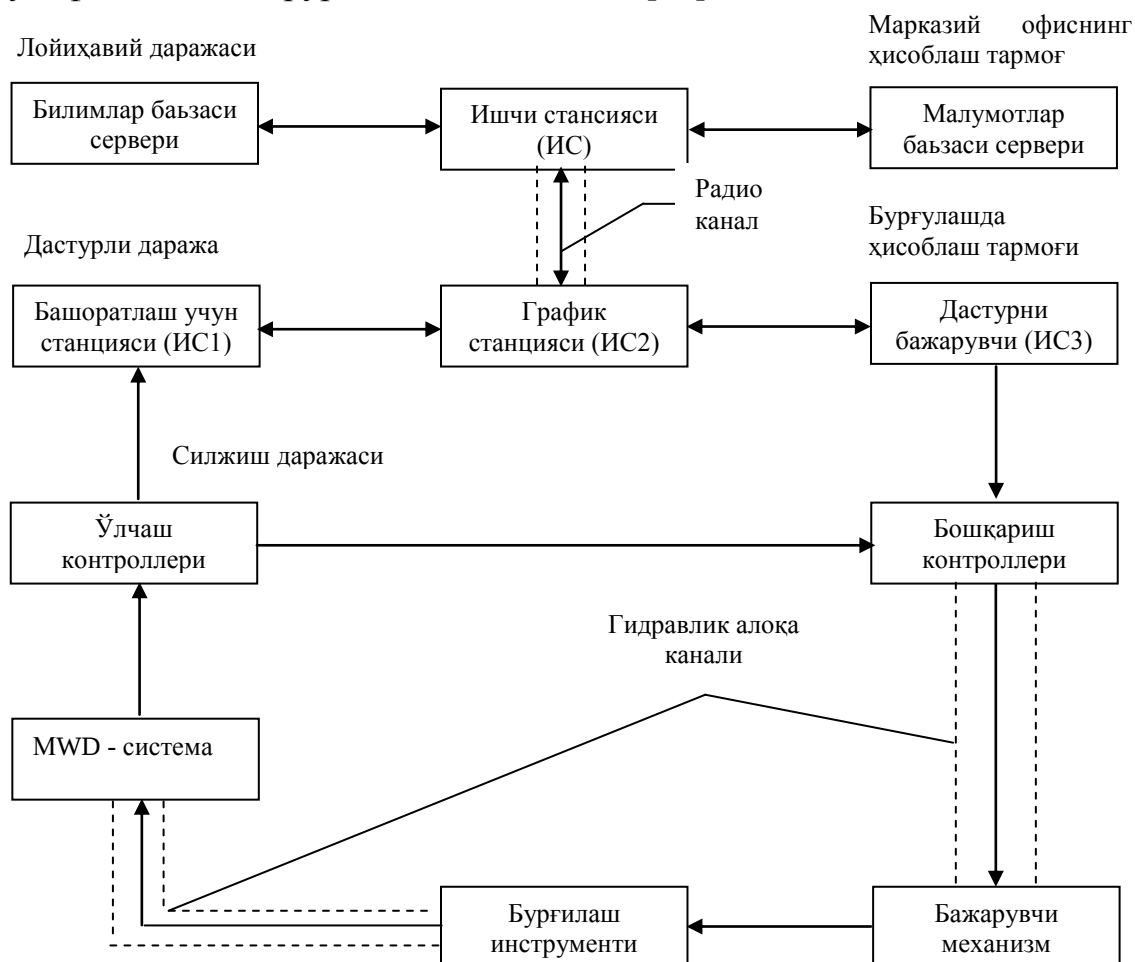
ҚҚҚҚТ структурасининг биринчи даражаси – бурғулашнинг жорий траекториясини кузатиш даражаси, иккинчиси – башоратланадиган тесқари алоқали бошқарув даражаси, учинчиси – лойиҳавий даража. ҚҚҚҚТ

ишлашининг умумий алгоритми кудук траекторияси $X(l)$ (ҳолат ўзгарувчилари вектори) прогноз (башорати)нинг натижаларидан фойдаланишга асосланади:

– агар башоратланаётган траектория $X(l) \in G$ бўлса, бу ерда G - кудук жойлашишига йўл қўйиладиган соҳа, унда бурғулаш бошқарувнинг жорий дастурига мувофиқ давом этади;

– агар $X(l) \notin G$ бўлса, унда бошқарув дастури ва лойиҳавий траектория таҳрирланади.

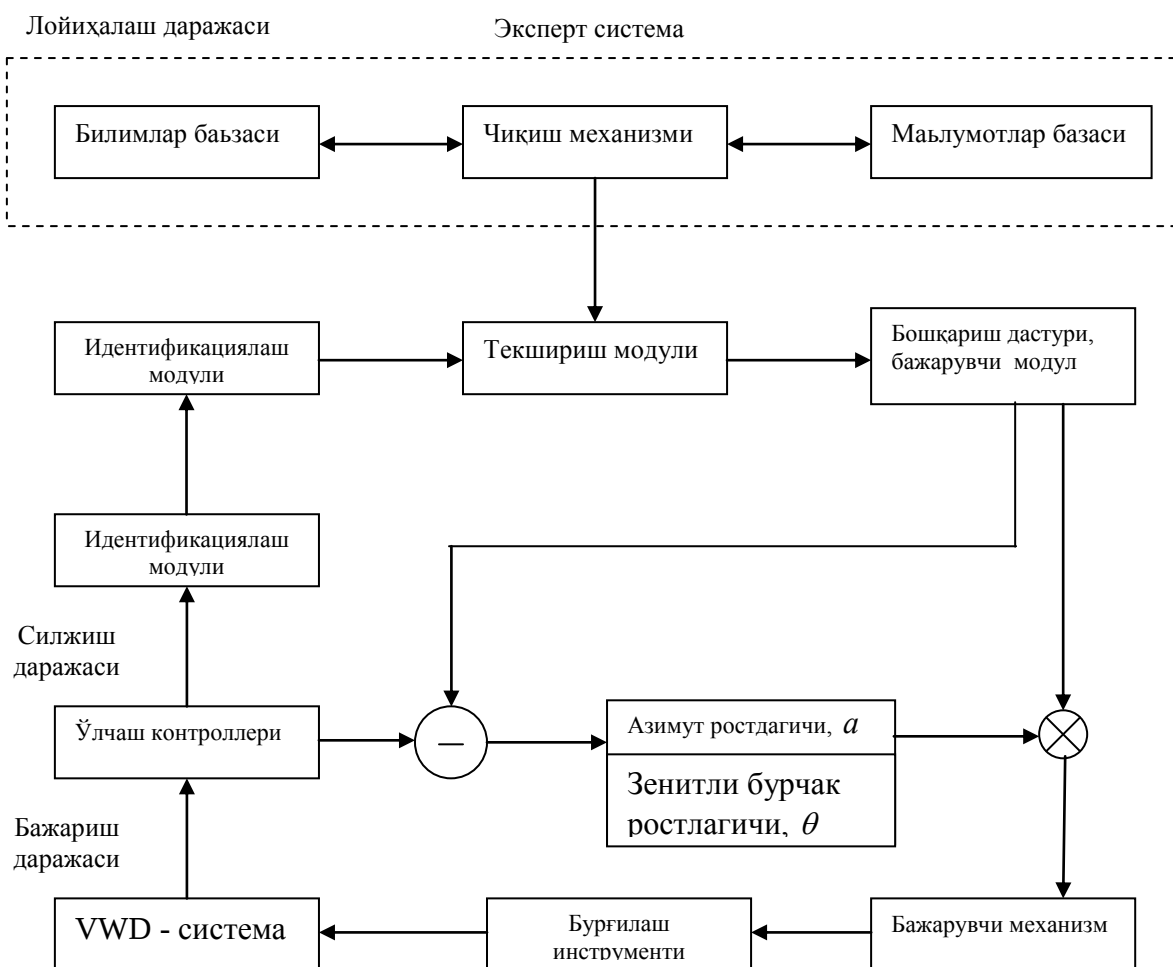
Аппарат ва дастурий воситаларни тузишнинг структуравий схемалари 2.10, 3.11 – расмларда келтирилган [5, 8, 11]. Бунда ечилаётган масалаларнинг мураккаблиги бошқарув бўйича ечимларни ишлаб чиқиш ва ўлчов маълумотларига ишлов беришнинг барча босқичларида компьютерлашган технологияларни жорий қилишнинг мақсадга мувофиқлиги ва зарурияти билан боғлиқ [29].



2.10-расм. Аппарат воситаларининг структураси

Бошқарув тизимининг аппарат воситалари (2.10-расм) қуйидаги даражаларни ўз ичига олади:

- 1) таркибига ҳисоблаш тармоғининг марказий офисидаги ишчи станциялар ва серверлар кирадиган лойиҳавий даража;
- 2) бурғулашнинг ҳисоблаш тармоғидаги, марказий офисидаги ҳисоблаш тармоғи билан боғланган, ишчи станцияларга эга башоратловчи бошқарув даражаси;
- 3) ўлчанган маълумотларга ишлов бериш контроллери ва кузатувчи регуляторни ичига олган кузатиш даражаси;
- 4) ижро даражаси, унга – телеметрик тизим, ижро механизмлари, бурғулаш инструменти (бошқарув объекти) киради.



2.11-расм. Дастурий воситаларнинг структураси

Амалий дастурий таъминот (2.10- расм) шунингдек кўпдаражали иерархик ташкилланишга ҳам эга:

- 1) лойиҳа даражаси – эксперт тизими, у қуйидагиларни ўз ичига олади:
 - эксперт-технологларнинг билимлари асосида яратилган билимлар базаси;
 - бурғуланаётган қудуқ бўйича маълумотлар базаси;
 - шу жойдаги, аналогик (шунга ўхшаш) қудуқлар бўйича маълумотлар базаси;
 - лойиҳавий траектория ва бошқарув дастури ҳақидаги маълумотлар асосидаги чиқариш механизми;
- 2) башоратловчи бошқарув даражаси – қуйидагилардан иборат:
 - бурғулаш инструменти ҳаракати модели идентификациясининг модули;
 - қудуқ стволи траекториясини башоратланишининг модули;
 - башоратлашни текшириш модули;
 - дастурнинг коррекцияси (тахрири)нинг ижроси модули.
- 3) кузатиш даражаси ўз ичига олади:
 - азимут регулятори;
 - зенит бурчаги регулятори;
 - регулятор параметрлари адаптацияси модули;
 - ўлчаш маълумотларини йиғиш ва уларга ишлов бериш модули (ўлчовчи контроллер);
- 4) ижро даражаси қуйидагилар билан қўллаб-қувватланади:
 - алоқа каналлари бўйича ахборотни узатиш ва ўлчовларнинг амалий дастурлари;
 - ижро механизмларининг дастурий драйверлари;
 - сервис дастурлари.

Дастурий ва аппарат воситаларининг тақдим қилинган структураси бурғулаш инструментининг ҳаракатини бошқаришнинг сифати ва юқори самарадорлигини қуйидагилар ҳисобига таъминлашга имкон беради:

– қудуқнинг оптимал лойиҳавий траекториясини шакллантириш имконияти;

– бошқарувнинг, зарурият туғилганда тезкор, бевосита бурғуланадиган жойнинг ўзида лойиҳавий траекторияни ва бурғулашни бошқариш дастурини таҳрирлашга имкон берадиган, башоратланадиган даражасининг мавжудлиги; Бунда бошқарувнинг мазкур даражаси лойиҳавий (билимлар ва маълумотлар базасига кира олиш ва тўлдириш) ва кузатув (дастур коррекцияси) даражалари билан боғлиқлиги ҳисобига БКТКҳаракатини бошқариш масалаларини ечишда универсаллик ва ихчамликни таъминлайди;

– забой ускунасининг назорати ва диагностикаси имконияти, малакали экспертлар – операторлар, технологларнинг билимлари ва тажрибалари асосида бурғулаш жараёнида критик вазиятларни прогнозлаш ва уларнинг олдини олиш;

– таклиф қилинган структуранинг, техниканинг замонавий ҳолатини ҳисобга олган ҳолда, реализацияси санаб ўтилган афзалликлар туфайли мақсадга мувофиқ ва мумкин, бу тизимнинг дастурий элементларининг аниқ ечимлари мавжуд [26, 27].

2.7. Қудуқларни бурғулаш жараёнининг автоматлаштириш учун замонавий технологиялар ва техник воситалар

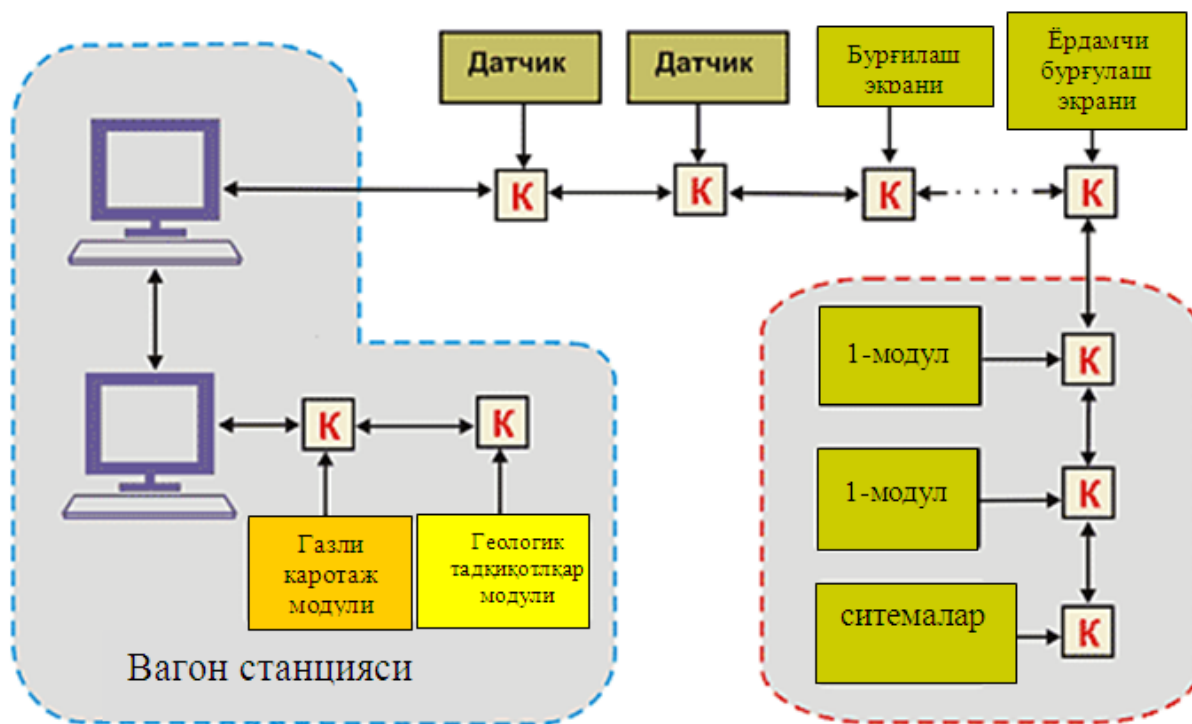
Нефть ва газ қудуқларини бурғулаш жараёнининг ахборот таъминоти қудуқларни қуриш жараёнидаги, айниқса янги нефть-газ конларини ишлаб чиқишга киритиш ва ўзлаштиришда, энг муҳим бўғин ҳисобланади.

Берилган вазиятда нефть-газ қудуқларини қуришнинг ахборот таъминотига қўйиладиган талаблар ахборот технологияларини ахборот-таъминот ва ахборот-таъсир қилувчи разрядга ўтказишдан иборат бўлиб, бунда ахборот ҳамкорлиги зарур ахборотлар ҳажмини олиш билан бир қаторда қўшимча равишда иқтисодий, технологик ёки бошқа эффект беради [10-14].

Қудуқларни қуриш жараёнининг ахборот таъминотида геологик-технологик тадқиқотлар (ГТТ) айниқса муҳим роль ўйнайди. ГТТ хизматининг асосий вазифаси – қудуқлар кесими геологик тузилишини ўрганиш, маҳсулот пластларини аниқлаб топиш ва баҳолаш, бурғулаш жараёнида олинadиган геолого-геохимик, геофизик ва технологик ахборотлар асосида информации қудуқларни қуриш сифатини ошириш ҳисобланади. ГТТ хизмати томонидан олинadиган тезкор ахборот мураккаб тоғ-геологик шароитли кам ўрганилган регионларда разведка қудуқларини бурғулашда, шунингдек қия йўналган ва горизонтал қудуқларни проводкасида (қазилишида) катта аҳамиятга эга.

ГТТ замонавий станцияларига қўйиладиган талаблар – бу ишончлилик, кўп функционаллик, модуллилик ва информативликдир.

Станциянинг структураси 2.11- расмда келтирилган. У йиғишнинг узоқлашган тақсимланган тизимлари принципи бўйича тузилган бўлиб, улар стандарт кетма-кет интерфейс орқали ўзаро боғланган. Йиғишнинг асосий қуйи тизимлари бўлиб концентраторлар ҳисобланади, улар кетма-кет интерфейсни хотималашга ва улар орқали станциянинг алоҳида қисмларини: газ каротажи модули, геологик асбоблар модули, рақамли ёки аналогли датчиклар, информацион таблоларга уланишга мўлжалланган.



К - концентратор

2.12-расм. Геологик-технологик тадқиқотлар станциясининг соддалашган структура схемаси

Концентраторлар бир вақтнинг ўзида алоқа ва таъминот занжирларининг гальваник уланишини таъминлаши керак. ГТТ станцияларига юкланган вазифаларга қараб концентраторларнинг миқдори турлича – бир неча донадан бир неча ўн донагача бўлиши мумкин. ГТТ станциясининг дастурий таъминоти барча техникавий воситаларнинг ягона дастурий муҳитдаги тартибли ишини ва тўлиғича биргаликдаги ишини таъминлайди.

ГТТ станцияларида ишлатиладиган, технологик параметрларнинг датчиклари станция таркибий қисмларининг энг муҳимларидан бири ҳисобланади. Датчиклар ишининг ишончлилиги ва кўрсаткичларининг тўғрилигига ГТТ хизматининг бурғулаш жараёнини тезкор бошқариш ва назорат қилиш бўйича масалаларни ечишдаги самарадорлиги айниқса боғлиқ бўлади. Бироқ оғир эксплуатация шароитлари (ҳароратнинг кенг –50 дан +50°C гача диапазони, агрессив муҳит, кучли титрашлар ва ҳ.к.) туфайли

датчиклар ГТТ техникавий воситалари таркибидаги энг заиф ва ишончсиз бўғин бўлиб қолади.

Датчикларнинг ўлчаш принциплари ва уларнинг конструктив ечимлари эски намунадаги ватанимизда чиқарилган бурғулаш ускуналарига қўлланилиб танланган, устига-устак хорижда чиқарилган бурғулаш ускуналарига уларни монтаж қилиш қийин.

Юқори аниқликка эга бошланғиқ ўзгарткичларнинг ва юқори интегралланувчи кичик габаритли (ўлчамли) микропроцессорларнинг мавжудлиги юқори аниқликдаги, катта функционал имкониятларга эга дастурланувчи датчикларни ишлаб чиқишга имкон беради. Барча типдаги датчикларнинг электрон платаси рақамли қисми бир типли ва фақат ички дастурнинг созланиши билан фарқ қилади, бу эса уни таъмир ишларида ўзаро алмашинадиган ва унификацияланган қилади. Датчикларнинг ташқи кўриниши 2.12-расмда келтирилган.



2.12-расм. Технологик параметрлар датчиклари

Илмоқдаги юклама датчики катор хусусиятларга эга (2.13-расм). Датчикнинг ишлаши тортишиш кучини кучланишнинг тензометрик

датчикини қўллаган ҳолда ўлчашга асосланган. Датчик энергияга боғлиқ бўлмаган хотира ва ўрнатилган процессорга эга. Барча ахборот қайд қилинади ва шу хотирада сақланади. Хотиранинг ҳажми бир ойлик ахборотни сақлашга имкон беради. Датчик унинг ишини ташқи таъминот манбаидан узганда ҳам таъминлайдиган автоном таъминот манбаи билан комплектланади.



2.13-рasm. Илмоқдаги оғирлик датчиги

Бурғуловчининг информaцион таблоси датчиклардан олинадиган ахборотнинг визуализацияси ва тасвирланишига мўлжалланган. Таблонинг ташқи кўриниши 2.14- расмда берилган.

Бурғуловчи пультининг юза панелида ротордаги айланиш моменти, киришдаги босим, киришдаги зичлик, ҳажм сатҳи, киришдаги сарф, чиқишдаги сарф параметрларни тасвирлайди. Илмоқдаги юкнинг параметрлари, долотодаги юклама ўхшаш иккита думалоқ шкалаларда рақамли тарзда дублланиш билан тасвирланган. Таблонинг қуйи қисмида бурғулаш тезлигини тасвирлаш учун битта чизиқли шкала, забой чуқурлиги, забой устидаги ҳолат, газ таркиби – параметрларини тасвирлаш учун учта рақамли индикатор жойлашган. Алфавит-рақамли индикатор матнли хабарлар ва огоҳлантиришларни чиқариш учун мўлжалланган.



2.14-расм Ахборот таблонинг ташқи кўриниши

Суммар газ таркибининг узлуксиз таҳлили суммар газнинг ташқи датчики билан амалга оширилади. Станцияда жойлаштирилладиган, суммар газнинг анъанавий анализаторларига қараганда ушбу датчикнинг афзаллиги олинаётган ахборотнинг тезкорлигидан иборатдир, чунки датчик бевосита бурғуланадиган жойнинг ўзига жойлашади ва газнинг буровойдан станцияга транспортировкасига ушланиб қолишлар истисно қилинади. Бундан ташқари, станциянинг комплектациясига таҳлил қилинаётган газ аралашмасидаги углеводород бўлмаган компоненталари: водород H_2 , углерод оксиди CO , сероводород H_2S ларнинг концентрациясини ўлчаш учун газ датчиклари ишлаб чиқилган (2.15- расм).



2.15-расм. Газ таркибини ўлчайдиган датчиклар

Бурғулаш мониторингининг кейинги ривож ахборот манбаининг кенгайиши билан боғлиқ. Биринчидан, бу автоматлашган манбалар – ватанимизнинг турли ишлаб чиқарувчиларининг ГТТ станциялари (уларнинг ҳар бири тарихан ўзининг форматига эга), MWD/LWD тизимлар, қувурлардаги каротаж тизимлари, буровойдаги исталган бошқа ўлчоф комплекс)мажмуа)лари, видеомониторинг. Иккинчидан, ишлаб чиқариш ҳисоботлилигидаги бу маълумотлар (кеча-кундузлик билдиришномалар, ҳисоботлар ва ҳ.к.), шунингдек мониторингнинг умумий технологиясига киритилган.

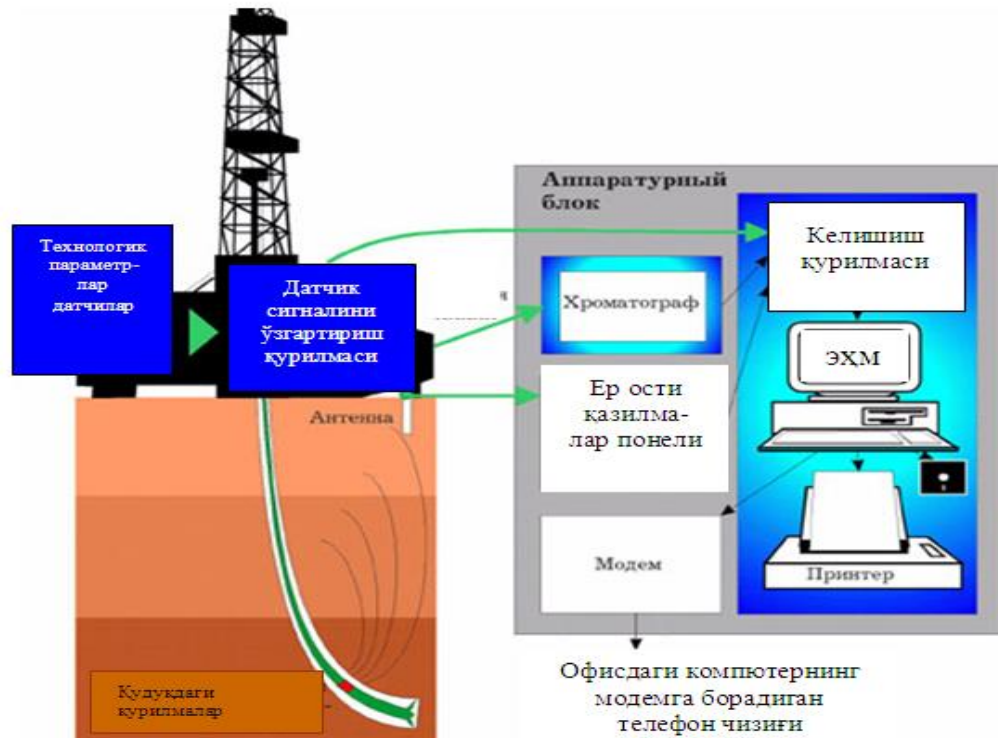
Мураккаб тоғ-геологик шароитларда қудуқларни, кидирув ва разведка қудуқларини, катта силжишларга эга қия-йўналган ва горизонтал қудуқларни қуриш бурғулаш жараёнида самарали ахборот таъминотисиз иложсиздир. Бурғулаш жараёнида ахборот олиш учун қудуқларни бурғулаш ҳақидаги маълумотларни тўплаш, ишлов бериш ва таҳлил қилиш бўйича комплекслардан фойдаланилади.

Бурғулашнинг меъёрдаги ишини, ишлов бериш тезлигини, маълумотларни кўриб чиқиш ва чоп этишни таъминлаш учун бир неча аппарат-дастурий маҳсулот ишлаб чиқилган. Комплекснинг дастурий таъминотини ишлаб чиқишда энг янги инструментал дастурий воситалардан фойдаланилган. Комплекснинг дастурий таъминоти маълумотлар банки, ахборот узатиш тизими, буровойдаги ахборотни йиғиш ва ишлов бериш тизимидан иборатдир. Узоқда жойлашган фойдаланувчида ўрнатилган маълумотларни қибул қилишнинг амалий дастурий таъминоти узатилган ихборотларни қабул қилади ва узоқлашган компьютерда маълумотлар банкини автоатик равишда шакллантиради.

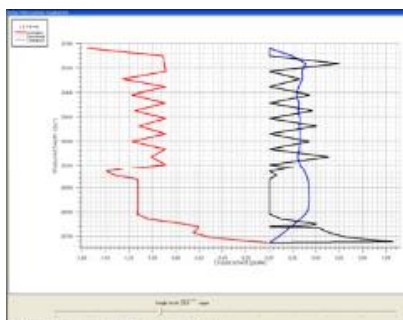
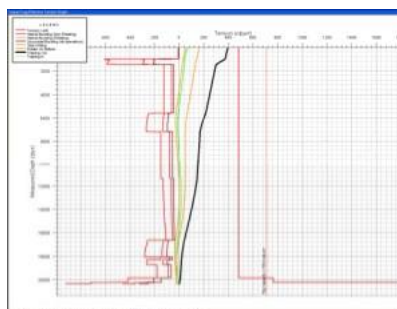
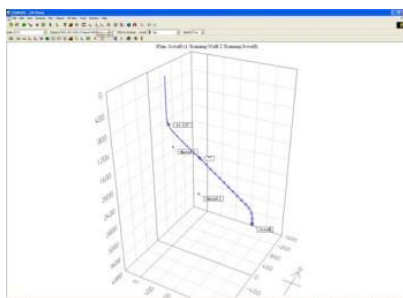
Ҳозирги кунда комплексни ривожлантиришнинг асосий йўналиши бўлиб унинг дастурий таъминотини оператор иштирокисиз автоматик равишда ечиладиган тезкор вазифалар доирасини кенгайтириш ва олинаётган ахборотнитасвишлаш имкониятларини яхшилаш мақсадида такомиллаштиришдан иборатдир. Комплекс (мажмуа) саноат технологик

жараёнларининг ахборот таъминоти ҳақидаги умумий тасаввурларнинг ривожланиши ва қудуқларни бурғулаш жараёни назоратининг комплексларига (мажмуаларига) қўйиладиган талабларнинг ўзгариши билан доимо такомиллашиб бормоқда.

«ГЕОТЕК» аппарат-дастурий комплекси

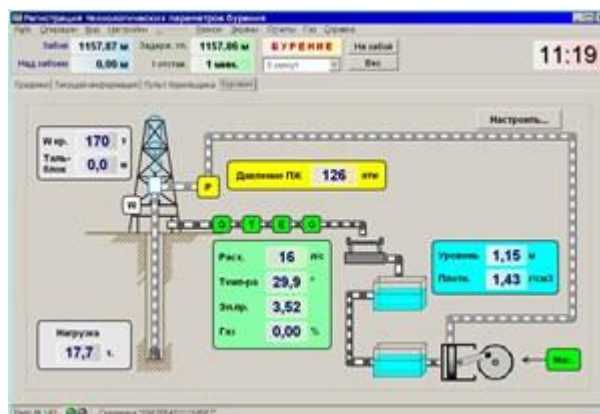


Дастурий комплекс:

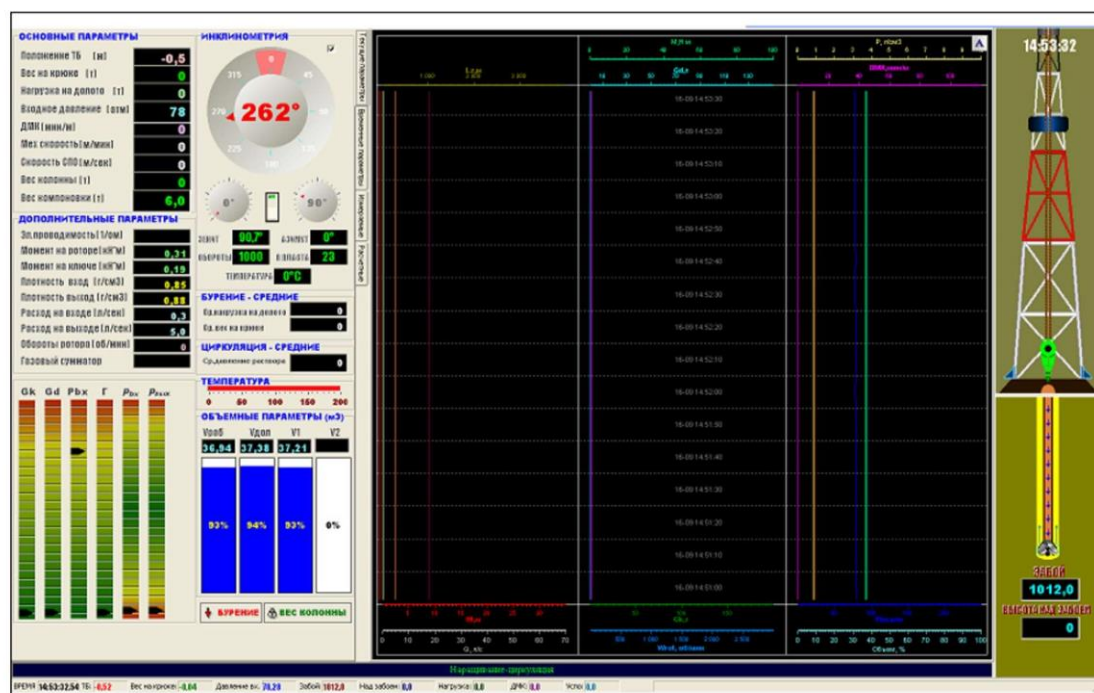


General Information		Well Data		Drilling Data		Temperature Data		Pressure Data		Flow Rate Data	
Parameter	Value	Parameter	Value	Parameter	Value	Parameter	Value	Parameter	Value	Parameter	Value
Well Name	Well 1	Drilling Date	2023-10-27	Temperature (°C)	100	Pressure (MPa)	10	Flow Rate (m³/h)	10	Flow Rate (m³/h)	10
Well Depth (m)	1000	Drilling Time (min)	1000	Temperature (°C)	200	Pressure (MPa)	20	Flow Rate (m³/h)	20	Flow Rate (m³/h)	20
Well Diameter (mm)	100	Drilling Speed (m/min)	10	Temperature (°C)	300	Pressure (MPa)	30	Flow Rate (m³/h)	30	Flow Rate (m³/h)	30
Well Type	Oil	Drilling Method	Rotary	Temperature (°C)	400	Pressure (MPa)	40	Flow Rate (m³/h)	40	Flow Rate (m³/h)	40
Well Status	Active	Drilling Status	Completed	Temperature (°C)	500	Pressure (MPa)	50	Flow Rate (m³/h)	50	Flow Rate (m³/h)	50
Well Location	Field 1	Drilling Team	Team 1	Temperature (°C)	600	Pressure (MPa)	60	Flow Rate (m³/h)	60	Flow Rate (m³/h)	60
Well Operator	Company 1	Drilling Supervisor	Supervisor 1	Temperature (°C)	700	Pressure (MPa)	70	Flow Rate (m³/h)	70	Flow Rate (m³/h)	70
Well Design	Design 1	Drilling Equipment	Equipment 1	Temperature (°C)	800	Pressure (MPa)	80	Flow Rate (m³/h)	80	Flow Rate (m³/h)	80
Well Construction	Construction 1	Drilling Materials	Materials 1	Temperature (°C)	900	Pressure (MPa)	90	Flow Rate (m³/h)	90	Flow Rate (m³/h)	90
Well Completion	Completion 1	Drilling Results	Results 1	Temperature (°C)	1000	Pressure (MPa)	100	Flow Rate (m³/h)	100	Flow Rate (m³/h)	100

«РЕГИСТРАЦИЯ (КАЙД ҚИЛИШ)» дастурий комплекси:



«Волга-супервайзер» дастурий комплекси:



III-БОБ. ХАЁТ ҲАОЛИЯТИ ХАВҲСИЗЛИГИ

ХУЛОСА

Олиб борилган таҳлил асосида қудуқларни бурғулаш жараёнининг автоматлаштириш учун бурғулаш колоннаси туби компановкаларининг ҳаракатининг математик моделини шакллантиришга самарали ёндашув танлаб олинди, ундан фойдаланган ҳолда эса қудуқни бурғулаш жараёнида қийшайтиргич перекосининг фиксрланган бурчагли ориентирланган тури ҳаракатининг моделларни тузишга бўлган кинематик ва динамик ёндашувларнинг бирлаштирилиши ҳамда таклиф қилинган ҳисоб схемаси асосидаги математик модели ишлаб чиқилди.

1. Бурғулаш колоннаси туби компановкаси ҳаракатининг модификацияланган кинематик модели асосига қўйилган тенгламалар тизимининг танланиши ва асосланиши амалга оширилди.

2. Регрессион таҳлил ва кинематик модел асосида траекторияни башоратлаш алгоритмлари келтирилди.

3. Башоратлаш аниқлигини баҳолаш бўйича ҳисоблаш экспериментларининг натижалари келтирилди.

4. Зенит бурчаги тупламининг участкасида терминал дастурий бошқарув алгоритмлари ўрганилди.

5. Қудуқларни бурғулашни технологик жараёнини автоматлаштириш ва бошқариш алгоритмларининг аппаратли ва дастурий тадбиқи амалга оширилди.

6. Қудуқларни бурғулаш жараёнининг автоматлаштириш учун замонавий технологиялар ва техник воситалар ўрганилди.

7. Дастурий ва аппарат воситаларининг таклиф қилинган структураси, бунда малакали экспертлар-операторлар, технологларнинг билим ва тажрибаларидан фойдаланиб, нафақат бурғулашни тезкор бошқариш алгоритмларининг юқори самарадорлигини уларнинг универсаллигини, ихчамлигини, балки жараёни автоматлаштириш, қурилмаларни назорат қилиш ва диагностикалаш, бурғулаш жараёнида бўлиши мумкин критик вазиятларни ва ҳ.к. аниқлаш имкониятини таъминлайди.

АДАБИЁТЛАР

1. Каримов И. Юксак маънавият – енгилмас куч. – Т.: “Маънавият”, 2008, 173-б.
2. Каримов И. Ўзбекистон мутақиллика эришиш остонасида. – Т.: Ўзбекистон, - 2011.
3. Абдуллаев Н.Д, Петров Ю.П. Теория и методы проектирования оптимальных регуляторов. - Л.: Энергоатомиздат, 2005.-240 с.
4. Алимбеков Р.И., Ахметзянов В.З., Шулаков А.С. Устройство для ориентирования бурового инструмента при проводке наклонно-направленных скважин // Республ. межотрасл. науч.-произв. конф. по автоматизации и механизации трудоемких производственных процессов на предприятиях республики: Тез. докл. Уфа, 2002. С. 102 - 103.
5. Алимбеков Р.И., Васильев В.И., Нугаев И.Ф., Шулаков А.С. Компьютеризированные технологии управления бурением в нефтяной и газовой промышленности //Нефтяное хозяйство. 2000. №12. С.120 - 122.
6. Барский И.Л., Гусман А.М., Ивина А.Б. Метод управления динамикой бурильной колонны// Нефтегазовые технологии. 2000. №1.
7. Батенко А.П. Системы терминального управления. - М.: Радио и связь, 2007.- 160 с.
8. Брук В.М., Петров О.А. Методы многокритериальной оптимизации проектных решений. - Л: СЗПИ, 1990. - 76 с.
9. Ковшов Г.Н., Алимбеков Р.И., Жибер А.В. Инклинометры. (Основы теории и проектирование). Уфа: Гилем, 1998. - 380с.
10. Колесников Н.А., Григулецкий В.Г., Горин Г.И. Современные проблемы бурения нефтяных и газовых скважин // Изв.вузов, сер. «Нефть и газ». 1992. № 1. С.37-40.

11. Кудрявцев А.В., Шулаков А.С. Использование RISC - контроллеров в интеллектуальных системах контроля параметров бурения скважин // «Интеллектуальное управление в сложных системах - 99» Респуб. науч.-техн. конф. Уфа, 1999. С.96 - 98.
12. Международный обзор: тенденции развития нефтяной и газовой промышленности мира в 2003 г // Нефтегазовые технологии. 2004. №1 С. 12-18.
13. Солодовников В.В., Тумаркин В.И. Теория сложности и проектирование систем управления. -М.: Наука, 1990. - 168 с.
14. Brakal J.D. Azar J.J. Prediction of welbore trajectory considering bottom hole, assembly and drill-bit SPE. Drill.Eng. -2009. 4, #2.-109-118/.
15. Nugaev I.F., Vasilyev V.I., Alimbekov R.I., Shulakov A.S. Computerized technology of control and decision support for oil - welldirected drilling.//Proc. of 4th Intern. Workshop on Computer Science and Information Technologies (CSIT'02), Greece, 2002.p.p. 104-110.
16. Справочник по теории автоматического управления / Под ред. А.А. Красовского. - М.: Наука, 1987. - 712 с.
17. Воскобойников Ю.Е. Устойчивые методы и алгоритмы параметрической идентификации. – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2006.
18. Левицкий А.З. Геолого-технологические исследования на стадии заканчивания скважин. М.: «Нефть и газ» РГУНГ им. Губкина. 2005.
19. Левицкий А.З., Командровский В.Г., Тенишев В.М., Шилкин И.В. Компьютерные и информационные технологии в решении задач оперативного управления бурением Ч. 1,2, 3, М.: «Нефть и газ» РГУНГ им. Губкина. 1999, 2000, 2001.
20. Лукьянов Э.Е., Стрельченко В.В. Геолого-технологические исследования в процессе бурения. М.: «Нефть и газ» РГУНГ им. Губкина. 1997.

- 21.Ляшенко Г.В., Штыфель А.П., Кульчицкий В.В., Сазонов А.А., Ларионов А.С., Щебетов А. А., Александров В. Л. Парадигма управления строительством скважин. НТЖ «Инженер-нефтяник». № 3-2009. - С. 17-20.
- 22.Мальцев А.В., Дюков Л.М. Приборы и средства контроля процесса бурения. Справочное пособие. М.: Недра. 1989, Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности. М.: Госгортехнадзор. 2003. ПБ-08-624-03.
- 23.Технология бурения нефтяных и газовых скважин, под ред А.И.Сиивака. М.: Недра. 2003.
- 24.www.ziyonet.uz
- 25.www.google.uz
- 26.www.pdf-search-engine.com
- 27.www.book.ru
- 28.www.burnlib.com
- 29.www.loadbooks-2011.ru
- 30.www.mirknig.com