

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**ОЛИЙ ТАЪЛИМ ТИЗИМИ ПЕДАГОГ ВА РАЎБАР КАДРЛАРИНИ
ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ ОШИРИШНИ
ТАШКИЛ ЭТИШ БОШ ИЛМИЙ - МЕТОДИК МАРКАЗИ**

**ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ПЕДАГОГ
КАДРЛАРНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ
ОШИРИШ ТАРМОҚ (МИНТАҚАВИЙ) МАРКАЗИ**

**“ГЕОФИЗИКА”
йўналиши**

**“НЕФТЬ ВА ГАЗНИ ГЕОФИЗИК УСУЛЛАР
БИЛАН ҚИДИРИШ, РАЗВЕДКА ҚИЛИШ”
модули бўйича**

Ў Қ У В – У С Л У Б И Й М А Ж М У А

Тошкент – 2016

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**ОЛИЙ ТАЪЛИМ ТИЗИМИ ПЕДАГОГ ВА РАХБАР КАДРЛАРИНИ
ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ ОШИРИШНИ
ТАШКИЛ ЭТИШ БОШ ИЛМИЙ - МЕТОДИК МАРКАЗИ**

**МИРЗО УЛУҒБЕК НОМИДАГИ ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ
УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ПЕДАГОГ КАДРЛАРНИ ҚАЙТА
ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ ОШИРИШ ТАРМОҚ
(МИНТАҚА) МАРКАЗИ**

**“НЕФТЬ ВА ГАЗНИ ГЕОФИЗИК УСУЛЛАР БИЛАН ҚИДИРИШ,
РАЗВЕДКА ҚИЛИШ”
МОДУЛИ БЎЙИЧА**

Ў Қ У В – У С Л У Б И Й М А Ж М У А

Тузувчилар:

Д.Х.Атабаев

Д.Д.Хусанбаев

Тошкент 2016

Мазкур ўқув-услугий мажмуа Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2016 йил 6 апрелидаги 137-сонли буйруғи билан тасдиқланган ўқув режа ва дастур асосида тайёрланди.

Тузувчи:

ЎзМУ, ф-м.ф.д., профессор
А.А. Холмуминов

Такризчи:

Катцухиро Накамура,
ЎзМУнинг физика факультети
ҳамда Осака шаҳар
университетининг нафақадаги
профессори (**Япония**).

Ўқув -услугий мажмуа ЎзМУнинг Университет кенгашининг 2016 йил 7-сентябрдаги 1-сонли қарори билан тасдиққа тавсия қилинган

МУНДАРИЖА

I. ИШЧИ ДАСТУР	3
II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТЕРФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ.....	9
III. НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ.....	12
IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ	65
V. КЕЙСЛАР БАНКИ.....	69
VII. ГЛОССАРИЙ	72
VIII. АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ.....	76

I. ИШЧИ ДАСТУР

Кириш.

Мазкур дастур ривожланган хорижий давлатларнинг олий таълим соҳасида эришган ютуқлари ҳамда орттирган тажрибалари асосида “Геофизика” қайта тайёрлаш ва малака ошириш йўналиши учун тайёрланган намунавий ўқув режа ҳамда дастур мазмунидан келиб чиққан ҳолда тузилган бўлиб, у замонавий талаблар асосида қайта тайёрлаш ва малака ошириш жараёнларининг мазмунини такомиллаштириш ҳамда олий таълим муассасалари педагог кадрларининг касбий компетентлигини мунтазам ошириб боришни мақсад қилади.

Жамият тараққиёти нафақат мамлакат иқтисодий салоҳиятининг юксаклиги билан, балки бу салоҳият ҳар бир инсоннинг камол топиши ва уйғун ривожланишига қанчалик йўналтирилганлиги, инновацияларни тадбиқ этилганлиги билан ҳам ўлчанади. Демак, таълим тизими самарадорлигини ошириш, педагогларни замонавий билим ҳамда амалий кўникма ва малакалар билан куроллантириш, чет эл илғор тажрибаларини ўрганиш ва таълим амалиётига тадбиқ этиш бугунги куннинг долзарб вазифасидир. “Нефт ва газни геофизик усуллар билан қидириш” модули айнан мана шу йўналишдаги масалаларни ҳал этишга қаратилган.

Модулнинг мақсади ва вазифалари.

“Нефт ва газни геофизик усуллар билан қидириш” модулининг мақсад ва вазифалари:

- геофизик усулларнинг ривожланиш тарихи, геофизик усулларнинг мақсади, ахамияти ва муҳимлиги, геофизик усуллар билан нефть ва газ конларини қидириш ва разведка қилишнинг босқичлари;

Модул бўйича тингловчиларнинг билими, кўникмаси, малакаси ва компетенцияларига қўйиладиган талаблар.

“Нефт ва газни геофизик усуллар билан қидириш” курсини ўзлаштириш жараёнида амалга ошириладиган масалалар доирасида:

Тингловчи:

- физика, математика;
- геология асослари;
- структуравий геология;
- стратиграфия асослари ҳақида **билимларга эга бўлиши;**

Тингловчи:

- қидириш ва разведка қилишнинг босқичлари;
- ҳар бир босқичда қўлланиладиган геофизик усуллар;
- даладан олинадиган геофизик маълумотларини билиш;

- даладан олинган геофизик маълумотларни қайта ишлаш ва талқин қилиш **малакаларини эгаллаши;**

Тингловчи:

- қидириш ва разведка қилишнинг босқичларини била олиш;
- геофизик маълумотларини талқин қила олиш;
- талқин қилинган маълумотлардан якуний хулоса чиқариш **компетенцияларни эгаллаши лозим.**

Модулни ташкил этиш ва ўтказиш бўйича тавсиялар.

“Нефть ва газни геофизик усуллар билан қидириш” курси маъруза ва амалий машғулотлар шаклида олиб борилади.

Курсни ўқитиш жараёнида таълимнинг замонавий методлари, педагогик технологиялар ва ахборот-коммуникация технологиялари қўлланилиши назарда тутилган:

- маъруза дарсларида замонавий компьютер технологиялари ёрдамида презентацион ва электрон-дидактик технологиялардан;

- ўтказиладиган амалий машғулотларда техник воситалардан, экспресс-сўровлар, тест сўровлари, ақлий хужум, гуруҳли фикрлаш, кичик гуруҳлар билан ишлаш, коллоквиум ўтказиш, ва бошқа интерактив таълим усулларини қўллаш назарда тутилади.

-

Модулнинг ўқув режадаги бошқа модуллар билан боғлиқлиги ва узвийлиги.

“Нефть ва газни геофизик усуллар билан қидириш” модули мазмуни ўқув режадаги “Қудуқдаги геофизик ва геологик-технологик тадқиқотлар” ва “Геофизикадаги замонавий қайта ишлаш ва талқин қилиш комплекслари” ўқув модуллари билан узвий боғланган ҳолда педагогларнинг нефть ва газни геофизик усуллар билан қидириш бўйича касбий педагогик тайёргарлик даражасини оширишга хизмат қилади.

Модулнинг олий таълимдаги ўрни.

Модулни ўзлаштириш орқали тингловчилар нефть ва газ конларини қидиришда геофизик усулларнинг ўрни, ахамияти ва муҳимлиликка доир касбий компетентликка эга бўладилар.

Модул бўйича соатлар тақсимоти.

№	Модул мавзулари	Тингловчининг ўқув юкламаси, соат				
		Ҳаммаси	Аудитория ўқув юкламаси			Мустақил таълим
			Жами	жумладан		
				Назарий	Амалий машғулот	
1.	Сейсморазведка асослари. Нефть ва газ конларини қидиришда сейсморазведканинг аҳамияти.	10	8	4	4	2
2.	Электроразведка асослари. Нефть ва газ конларини қидиришда ва разведка қилишда электроразведканинг аҳамияти.	4	4	2	2	
3.	Гравиразведка асослари. Нефть ва газ конларини қидиришда ва разведка қилишда гравиразведканинг ўрни.	4	4	2	2	
4.	ҚГТ усуллари асослари. Кон геофизикасида ҚГТнинг аҳамияти.	8	6	2	4	2
5.	Кўчма машғулотлар.	4	4			
	Жами:	30	26	10	12	4

НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

1 - мавзу: Нефть ва газ конларини қидиришда ва разведка қилишда сейсморазведканинг ўрни.

Сейсморазведка тўғрисида умумий тушунча ва унинг моҳияти. Сейсморазведканинг физик ва геологик асослари. Эластиклик назарияси, геометрик сейсмика асослари. Сейсмик тўлқинларнинг турлари. Эластик тўлқинларнинг қайтиши, синиши, дифракцияси, рефракцияси. Сейсмик муҳитлар, тўлқинларнинг чегаралари ва тезлиги. Сейсморазведка усуллариининг таснифи.

2 - мавзу: Нефть ва газ конларини қидиришда электроразведканинг ахамияти.

Электроразведка тўғрисида умумий тушунча. Электро-разведкада ўрганиладиган табиий, сунъий, ўзгармас ва ўзгарувчан, барқарорлашган ва барқарорлашмаган майдонлар тўғрисида тушунча. Сунъий майдонларни ҳосил қилиш усуллари. Нормал ва аномал электромагнит майдонлар.

3 - мавзу: Гравиразведка усули билан нефть ва газ конларини қидириш ва разведка қилиш.

Гравиразведка тўғрисида тушунча ва унинг моҳияти. Оғирлик кучининг ташкил этувчилари. Оғирлик кучининг потенциали, унинг ҳосилалари, юза сатҳлари ва геоид тўғрисида тушунча. Ернинг оғирлик кучи нормал қийматининг формуласи. Оғирлик кучининг кузатилган қийматларига киритиладиган редукциялар (тузатмалар). Оғирлик кучининг аномалияси. Зичликни ўлчаш усуллари. Нефть ва газ конларини қидиришда ва разведка қилишда гравиразведканинг ўрни.

4 - мавзу: Нефть ва газ конларида қудуқларнинг геофизик тадқиқотлаш усуллари.

Қудуқлардаги геофизик тадқиқот (каротаж) усуллари (ҚГТ) ҳақида тушунчалар, ечиладиган геологик ва технологик масалалар. Нефть ва газ конларида, гидрогеологик қудуқларда ҚГТ олиб бориш жараёнида қўлланиладиган рационал комплекс усуллари тўғрисида тафсифий тушунчалар. Каротаж диаграммаларни, ҳамда технологик ва техник параметрларни кайд қилиш жараёнида, олинган маълумотларига таъсир этувчи факторлар. Тоғ жинсларни физик, механик ҳамда фильтрацион сиғимли хоссалари. Коллекторлар ва улар ҳақида умумий маълумотлар. Тоғ жинсларининг коллекторлик хусусиятлари. Коллектор-жинслар таснифи.

АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАЗМУНИ

1-амалий машғулот:

Дала ишларини ташкил қилиш. Кузатувлар натижасида олинадиган маълумотлар қайта ишлаш ва талқин қилиш.

Тоғ жинсларининг эластик хоссалари ҳамда уларнинг турли табиий омилларга боғлиқлиги. Сейсморазведка асбобларининг тузилиш асослари ва уларнинг турлари. Дала ишларини ташкил қилиш. Кузатувлар натижасида олинадиган маълумотлар. Далилларни қайта ишлаш. Трасса, сейсмограмма ва вақтли кесим тўғрисида тушунчалар. Интерференцион тизимлари.

2-амалий машғулот

Электроразведка усуллари

Тоғ жинсларининг электромагнит хоссалари ва уларнинг электроразведкадаги аҳамияти. Электроразведка асбоб-ускуналари ва жиҳозлари. Ундалган қутбланиш, табиий майдон ва зарядланган жисм усуллари. Ўзгармас майдонга асосланган электроразведка усуллари. Ўзгарувчан электромагнит майдонларга асосланган электроразведка усуллари. Магнитотеллурик майдон усуллари.

3-амалий машғулот

Гравиразведка усули.

Гравиразведка далилларини талқин қилиш. Гравиразведканинг тўғри ва тескари масалаларини ечишнинг аналитик усуллари. Гравиразведка маълумотларини сифат ва миқдор жиҳатидан талқин қилиш. Гравитацион аномалияларни трансформациялаш ва уларни талқин қилишнинг асослари.

4-амалий машғулот

Нефть ва газ конларини разведка қилишда ҚГТ усулларини қўлланилиши.

ҚГТнинг электрик усуллари. ПС, КС (туюлувчи қаршилик) усуллари. ҚГТнинг индукцион усуллари. ҚГТнинг ядро-физикавий усуллари. ҚГТ маълумотларини талқин қилиш. Корреляцион схемалар. Якуний каротаж диаграммани талқин қилиш.

КЎЧМА МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

Кўчма машғулотни ташкил этиш шакли ва мазмуни.

Кўчма машғулотлар таянч олий таълим муассасаларининг кафедра ва лабораторияларида ташкил этилади. Ушбу лабораторияларда тингловчилар

гефизика тадқиқот усулларининг асбоб ускуналари билан танишадилар, уларда ишлаш кўникмаларини шакллантирадилар. Олинган натижалардан нефть ва газни геофизик усуллар билан қидириш ҳақида маълумотлар олишга кўникма ҳосил қиладилар.

1. ҚГТ усуллари асослари. Кон геофизикасида ҚГТнинг ахамияти. (4 соат).

Ўқитиш шакллари

Мазкур модулни ўқитиш жараёнида таълимнинг замонавий методлари, педагогик технологиялар ва ахборот-коммуникация технологиялари қўлланилиши назарда тутилган:

маъруза дарсларида замонавий компьютер технологиялари ёрдамида презентацион ва интерфаол педагогик (Ақлий хужим, Венн диаграммаси, концептуал жадвал) усул ва технологиялардан фойдаланилади;

ўтказиладиган амалий машғулотларда техник воситалардан, график органайзерлардан, кейслардан фойдаланиш, гуруҳли фикрлаш, кичик гуруҳлар билан ишлаш, блиц-сўровлардан ва бошқа интерактив таълим усулларини қўллаш назарда тутилади.

БАҲОЛАШ МЕЗОНИ

№	Ўқув-топшириқ турлари	Максимал балл	Баҳолаш мезони		
			"аъло" 2,2-2,5	"яхши" 1,8-2,1	"ўрта" 1,4-1,7
1.	Тест-синов топшириқларини бажариш	0,5	0,4-0,5	0,34-0,44	0,28-0,3
2.	Ўқув-лойиҳа ишларини бажариш	1	0,9-1	0,73-0,83	0,56-0,7
3.	Мустақил иш топшириқларини бажариш	1	0,9-1	0,73-0,83	0,56-0,7

МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТРЕФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ.

“SWOT-таҳлил” методи.

Методнинг мақсади: мавжуд назарий билимлар ва амалий тажрибаларни таҳлил қилиш, таққослаш орқали муаммони ҳал этиш йўллари топишга, билимларни мустаҳкамлаш, такрорлаш, баҳолашга, мустақил, танқидий фикрлашни, ностандарт тафаккурни шакллантиришга хизмат қилади.

S – (Нефть ва газни геофизик усуллар билан қидириш)	• кучли томонлари
W – (Нефть ва газни геофизик усуллар билан қидириш)	• заиф, кучсиз томонлари
O – (Нефть ва газни геофизик усуллар билан қидириш)	• имкониятлари
T – (Нефть ва газни геофизик усуллар билан қидириш)	• тўсиқлар

Нефть ва газни геофизик усуллар билан қидириш фанининг SWOT таҳлилини ушбу жадвалга туширинг.

“Кейс-стади” методи

«Кейс-стади» - инглизча сўз бўлиб, («case» – аниқ вазият, ҳодиса, «stadi» – ўрганмоқ, таҳлил қилмоқ) аниқ вазиятларни ўрганиш, таҳлил қилиш асосида ўқитишни амалга оширишга қаратилган метод ҳисобланади. Мазкур метод дастлаб 1921 йил Гарвард университетида амалий вазиятлардан иқтисодий бошқарув фанларини ўрганишда фойдаланиш тартибида қўлланилган. Кейсда очиқ ахборотлардан ёки аниқ воқеа-ҳодисадан вазият сифатида таҳлил учун фойдаланиш мумкин. Кейс ҳаракатлари ўз ичига қуйидагиларни камраб олади: Ким (Who), Қачон (When), Қаерда (Where), Нима учун (Why), Қандай/ Қанақа (How), Нима-натижа (What).

“Кейс методи” ни амалга ошириш босқичлари

Иш босқичлари	Фаолият шакли ва мазмуни
1-босқич: Кейс ва унинг ахборот таъминоти билан таништириш	<ul style="list-style-type: none"> ✓ якка тартибдаги аудио-визуал иш; ✓ кейс билан танишиш(матнли, аудио ёки медиа шаклда); ✓ ахборотни умумлаштириш; ✓ ахборот таҳлили; ✓ муаммоларни аниқлаш
2-босқич: Кейсни аниқлаштириш ва ўқув топшириғни белгилаш	<ul style="list-style-type: none"> ✓ индивидуал ва гуруҳда ишлаш; ✓ муаммоларни долзарблик иерархиясини аниқлаш; ✓ асосий муаммоли вазиятни белгилаш
3-босқич: Кейсдаги асосий муаммони таҳлил этиш орқали ўқув топшириғининг ечимини излаш, ҳал этиш йўллари ишлаб чиқиш	<ul style="list-style-type: none"> ✓ индивидуал ва гуруҳда ишлаш; ✓ муқобил ечим йўллари ишлаб чиқиш; ✓ ҳар бир ечимнинг имкониятлари ва тўсиқларни таҳлил қилиш; ✓ муқобил ечимларни танлаш
4-босқич: Кейс ечимини ечимини шакллантириш ва асослаш, тақдимот.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ якка ва гуруҳда ишлаш; ✓ муқобил вариантларни амалда қўллаш имкониятларини асослаш; ✓ ижодий-лойиҳа тақдимотини тайёрлаш; ✓ якуний хулоса ва вазият ечимининг амалий аспектларини ёритиш

Венн Диаграммаси методи

Методнинг мақсади: Бу метод график тасвир орқали ўқитишни ташкил этиш шакли бўлиб, у иккита ўзаро кесишган айлана тасвири орқали ифодаланади. Мазкур метод турли тушунчалар, асослар, тасавурларнинг анализ ва синтезини икки аспект орқали кўриб чиқиш, уларнинг умумий ва фарқловчи жиҳатларини аниқлаш, таққослаш имконини беради.

Методни амалга ошириш тартиби:

- иштирокчилар икки кишидан иборат жуфтликларга бирлаштириладилар ва уларга кўриб чиқиладиган тушунча ёки асоснинг ўзига хос, фарқли жиҳатларини (ёки акси) доиралар ичига ёзиб чиқиш таклиф этилади;

- навбатдаги босқичда иштирокчилар тўрт кишидан иборат кичик гуруҳларга бирлаштирилади ва ҳар бир жуфтлик ўз таҳлили билан гуруҳ аъзоларини таништирадилар;

- жуфтликларнинг таҳлили эшитилгач, улар биргалашиб, кўриб чиқиладиган муаммо ёхуд тушунчаларнинг умумий жиҳатларини (ёки фарқли) излаб топадилар, умумлаштирадилар ва доирачаларнинг кесишган қисмига ёзадилар.



“Брифинг” методи

“Брифинг”- (инг. briefing-қиска) бирор-бир масала ёки саволнинг муҳокамасига бағишланган қиска пресс-конференция.

Ўтказиш босқичлари:

1. Такдимот қисми.
2. Муҳокама жараёни (савол-жавоблар асосида).

Брифинглардан тренинг яқунларини таҳлил қилишда фойдаланиш мумкин. Шунингдек, амалий ўйинларнинг бир шакли сифатида қатнашчилар билан бирга долзарб мавзу ёки муаммо муҳокамасига бағишланган брифинглар ташкил этиш мумкин бўлади. Талабалар ёки тингловчилар томонидан яратилган мобил иловаларнинг такдимотини ўтказишда ҳам фойдаланиш мумкин.

III. НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ

1-мавзу: СЕЙСМОРАЗВЕДКА АСОСЛАРИ. НЕФТЬ ВА ГАЗ КОНЛАРИНИ ҚИДИРИШДА СЕЙСМОРАЗВЕДКАНИНГ АХАМИЯТИ.

Режа

- 1. Сейсморазведка усули, мақсади ва вазифалари*
- 2. Сейсморазведканинг физик асослари. Кучланишлар ва деформациялар, улар орасидаги боғлиқлик*
- 3. Сейсмик тўлқинлар тарқалишининг ўзига хос хусусиятлари*

Таянч иборалар: *бир жинсли қатлам, градиент, градиент қатлам, бир жинсли-қатламли муҳит, кучланиш, деформация, чўзилиш-сиқилиш*

1.1. Сейсморазведка усули, мақсади ва вазифалари.

Сейсмик кидирув (сейсморазведка) – геофизик усуллардан бири бўлиб, турли сунъий йўллар (зарба, кўзғатиш) билан ҳосил қилинган эластик тўлқинларнинг тарқалашига асосланади ва Ернинг тузилишини, геологик муҳитни ўрганишда, нефть ва газ конларини ҳамда бошқа қазилма бойликларини излашда, муҳандислик-геология масалаларини ечишда қўлланилади.

Тоғ жинсларини эластиклик хусусияти ҳар хил бўлганлиги учун улар орқали ўтадиган эластик тўлқин ҳам ҳар хил тезликларда тарқалади. Бунинг оқибатида турли қатламлардан ташкил топган Ер қаърида тўлқин тезлиги ўзгариши билан бир қаторда, шу чегаралардан тўлқиннинг қайтиши, синиши ва бошқа хусусияти юзага келади. Шу тўлқинларни қайд (ёзиб олиш) қилиш натижасида, турли тезликларни таҳлил қилиб, ернинг ички тузилиши тўғрисида маълумот олиш мумкин.

Сейсморазведка усули тўлқинларнинг кинематик ҳолатини ўрганишга, тўлқин пайдо бўлган нуқтадан уни қабул қилувчи қурилмагача бўлган масофагача турли тўлқинларни етиб келиш вақтларини ўлчашга асосланган. Тупроқнинг жуда кучсиз ҳаракатлари сейсмоприёмникларда (тўлқинларни қабул қилувчи мослама) ҳосил қилинган электик тебранишлар, маҳсус анчагина мураккаб қурилмаларда (сейсмостанциялар) кучайтирилади ва сейсмограммаларда ҳамда магнитограммаларда автоматик равишда ўзифодасини топади.

Сейсморазведкада иккита асосий усул мавжуд: қайтган тўлқин усули (ҚТУ-МОВ) ва синган тўлқин усули (СТУ-МПВ). Бошқа тўлқинларни ўрганиш усуллари амалиётда кам қўлланилади.

Кенг майдонлардаги ўта мураккаб вазифаларни ечишда тўлқинларни пайдо бўлишидан то қабул қилинишигача, геологик кесимларни юқори

аниқликдаги геометрик ҳолатини белгилаш бўйича кўп марта ўлчаш, маълумотларни қайта олиш ва уларни ЭҲМларда ҳисоблаб чиқишни тақозо этади. Уларни таҳлил қилиш натижасида сейсмогеологик чегараларнинг жойлашган чуқурлигини, уларнинг ётишини, чўзилишини, тўлқинларни тезлигини аниқлаш мумкин, геологик маълумотлар асосида эса, аниқланган чегараларнинг геологик табиатини белгилаш мумкин.

Турли вазибаларни ҳал қилиш бўйича сейсморазведка чуқурлик, структурали, нефтгазли, маъданли ва муҳандисли турларига бўлинади. Қандай сатҳда тадбиқ қилиниши бўйича сейсморазведканинг Ер юзидаги, акваториал (денгиз), Ер остидаги (бурғи кудуқларда) турлари мавжуд. Эластик тўлқиннинг тебраниш частотасига қараб юқори частотали (100 гц дан катта), ўрта частотали (бир неча ўн гц) ва паст частотали (10 гц дан кичик) сейсморазведка турларига ажратилади. Эластик тўлқиннинг частотаси қанчалик юқори бўлса, шунчалик тез сўнади ва кичик чуқурликни қамраб олади.

Сейсморазведка – геофизик усуллари ичида жуда муҳим ва кўп ҳолатларда жуда аниқ (қўл меҳнат талаб қилсада) усуллардан биридир. Турли геологик муаммоларни ечишда сейсморазведка бир неча метрдан (жинсларни физик-механик хусусиятини ўрганишда) бир неча ўн, ҳатто юз километрларгача (Ер қобиғини ва юқори мантияни ўрганишда) чуқурликни қамраб олади.

Сейсморазведка 20-асрнинг 20-йилларида сейсмологиянинг (зилзилани ўрганувчи фаннинг) бир бўлими сифатида юзага келди. 1923-1925 йилларда сейсморазведка Россияда турли геологик жумбоқларни ечишда, айниқса нефт геологиясида кенг қўлланила бошланди. Ҳозирги вақтда барча геофизик тадқиқотларнинг тўртдан бир қисми сейсморазведка усулларига тўғри келади.

1.2. Сейсморазведканинг физик асослари. Кучланишлар ва деформациялар, улар орасидаги боғлиқлик.

Сейсмик тўлқинларнинг тарқалиши бу бирор муҳитга куч таъсир қилганда ундаги заррачаларнинг силжишидир. Ҳар қандай қаттиқ жисмнинг шакли ва ўлчамлари унга куч таъсир қилганда ўзгаради. Бунда ташқи ва ички кучлар бир-бирига қарши йўналган бўлади. Натижада, ташқи таъсир олиб қўйилганда, жисм ўзининг бирламчи ҳолатини олишга ҳаракат қилади. Жисмларнинг ташқи таъсирга қаршилиги унинг эластиклиги дейилади¹. Агар сейсмик тўлқин ўтиб кетгандан кейин муҳит илгариги ҳолига қайтса бундай муҳит эластик модель дейилади.

Сейсмик тўлқинларнинг тарқалишини ўрганишда реал геологик муҳитни бирор эластик модельга аппроксимация (алмаштириш) қилинади. Сейсморазведка назариясида, бир биридан литологик таркиби, ғоваклиги ва бошқа хоссалари билан ажралиб турувчи қатламларнинг горизонтал ўлчамлари, сейсмик тўлқинлар узунлигидан жуда катта бўлганлиги учун уларнинг чегараларини аниқлашга имкон беради. Бу қатламларнинг

¹ William Lowrie. Fundamentals of physics. Second edition. Cambridge University Press 2007. 381pp.

қалинликлари бир неча см дан бир неча км гача бўлиши мумкин. Қатламларнинг ётиш бурчаги кўпчилик ҳолларда деярли горизонтал ҳолатда, лекин тоғолди ва тоғлараро ботиқликларда, туз гумбазлари ривожланган худудларда бу бурчак жуда катта бўлиши мумкин. Сейсморазведка масалаларини ечишда шунинг учун, тадқиқот объекти идеаллаштирилади. Бундай идеаллаштириш сейсмик модел тузиш орқали амалга оширилади.

Сейсмик тўлқинларнинг тақсимланиши жуда кўп омилларга боғлиқ, лекин асосий иккитаси бу – қатламлар ва тоғ босими. Бошқа омилларнинг таъсири тоғ жинслари физик-геологик хусусиятларини тақсимланишини тушунишни фақат қийинлаштиради. Шунинг учун тадқиқот объектининг сейсмик модели анча соддалаштирилади. Бунинг учун муҳитнинг **бир жинсли** ($V_p = \text{const}$, $V_s = \text{const}$, $\rho = \text{const}$), ёки **бир жинсли бўлмаган** ($V_p(x,y,z)$, $V_s(x,y,z)$, $\rho(x,y,z)$) сейсмик модели танланади. Сейсморазведкада асосан муҳитнинг: **бир жинсли, бир жинсли-қатламли, градиентли ва градиент-қатламли** сейсмик моделлари тузилади. Буларнинг ҳаммаси икки ва уч ўлчамли тузилиши мумкин.

Бир жинсли муҳитнинг барча нуқталарида сейсмик характеристикалар ўзгармас. Бир жинсли муҳитлар изотроп ва анизотроп бўлиши мумкин. Бир жинсли изотроп қатламларга литологик таркиби бир хил юқори тезликли қатламлар мисол бўлиши мумкин (карбонат ва галоген чўкинди жинслар).

Бир жинсли-қатламли муҳит бир нечта бир жинсли турли қалинликка эга бўлган қатламлардан иборатдир. Бундай ҳолларда тезликларни қатлам тезлиги билан белгиланади (пластовая скорость).

Градиентли (бир жинсли бўлмаган) муҳитда унинг элстиклик хусусиятлари бирор функция сифатида ўзгарувчандир. Реал шароитда тезликнинг чуқурлик бўйича ўзгариши яққол кўринади. Буни тезликнинг вертикаль градиенти дейилади. Тезликнинг горизонтал градиенти муҳитнинг латерал бир жинсли эмаслигини кўрсатади.

Кучланиш. Умумий физика курсидан маълумки бирлик майдонга таъсир этувчи куч – кучланишни ифодалайди:

$$P = F/S$$

унинг бирлиги СИ да $\text{кг м}^{-1}\text{с}^{-2}$ (Паскаль).

Координата ўқлари бўйлаб йўналган кубни хар бир тарафи марказига P кучланишлар берилган бўлсин. Бу кучланишларни 3та нормал (P_{xx} , P_{yy} , P_{zz}) ва 6 та уринма кучланишларга ($P_{xy}=P_{yx}$, $P_{xz}=P_{zx}$, $P_{yz}=P_{zy}$) бўлиш мумкин. Улар биргаликда кучланиш тензорини ташкил қилади.

Деформация. Кучланиш таъсирида муҳитнинг заррачаларини силжиши деформация дейилади. Деформацияларни математик ифодалаш учун тўртта турга бўлинади.

Чўзилиш-сиқилиш деформацияси (нормал деформация). Агар кубнинг чап томонига F куч берилса ва унинг ўнг томони маҳкамлаб қўйилса (1.1.б расм), чап қирраси (dU_x/dx) Δx масофага силжийди. Нисбий узайиш $dU_x/dx = e_{xx}$ нормал деформация дейилади. Худди шундай кубнинг бошқа томонларининг нормал деформацияларини ҳам кўрсатиш мумкин: $dU_y/dy = e_{yy}$ ва $dU_z/dz = e_{zz}$.

Хажм деформацияси. Агар кубнинг уччала томонига катталиги бир хил бўлган кучлар таъсир қилса, унинг томонлари $\Delta x + e_{xx}\Delta x$, $\Delta y + e_{yy}\Delta y$, $\Delta z + e_{zz}\Delta z$ бўлади.

Унда хажмнинг бирламчи хажмга нисбати $\Theta = e_{xx} + e_{yy} + e_{zz}$ бўлади. Бу ерда Θ дилатация (кенгайиш).

Силжиш деформацияси. Агар кубнинг маҳкамланмаган томонига уринма куч таъсир қилса (1.1.в расм), у холда куб томонларининг бир-бирига нисбатан қандайдир бурчак остида силжиши рўй беради. Бу бурчакнинг кичиклигидан уни горизонталь силжишнинг ($(dUy/dx) \Delta y$) вертикаль масофага Δy нисбатан тангенс сифатида ифодалаш мумкин, яъни $dUx/dy = e_{xy}$. бундай деформацияни силжиш деформацияси дейилади.

Шакл деформацияси. Агар кубни бирор A нуктада маҳкамланса, ҳамда унинг икки томонига F_1 ва F_2 кучлар таъсир қилса (1.1.д расм) xu текисликда ва қолган иккита xz ва yz текисликларда томонларнинг силжиши рўй беради. Агар қўйилган кучлар бир хил бўлмаса, у холда буровчи кучлар ҳосил бўлади ва шакл ўзгариши содир бўлади.

Умуман, эластиклик назариясининг асосий тенгламалари О.Л. Коши ва С.Д. Пуассонлар томонидан XIX асрнинг 20 - йилларида аниқланган.

Изотроп муҳитда эластиклик хусусиятлари йўналишга боғлиқ бўлмайди. Эластиклик модуллари сони иккитагача камаяди, булар λ ва μ - Ламэ коэффицентлари. Энг оддий ҳолда кучланишлар компоненталари деформациялар компоненталари оқали қуйидагича ифодаланади:

$$\sigma_x = \lambda\theta + 2\mu\gamma_{xx}; \quad \tau_{xy} = \mu\gamma_{xy}; \quad (3.1)$$

$$\sigma_y = \lambda\theta + 2\mu\gamma_{yy}; \quad \tau_{xz} = \mu\gamma_{xz}; \quad (3.2)$$

$$\sigma_z = \lambda\theta + 2\mu\gamma_{zz}; \quad \tau_{yz} = \mu\gamma_{yz}; \quad (3.3)$$

Ҳар хил масалалар ечилаётганда λ ва μ билан биргаликда изотроп муҳитни қуйидаги эластиклик модулларининг бештаси ифодалайди:

1. Юнг модули (E), (бўйлама чўзилиш модули) - жисмнинг чўзилиши ёки

бўйлама сиқилишига қаршилигини кўрсатади.

2. Пуассон коэффиценти (σ) – ўзак (стержень) чўзилиши ёки сиқилиши натижасида ҳосил бўладиган кўндаланг деформациянинг бўйлама деформацияга нисбати кўрсаткичи.

3. Ҳар тарафлама (ҳажмий) сиқилиш модули (K) – ҳажмий деформация (дилатация) билан ҳар тарафлама бир хилда берилган босим орасидаги боғлиқликни ифодалайди.

4. Силжиш модули (μ) - силжиш таъсирида жисмнинг шакли ўзгаришини

ифодалайди. Бунда уринма кучи таъсирида жисмнинг шакли ва тўғри бурчаклари ўзгаради, ҳажми эса ўзгармайди.

5. λ модули – сиқилиш – кенгайиш деформациялари ва нормал кучланишларни ифодаловчи тенгламаларда дилатация коэффиценти. Суюқ

ва газсимон муҳитларда, яъни силжиш модули ($\mu = 0$) бўлганда, λ модули қиймати ҳар тарафлама сиқилиш модули (K) га тенг бўлади.

Куйида изотроп муҳит учун юқоридаги модулларнинг ўзаро боғлиқлигининг асосий тенгламалари берилган:

$$K = \frac{1}{3} \frac{E}{1-2\sigma} = \frac{2\mu(1+\sigma)}{3(1-2\sigma)} = \lambda + \frac{2}{3}\mu; \quad (3.4)$$

$$\mu = \frac{1}{2} \frac{E}{1+\sigma} = \frac{3K(1-2\sigma)}{2(1+\sigma)} = \frac{3}{2}(K - \lambda) = \frac{\lambda(1-2\sigma)}{2\sigma}; \quad (3.5)$$

$$\lambda = \frac{\sigma E}{(1+\sigma)(1-2\sigma)} = \frac{3K\sigma}{1+\sigma} = K - \frac{2}{3}\mu = \frac{2\sigma\mu}{1-2\sigma}; \quad (3.6)$$

Булардан E ва σ қийматларини топиш мумкин.

X , Y , Z орқали dV элементар ҳажмга таъсир этаётган кучларни белгилайлик, j_x , j_y , j_z – инерция кучлари қўзғатган dV ҳажмнинг оғирлик маркази тезланишининг координата ўқлари бўйича проекцияси бўлсин. Даламбер принципага асосан, таъсир этувчи кучлар тезланишга пропорционалдир.

Ҳажм элементи мувозанат ҳолатида изотроп муҳит учун ҳар қандай кучлар майдони куйидагича ифодаланади:

$$((\lambda+\mu) \frac{\partial \theta}{\partial x} + \mu \nabla^2 u + \rho X = \rho \frac{d^2 u}{dt^2}; \quad (3.7)$$

$$(\lambda+\mu) \frac{\partial \theta}{\partial y} + \mu \nabla^2 v + \rho Y = \rho \frac{d^2 v}{dt^2}; \quad (3.8)$$

$$(\lambda+\mu) \frac{\partial \theta}{\partial z} + \mu \nabla^2 w + \rho Z = \rho \frac{d^2 w}{dt^2}; \quad (3.9)$$

$$\nabla^2 = \frac{d^2}{dx^2} + \frac{d^2}{dy^2} + \frac{d^2}{dz^2} \text{ - Лаплас оператори.} \quad (3.10)$$

Ташқи кучлар йўқ бўлса, яъни фақат тебраниш ҳаракатлари натижасида ҳосил бўлган инерция кучлари таъсир қилаётган бўлса, $X = Y = Z = 0$, оддий алмаштиришлардан сўнг иккита фундаментал тенгламага эга бўламиз.

$$\nabla^2 \vec{u} = \frac{1}{v_p^2} \frac{\partial \vec{u}}{\partial t^2}; \quad (3.11)$$

$$\nabla^2 \vec{u} = \frac{1}{v_s^2} \frac{\partial \vec{u}}{\partial t^2}; \quad (3.12)$$

Биринчи тенглама бўйлама (компрессион) тўлқинларни, иккинчиси кўндаланг (силжиш) тўлқинларининг тарқалишини ифодалайди. Эластиклик параметрлари ва зичлик орқали бу тўлқинлар тезликлари куйидагича бўлади:

$$v_p = \sqrt{\frac{(\lambda+2\mu)}{\rho}}; \quad (3.13)$$

$$v_s = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}; \quad (3.14)$$

Уларнинг нисбати фақат Пуассон коэффицентига боғлиқ бўлади:

$$\frac{v_s}{v_p} = \gamma = \sqrt{\frac{(1-2\sigma)}{2(1-\sigma)}}; \quad (3.15)$$

Бундан, Гук қонуни бажарилаётган туташ муҳитларда, $\frac{v_s}{v_p}$ $\frac{1}{\sqrt{2}}$ ($\sigma \geq 0$) дан катта бўла олмайди.

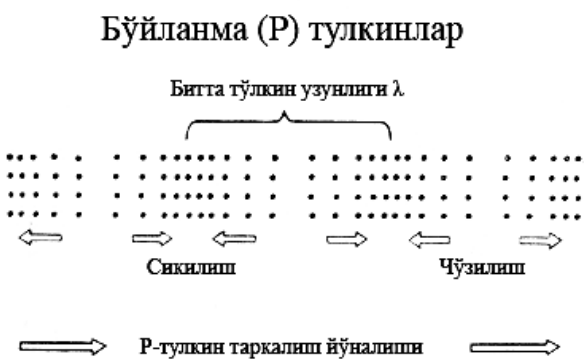
Инерция кучлари натижасида ҳосил бўлган, кўндаланг ва бўйлама тўлқинлар ҳажмий тўлқинлар дейилади.

1.3. Сейсмик тўлқинлар тарқалишининг ўзига хос хусусиятлари

Бўйлама ва кўндаланг тўлқинлар. Қўзғатиш (зарба) эластик тўлқинлари нуқтасидаги таъсир этувчи куч вақт оралиғида тез ўзгаради, у аввал кўтарилиб (max), кейин пасаяди (min). Натижада муҳитдаги деформациялар ва кучланишлар ҳам Гук қонунига асосан вақт бўйича ўзгаради. Бу эса, эластик муҳит зарраларининг тебранишига олиб келади. Тебранишлар бир заррадан иккинчисига узатилиб, муҳитда эластик тўлқинни

ҳосил қилади. Эластик тўлқинлар ҳажмли ва юзаки бўлади. Тебраниш қоплаган майдон билан улар ҳали етиб бормаган сонли майдонни ажратиб турувчи юза – **тўлқин fronti** деб аталади.

Эластик муҳитда икки турли деформациялар ҳосил бўлиши мумкин: сиқилиш (чўзилиш) ва силжиш. Шунинг учун сейсморазведкада ўрганиладиган эластик тўлқинлар икки турга ажралади: “сиқилиш-чўзилиш” тўлқинлар ва “силжиш” тўлқинлар. **“Сиқилиш-чўзилиш” тўлқинларни бўйлама P тўлқинлар** деб аталади. Бўйлама тўлқин тарқалганда муҳитнинг зарралари тўлқин тарқалиш йўналиши бўйича силжийди



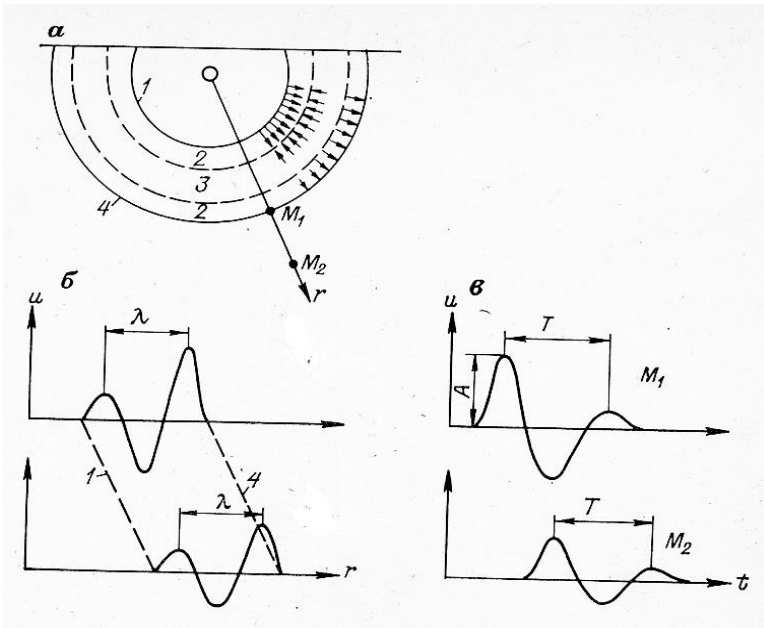
(тебранади) ва ҳажм деформацияси юз беради².

Силжиш тўлқинлари кўндаланг S тўлқинлар деб аталади. S тўлқин тарқалганда муҳитнинг зарралари тўлқин тарқалиш йўналишига кўндаланг (перпендикуляр) бўлган юзада силжийди ва шакл деформацияси ҳосил бўлади (Расм). S-тўлқин фақат қаттиқ муҳитларда тарқалади.

Бир жинсли муҳитда қўзғатиш пикетини кенгайтишининг нуқтали манбаси деб кўриш мумкин. Биринчи вақтда(моментда) зарралар силжиши манбадан йўналтирилган бўлиб тўлқин frontiда сиқилиш зонаси ҳосил

² Peter M. Shearer. Introduction to seismology. Second edition. Cambridge University Press 2009. 396pp.

бўлади. Тўлқин муҳитда тарқалади, шунинг учун муҳитда вақт давомида(кечроқ) тўлқиннинг олдинги ва орқа томондаги фронтлар билан ажралган учта яримсферик соҳалар ҳосил бўлади(расм).



Расм. Бир жинсли муҳитдаги бўйланма тўлқинларнинг тарқалиши. а-муҳитдаги зарраларнинг силжиш схемаси; б-тўлқин профили(кесмаси); в-зарраларнинг тебраниш графиги(тўлқин графиги). 1-фронтнинг орқа томони; 2-сиқилиш;

3-

чўзилиш(сийраклашиш) ;
4-тўлқин fronti.

Манба импульсли бўлгани учун тебраниш бўлган соҳада зарралар силжиш йўналиши бир марта бўлса ҳам ишорасини ўзгартиради. Импульсли кўзғатиш бўлганда зарралар ҳар хил частота билан тебранади (0дан $+\infty$ гача). Шунинг учун сейсмик тўлқин амплитудаси, даври, частотаси ва тўлқин узунлиги тушунчаларига кўринарли ёки ортиқ деб аталувчи атамалар кўшилади. Манбадан чиққан ихтиёрий “r” радиус бўйлаб зарраларнинг тинч ҳолатидан силжиш “U” графиги сейсмик тўлқин профили дейилади(расм б). Иккита қўшни бир хил ишорали силжиш экстремумлари (букир ёки ботик) оралиғи – тўлқин узунлиги λ дейилади.

Тўлқин fronti ўтган пайтда муҳитнинг ихтиёрий M нуқтасида вақт бўйича зарралар силжишининг ўзгариш графиги-тўлқин графиги дейилади. Энг катта силжишни амплитуда A, иккита қўшни бир хил ишорали амплитудалар вақт оралиғи-давр T, даврга тескари қийматни-частота f дейилади (расм в). Шунингдек, муҳит зарраларининг силжиши тўлқин тарқалиш масофаси (тўлқин кўзғатиш манбасидан узоқлашган сари) ва вақти ортиши билан сўнади. Ҳар бир битта частотали монохроматик тўлқиннинг узунлиги (λ), даври (T) ёки частотаси ($f = 1/T$), унинг тезлиги(v) билан қуйидагича боғланган: $\lambda = v \cdot T = v / f$.

Бўйлама ва кўндаланг тўлқин тезлиги эластиклик коэффицентлари(модуллари) орқали қуйидаги ифодалар билан белгиланади:

$$V_p = \sqrt{\frac{K + 4\mu/3}{\sigma}} = \sqrt{\frac{E(1-\nu)}{\sigma(1-2\nu)(1+\nu)}}; \quad V_s = \sqrt{\frac{E}{2\sigma(1+\nu)}} = \sqrt{\frac{\mu}{\sigma}}$$

Бу ерда, σ -жинс зичлиги. $V_p > V_s$, $V_p \approx 1.7V_s$. Кўп жинсларда $V_p/V_s = 1.73$ га тенг.

Сууюк ва газсимон муҳитларда фақат бўйлама тўлқин тарқалади (чунки уларда $\mu = 0$ бўлгани сабабли $V_s = 0$ бўлади).

Бўйлама ва кўндаланг тўлқинлар – ҳажм тўлқинлари дейилади, чунки улар тарқалаётганда, тебраниш жараёни жинснинг маълум бир ҳажмини қамраб олади.

Юзаки тўлқинлар: Рэлей (R) ва Лява (L) тўлқинлари дейилади. Улар Ер юзаси бўйлаб тарқалади.

Рэлей тўлқинлари ҳосил қилган тебранишлар унинг λ узунлигига тенг бўлган қалинликдаги қатламни қамраб оладилар.

Рэлей (R) тўлқиннинг тезлиги Пуассон коэффициентини ва кўндаланг тўлқиннинг тезлигига боғлиқ ва $V_R \approx 0.9V_s$ қийматидан ошмайди.

Рэлей тўлқинлари муҳит зарраларининг вертикал текисликда нур (тўлқин тарқалиш) бўйлаб эллиптик траектория бўйича силжишига сабабчи бўлади. Тебранишлар кескинлиги Ер юзасидан чуқурликка узоқлашганда тез камаяди.

(L) Лява тўлқинлари муҳит зарраларининг горизонтал текисликда эллиптик траектория бўйича нурга кўндаланг силжишига сабаб бўлади. L тўлқинининг тезлиги R тўлқин тезлигидан кичик:

$$V_L < V_R$$

R ва L тўлқинларнинг энергияси катта. Шунинг учун зилзиладан ҳосил бўлган R ва L тўлқинлари Ер юзасига кучайиб келадилар ва биноларни, Ер юзасини бузишда катта кучга эга. Лекин, чуқурлик бўйича тез сўнади.

Сейсмик тўлқинларнинг тоғ жинсларида тарқалиш қонунлари **геометрик оптиканинг** Гюйгенс, Ферма, Снеллиус нуқтаи назарларига асосланган.

Гюйгенс нуқтаи назарига биноан тўлқин фронтининг ҳар бир нуқтасини мустақил тебраниш манбаси, яъни иккиламчи тўлқин манбаи деб ҳисоблаш мумкин: бунга асосан берилган тўлқин фронтининг айрим ҳолатларига қараб, бошқа ҳолатдаги тўлқин фронтини белгилаш мумкин.

Ферма нуқтаи назарига биноан иккита нуқта орасида тўлқин энг кичик қаршилиқ этувчи йўл бўйлаб тарқалади, яъни энг қисқа вақт сарф қиладиган йўлни босиб ўтади. Унинг фикрига асосан (изотроп) муҳитларда сейсмик нур тўғри чизикдан иборат, чунки уларда тезлик доимо бир хил. Градиентли муҳитларда (тезлик аста – секин узлуксиз ўзгариб турганда) сейсмик нур эгри чизик ҳолига келади.

Суперпозиция нуқтаи назари. Муҳитда бир неча тўлқин бир вақтнинг ўзида тарқалганда уларнинг ҳар бири худди бошқалари йўқдек ҳаракат қилади. Лекин тўлқинлар муҳитнинг бирор нуқтасига бир вақтда етиб келганда, зарраларнинг тебранишлари тўлқинларнинг бир-бирига устма-уст тушиш натижасидек намоён бўлади (интерференция кузатилади).

Ўзаро боғлиқлик нуқтаи назари. Агар сейсмик тебранишни кўзгатувчи ва қабул қилувчи манбаларнинг жойларини ўзаро алмаштирилса, унда шу нуқталарда кузатиш вақти, тўлқиннинг шакли ва зарраларнинг тебраниш сифати ўзгармайди.

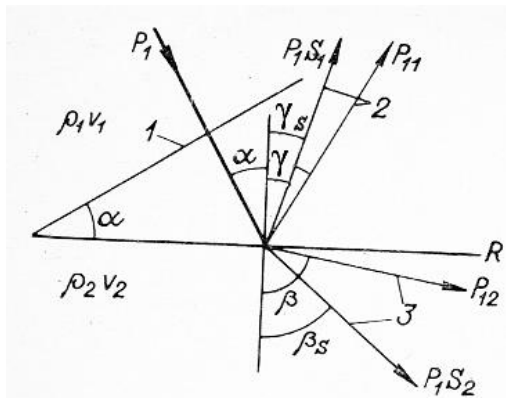
Сейсмик тўлқинларнинг тоғ жинсларида тарқалиши мураккаб жараён бўлиб, кинематик ва динамик параметрларга боғлиқ. Кинематик параметрларга тўлқин тарқалиш вақтини, унинг фронтлари ва нурларини ўрганиш киради. Динамик параметрларга эса тўлқин амплитудаси ва энергияси, импульсларнинг шакли ва спектрал хоссаларини ўрганиш киради.

Тезлик бирданига (сакрабсимон) ўзгарганда (иккита муҳитлар чегарасида) сейсмик нур синиқ чизиқ кўринишида бўлади, яъни ҳар хил тезликка эга бўлган муҳитлар чегарасида ҳам қайтган, ҳам синган тўлқинлар ҳосил бўлади. P-тушган (тўғри) бўйлама тўлқин: P_{11}, P_1S_1 -қайтган бўйлама ва кўндаланг (алмашув) тўлқинлар; P_{12}, P_1S_2 - синиб ўтган бўйлама ва кўндаланг (алмашув) тўлқинлари (Расм).

1) Қайтиш ва синиш бурчаклари Снеллус қонунига асосланган:

$$\frac{\sin \alpha}{V_1} = \frac{\sin \beta}{V_2} = \frac{\sin \gamma}{V_1} = \frac{\sin \beta_s}{V_{s2}} = \frac{\sin \gamma_s}{V_{s1}} = \frac{1}{V^*},$$

бу ерда, V^* -туюлувчи тезлик-кузатув юзаси бўйлаб тўлқин фронтининг тезлиги.



2) Қайтиш қонуни: $\frac{\sin \alpha}{V_1} = \frac{\sin \gamma}{V_1}$; P

тўлқинга α -тушиш бурчаги; γ -қайтиш бурчаги

$\alpha = \gamma$ (чунки $V_1=V_2$)

3) Синиш қонуни: $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{V_1}{V_2}$, бу ерда β

-синиш бурчаги.

P тўлқиннинг тушиш бурчаги $\alpha=0^\circ$ га тенг бўлганда алмашув PS тўлқинлар ҳосил бўлмайди.

Қайтиш коэффициенти $K_p = \frac{\sigma_2 V_2 - \sigma_1 V_1}{\sigma_1 V_1 + \sigma_2 V_2}$, ёки $K_p = \frac{A_{к.т}}{A_{туш}}$, бу ерда, σV - акустик қаттиқлик; $A_{к.т}$ -қайтган тўлқин амплитудаси; $A_{туш}$ -тушган тўлқин амплитудаси.

Ўтиш коэффициенти: $V_p = \frac{2V_1\sigma_1}{V_1\sigma_1 + V_2\sigma_2} = \frac{A_{ym}}{A_{муш}} = 1 - K_p$, бу ерда, $A_{ўт}$ - чегарадан ўтган тўлқин амплитудаси.

Бу ифодалар тўлқин тепадан пастга $\alpha=0^\circ$ бурчак билан (нормал) тушган ҳол учун келтирилган. Агар тўлқин пастдан тепага тарқалса K_p ва V_p ишоралари тескари бўлади.

Сейсмик чегаралар: Агар бу чегарада тезликлар сакраб ўзгарса бундай чегара

– биринчи тоифали чегара дейилади. Агар чегарада тезликнинг градиентли ўзгариши сакраб ўзгарса, бундай чегара иккинчи тоифали чегара дейилади.

Сейсмик чегараларни кескинлиги бўйича ҳам турларга ажратиш мумкин. Чегара кескинлиги деганда сейсмик хоссаларнинг бирор чегарада ўзгариши тезлиги тушинилади. Бу миқдорий кўрсаткич. Бўйлама тўлқинлар билан ишлаганда чегаранинг қайтариш сифатини қайтариш коэффициентини характерлайди – K_p .

Кучли ($K_p > 0,5$), ўрта ($0,1 < K_p < 0,5$) ва кучсиз ($K_p < 0,1$) қайтарувчи чегараларни ажратишади. K_p (-1 дан 1гача ўзгаради).

Синдирувчи чегаралар ҳам учта турга бўлинади. Кучли синдирувчи чегара

$V_p = V_{p1}/V_{p2} < 0,5$; оралик чегара $0,5 < V_{p1}/V_{p2} < 0,8$ ва кучсиз синдирувчи чегара $V_{p1}/V_{p2} > 0,8$ ажратилади. V_p қийматлари 0 дан 2 гача ўзгаради.

Назорат саволлари:

1. Кучланиш нима?
2. Деформация нима?
3. Бўйланма тўлқинлар ва уларнинг хусусиятлари?
4. Кўндаланг тўлқинлар ва уларнинг хусусиятлари?
5. Геометрик оптика нимага асосланган?
6. Тўлқин fronti нима?

Фойдаланилган адабиётлар:

1. William Lowrie. Fundamentals of physics. Second edition. Cambridge University Press 2007. 381pp.
2. Peter M. Shearer. Introduction to seismology. Second edition. Cambridge University Press 2009. 396pp.

Режа:

1. *Электроразведка усули, мақсади ва вазифалари. Электромагнит майдонлар*
2. *Ўзгармас электр майдонига асосланган қаршилик усуллари*
3. *Физик-кимёвий жараёнлар сабабли ҳосил бўлган электр майдонларни ўрганиш усуллари (ЕП, ВП,МЗТ)*
4. *Ўзгармас электр майдонини ўрганувчи қаршилик усуллари (электрпрофиллаш-ЭП ва зондлаш –ВЭЗ, ДЭЗ)*

Таянч иборалар: *электромагнит майдонлар, градиент, градиент қатлам, бир жинсли-қатламли муҳит, импульслар, ўзгарувчан майдонлар, гальваник усул, индуктив усул*

2.1 Электроразведка усули, мақсади ва вазифалари.

Электроразведка (электромагнит қидирув усули) – бу геофизиканинг асосий усуларидан бири ҳисобланади. У Ер бағрида ўзгармас ва ўзгарувчан электр ток манбалар таъсирида ҳосил бўлган табиий ва сунъий электромагнит майдонларини ўрганишга асосланган. Бу усул Ер қобиғини тузилишини ўрганишда, фойдали қазилмаларни излаш ва разведка қилишда, муҳандислик геология ва гидрогеологиянинг ҳар хил масалаларини ечишда ва геоэкология масалаларини ўрганишда қўлланилади.

Электромагнит майдонлар:

1) Барқарор майдонлар – улар бир секунддан ортиқ вақт давомида мавжуд бўладилар. Улар ўзгармас ва ўзгарувчан (гармоник ёки квазигармоник) бўлади. Ўзгарувчан майдонларнинг частоталари миллигерцдан ($1\text{мгц}=10^{-3}\text{гц}$) петагерцгача ($1\text{Пгц}=10^{15}\text{гц}$) бўлган ораликда ётиши мумкин. Барқарор ўзгарувчан майдонлар паст частотали ($f < 10\text{ кгц}$) ва юқори частотали ($f > 10\text{ кгц}$) майдонларга бўлинади.

2) Барқарорлашмаган майдонлар – импульсли; импульсларнинг давомийлиги микросекунддан 1 секундгача мавжуд бўлади. Гармоник (ўзгарувчан) майдонларни инфратовушли ($f=16\text{-}20000\text{ гц}$), радиотўлқинли ($f < 3 \cdot 10^5\text{Мгц}$ мегагерц) – электроразведкада ўрганиладиган ва микрорадио тўлқинли ($f=10^9\text{ ггагерц Ггц га}$) терморазведкада ўрганиладиган майдонларга ажратиш мумкин. Ўзгарувчан майдонларнинг ўлчайдиган параметрлари: электр E ва магнит H майдонларнинг амплитудалари ва фазалари (терморазведкада эса – ҳарорат T).

Табиий майдонларнинг кескинлиги ва тузилиши табиий омилларга ва тоғ жинсларининг электромагнит хусусиятларига боғлиқ.

Сунъий майдонлар жинсларининг электромагнит хоссаларига,

манбанинг тури ва қувати (кескинлиги) ва кўзғатиш усулига боғлиқ³.

Майдонларни кўзғатиш усуллари:

а) гальваник усули – ердаги майдон токини ерга электродлар – ер туташчилардан ўтказиб кўзғатилади;

б) индуктив усули – ток ерга туташмаган контурдан (ҳалқа, рамка) ўтказилади ва индукция ҳисобига муҳитда электромагнит майдон ҳосил бўлади;

в) аралаш усул - майдонни гальваник ва индуктив кўзғатиш усуллари бирлаштирилади.

Электромагнит хоссаларга солиштирма электр қаршилик « ρ », унга тескари солиштирма электр ўтказувчанлик $\gamma = \frac{1}{\rho}$, электркимёвий активлик

« α », қутбланиш « η », диэлектрик « ϵ » ва магнит « μ » сингдирувчанлик ва пьезоэлектрик модули « d » киради. Геологик муҳитларнинг электромагнит хоссалари ва геометрик ўлчамлари билан геоэлектрик кесимлар аниқланади.

Муҳитнинг баъзи электромагнит хоссаси бўйича бир жинсли геоэлектрик кесими нормал геоэлектрик кесим деб аталади, бир жинсли эмаслик – аномал геоэлектрик кесим бўлади.

Электроразведканинг қўлланилиш эҳтимоллиги электромагнит хоссалари бўйича тоғ жинсларининг бир-биридан фарқ қилишига асосланган⁴.

Электроразведканинг ўрганадиган чуқурлигини ўзгартириш учун манбалар қуввати ва майдонни кўзғатиш усули ўзгартирилади. Лекин, чуқурликни дистанцион ва частотали усуллар ёрдамида ўзгартириш ҳам мумкин. Дистанцион усулда майдон манбаси ва ўлчов нуқталари орасидаги масофани ўзгартиришга асосланган (чуқурликни орттириш учун майдон манбаси ва ўлчам нуқталари орасидаги масофа кенгайтирилади). Частотали усули скин – самарага, яъни электромагнит майдонни чуқурликка ўтиши частотасига боғлиқлигига асосланган. Электромагнит майдон ярим фазода тик пастга тарқалганда частотаси қанча юқори бўлса ёки майдонни импульсли кўзғатиш усулида ток ўтказиш вақти t кичик бўлса майдоннинг амплитудаси шунча тез камаяди (сўнади).

Н чуқурликдаги майдон амплитудаси ер юзасидаги қийматига нисбатан $1/e$ гача ($e=2,718$, яъни 37% га) камайиши скин-қатлам қалинлиги ёки электромагнит тўлқиннинг ўтиш чуқурлиги деб аталади.

$H = 503,8 \cdot \sqrt{\rho / f}$, бу ерда ρ - солиштирма қаршилик, f - электромагнит тўлқиннинг частотаси (Гц).

Шундай қилиб, жинсларнинг солиштирма қаршилиги қанча катта, майдоннинг частотаси қанча кичик ёки тебраниш даври $T = \frac{1}{f}$ қанча катта ва майдон тарқалиш вақти катта бўлса, қидирувнинг чуқурлиги шунча катта бўлади. Электроразведкада чуқурлик, бир неча ўнлаб км дан (инфрапаст

³ William Lowrie. Fundamentals of physics. Second edition. Cambridge University Press 2007. 381pp.

⁴ William Lowrie. Fundamentals of physics. Second edition. Cambridge University Press 2007. 381pp.

частотада) бир неча сантиметргача (гегагерцлар – микрорадиотўлқин частотада; тетрагерц 10^{12} гц - инфрақизил частотада) ўзгаради.

Электроразведкадаги қўлланадиган усулар ишлатадиган майдон турлари бўйича таснифланади:

I. Ўзгармас электр ток усуллари:

1) Қаршилик усуллари - (электропрофиллаш – ЭП, тик электр азмойишлаш ТЭА, ёки вертикал электр зондлаш ВЭЗ усуллари); 2) Зарядлаш усули (ЗУ).

II. Физик – кимёвий жараёнлар сабабли ҳосил бўлган майдонлар усуллари:

1) табиий электр майдон ТМ ;2) ундалган потенциаллар усули (ундалган кутбланиш усули УП).

III. Ўзгарувчан паст частотали электромагнит майдон усуллари:

1) Магнитотеллурик усуллар.

2) Электромагнит азмойишлаш (зондлаш) усуллари.

3) Индуктив усуллар: паст частотали узун кабел усули - ўтиш жараёнлари усуллари.

IV. Ўзгарувчан юқори частотали электромагнит майдон усуллари:

1) Радиотўлқинлар усули (радиокомпарация ва пелеганция усули (радиокип) радиотўлқинлар ёритиш усули).

Агар, геометрик жисм аниқ бўлса, унда Максвелл тенгламалар тизимидан чиққан дифференциал тенгламалар ёрдамида ва физик ҳолатлардан электроразведканинг бир қатор физик – геологик моделлари учун тўғри масалалар ечилади (яъни маделлар устида майдоннинг у ёки бу компоненталарига аналитик ифодалар топилади). Агар, кузатувлар натижасида ушбу майдон копоненталари аниқланган бўлса, унда тўғри масалалар асосида электроразведканинг тескари масалалари ечилади, яъни маделнинг параметрлари аниқланади.

Тоғ жинсларининг электромагнит ҳоссалари.

1. Солиштирма электр қаршилик ρ .

Солиштирма электр қаршилик ρ .- бир томони бир метрга тенг бўлган кубик жисмнинг бир қиррасидан иккинчи рўпарадаги қиррасигача ўтаётган электр токига кўрсатган қаршиликдир. $R = \rho \cdot \frac{l}{S}$, бундан $\rho = R \cdot \frac{S}{l} \left| \frac{\text{Ом} \cdot \frac{\text{м}^2}{\text{м}}}{\text{м}} \right| = |\text{Ом} \cdot \text{м}|$,

бу ерда, R - қаршилик; l - ўтказгичнинг узунлиги; S - ўтказгичнинг кўндаланг кесим юзаси.

Ҳар хил тоғ жинсларда солиштирма электр қаршилик жуда кенг оралиқда ўзгаради: 0,001 Омм дан (баъзи 10^{-5} Омм дан), соф туғма металлларда 10^{15} Омм гача (слюда, кварц, дала шпатларда).

Тоғ жинслари электрон ва ион ўтказгичларга ажратиладилар. Электрон ўтказгичларда зарядлар эркин электронлар орқали кўчириладилар. Ион ўтказгичларда электр зарядлар ионлар орқали кўчириладилар. Бу ионлар тоғ жинсларининг ғовақларини тўлдирган қоришмаларда жойлашган бўлади.

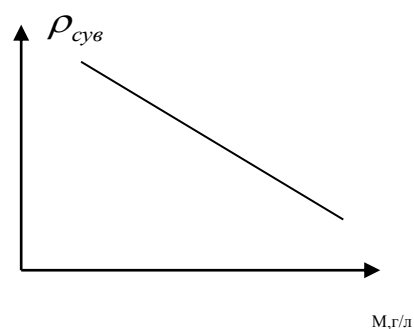
Биринчи гуруҳга соф тўғма металллар, сульфидлар, графитлар, антрацитлар киради. Иккинчи гуруҳга эса ҳамма бошқа қолган жинслар киради. Солиштирма қаршилик ρ бўйича жинсларни таснифлаш мумкин:

- а) Ўтказгичлар - $\rho = 10^{-5} - 10^1 \text{ Омм}$;
- б) Ярим ўтказгичлар - $\rho = 100 - 10^7 \text{ Омм}$;
- в) Диэлектриклар - $\rho > 10^8 \text{ Омм}$.

Жинсларнинг солиштирма қаршилиги қуйидаги омиллар билан боғланган бўлади:

а) Жинсларнинг солиштирма қаршилиги, шу жинсни ташкил этган минералларнинг қаршилигига боғлиқ. Кўп минералларнинг қаршилиги жуда катта, фақат сульфидлар, графитлар ва антрацитлар кичик қаршиликларга эга. Жинснинг қаршилиги токни яхши ўтказувчан минераллар миқдори кўпайиши билан камаяди;

б) Жинснинг қаршилиги биринчи навбатда намликка ва сувнинг қаршилигига боғлиқ бўлади. Сувдаги эритилган минерал тузларнинг концентрацияси қанча кўп бўлса, шу даражада унинг қаршилиги камаяди. Кўп минералланган ($M=10\text{г/л}$) сувларнинг электр қаршилиги 1 Ом.м атрофида бўлади. Минералланиши 1г/л гача бўлган сув билан тўйинган тоғ жинсларининг солиштирма қаршилиги 10-150 Ом.м атрофида кузатилади.



1 - расм

Солиштирма қаршиликни сувнинг минералланиши билан боғланишини қуйидаги формула орқали кўрсатса бўлади (1 – расм):

$$\rho_{\text{сுவ}} \approx 8,4 / M,$$

бу ерда, M -минералланиши г/л;

в) Тоғ жинсларининг ғоваклиги ва ёриқлиги ортганда қаршилик камаяди. Ғоваклар қанча кўп бўлса, шунча тоғ жинсларини тўйинтирадиган эркин сувлар кўп бўлади. Ғовакларни сувга тўйинганлиги ортса, жинсларнинг қаршилиги камаяди. Агар, ғоваклар газ ёки нефт билан тўйинган бўлса, унда ρ ортади;

г) Жинсларнинг қат-қатлиги ёки дарзлилиги электр қаршиликни ҳар хил йўналиши бўйича ўзгартиради ва жинсларни электранизотропик ҳолатга келтирилади. Жинслари анизотропик ҳолати анизотропия λ коэффиценти билан аниқланади:

$$\lambda = \sqrt{\rho_h / \rho_t}, \quad \rho_n > \rho_t.$$

Бу ерда ρ_t -қатламланиш ёки дарзликнинг бўйлама йўналиши бўйича ўлчанган солиштирма қаршилик; ρ_n - қатламланишнинг кўндаланг йўналиши бўйича ўлчанган солиштирма қаршилик.

Тоғ жинсларида λ параметри 1 дан 3 гача ўзгаради, айниқса кучли сланецлашган жинсларга. Солиштирма қаршилик эса, 1 – 10 Омм дан 1000-10000 Омм гача ва ундан ортиқ ўзгариши мумкин;

д) жинсларнинг ҳарорати ошиши билан электр қаршилиги ρ қуйидаги

қонуният орқали камаяди:

$\rho_{t^0} = \rho_{18^0c} [1 + \alpha(t^0 - 18^0)]$, бу ерда ρ_{t^0} - маълум бир ҳароратдаги жинснинг қаршилиги;

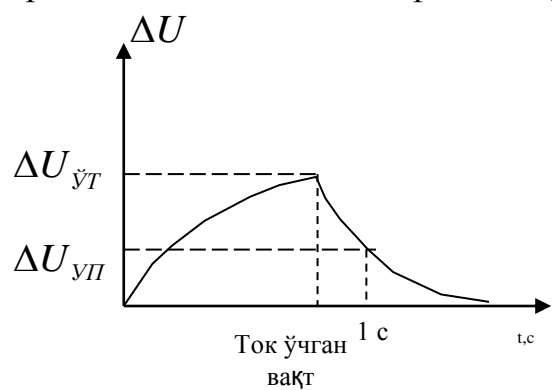
ρ_{18^0c} - 18^0C ҳароратдаги жинснинг қаршилиги;

α - электр ўтказувчанликнинг ҳарорат коэффициенти.

Ушбу коэффициент NaCl қоришмаси учун 0,026 га тенг бўлади. Агар, жинснинг ҳарорати 40^0 га ортса, унинг қаршилиги икки марта камаяди. Жинсларнинг музлик ҳароратида, яъни ҳарорат 0^0 дан паст бўлса, қаршилиқ сакрабсимон ортади.

Баъзи тоғ жинслар ва минералларнинг қаршилиги 1 – жадвалда келтирилган.

Қутбланиш « η » - қутбланиш майдонининг табиати, тоғ жинслар ва маъданлардан электр ток (доимий ёки паст частотали $f = 20$ гц гача) ўтганда рўй берувчи физикавий ва кимёвий жараёндинр. Жинсларнинг қутбланиш имконияти улардан ток ўтказганда зарядлар тўпланеди ва ток ўчирилгандан кейин уларнинг камайиши (разряд бўлиши) қутбланиш коэффициенти η орқали баҳоланади ва фоизда (%) ўлчанади. Ток ерга ўтказилганда ва ўчирилгандан сўнг қабул қилувчи MN электродларда ҳосил бўлган потенциаллар айирмаларининг ўзгариш графиги 2 – расмда кўрсатилган. Ток АВ таъминловчи электродлардан ерга ўтган тоғ жинслар 1 – 2 дақиқа давомида “зарядланади” ва қабул қилувчи MN электродлардаги потенциаллар айирмаси доимий $\Delta U_{ўТ}$ қийматига етади. Ток ўчирилгандан сўнг MN электродлардаги потенциаллар айирмаси $\Delta U_{УП}$ эквипотенциал қонуни бўйича ноль қийматигача камаяди (“разрядланади”). Турли жинсларда ва минералларда ушбу потенциаллар айирмаси ўзгариш қонуни турлича бўлади.



2 - расм

Қутбланиш коэффициенти қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$\eta = \frac{\Delta U_{УП}}{\Delta U_{ўТ}} \cdot 100\%$$

Бу ерда, $\Delta U_{УП}$ - мухитнинг нуқталари орасида ток ўчирилгандан сўнг маълум бир муддатдан кейин (0,5-1с) ўлчанган потенциаллар айирмаси (ундалган потенциаллар);

$\Delta U_{ўТ}$ - ток ўтган вақтдаги ўлчанган потенциаллар айирмаси.

2. Электр кимёвий активлик « α » -бу тоғ жинсларининг табиий ўзгармас электр майдони ҳосил қилиш ҳусусияти. Ушбу майдонлар ҳар хил концентрацияга ва кимёвий таркибга эга бўлган тоғ жинсларидаги қоришмаларнинг ҳаракати таъсирида филтрация, диффузия, адсорбция ва

оксидланиш-қайтарилиш жараёнлари натижасида ҳосил бўлади. « α » милливолтда ўлчанади ва минералнинг таркиби, гиллиги, ғоваклиги, ўтказувчанлиги намлигига ва сувнинг минераллашганлигига боғлиқ.

Тоза қумда $\alpha=(10-15)$ мв; қаттиқ жинсларда $\alpha \approx 0$ мв атрофида, гилларда $\alpha = 20 \div 40$ мв; маъданларда $\alpha > 100$ мв бўлади.

1-жадвал

Минераллар	Қаршилиги ρ	ε	Магматик жинслар	Қаршилиги	ε
Ангидрит Гематит	$10^7 - 10^{10}$ Омм $10^4 - 10^6$ Омм	6-6,5	Гранитлар диорит	$10^3 - 10^5$ Омм $10^4 - 10^5$ Омм	6-10 7-12
Кварц	$10^6 - 10^8$ Омм	4,2- 5,5	Габбро, базальт	$10^3 - 10^5$ Омм	6-12
Сув	$10^{-1} - 10^5$ Омм	80	Сиенит	$10^2 - 10^5$ Омм	7-12
Дала шпати	$10^{11} - 10^{12}$ Омм	4-10			
Антрацит	$10^{-2} \div 10^2$	5-8	Метаморфик жинслар		
Графитлар	$10^{-6} - 10^{-1}$ Омм		Гнейслар	$10^2 - 10^5$ Омм	5-12
Магнетит	$10^{-4} - 10^{-2}$ Омм		Мармар	$10^4 - 10^8$ Омм	
Мис сульфиди нефт	$10^{-5} - 10^{-4}$ Омм $10^9 - 10^{16}$ Омм	8-17	Кристаллик сланецлар	$10^3 - 10^5$ Омм	

2-жадвал

Чўкинди жинсларнинг қаршилиги	
Гиллар - $1 - 10^2$ Омм	Доломит, оҳактош - $10^2 - 10^5$ Омм
Алевролит - $10^3 - 10^5$ Омм	Қумлар - $5 - 10^3$ Омм
(шағал) - $10^3 - 10^5$ Омм	Қумтош - $10 - 10^3$ Омм
Конгломерат - $10^1 - 10^3$ Омм	Гилли сланец - $10^2 - 10^3$ Омм

Пьезоэлектрик модули d – бу механик деформация таъсирида минералларнинг ва тоғ жинсларининг электр қутбланиши (потенциалларни) ҳосил қилиш хусусиятлари билан аниқланади.

q зарядларнинг ишораси ва кучли деформация турига (чўзилиш – сиқилиш ёки силжиш) таъсир этувчи механик кучнинг миқдорига ва йўналишига ва кристаллнинг « d » пьезоэлектрик модулига боғлиқ. $q=d \cdot F$ « d »нинг ўлчов бирлигида СИ тизимида кулон / ньютонга (Кл/Н). Энг катта:

кварцда $-5 \cdot 10^{-4} - 20 \cdot 10^{-4}$ Кл/Н; турмалинда – $3 \cdot 10^{-4} - 30 \cdot 10^{-4}$ Кл/Н; нефелинда – $4 \cdot 10^{-4} - 12 \cdot 10^{-4}$ Кл/Н; кўп минералларда $d=10^{-5}$ Кл/Н дан ортмайди.

Тоғ жинсларининг таркибида кварц (айниқса тоғ хрустали) қанча кўп бўлса, унда жинснинг «d» қиймати шунча катта бўлади. Қуйидаги жинсларда d қуйидагича камаяди; ер томирли кварц, пегматит ер томирлари, кварцитлар, гранитлар, гнейслар, кумтошлар.

Чўкинди жинсларда ғоваклик ва боғланган сув ошганда «d» ошади, агар эркин сув ошса, «d» озгина ўзгаради ёки камаяди.

3. Магнит сингдирувчанлик μ -модданинг ўзига магнит майдоннинг кувват чизиқларини тўплаш қобилиятини тавсифлайди. Магнит сингдирувчанлик μ ташқари, магнит майдон таъсирида ўзининг магнит индукциясини ўзгартириш имкониятини кўрсатади: $\mu \frac{B}{T}$, B-магнит индукцияси; T-магнит майдон кучланганлиги.

Кўп тоғ жинсларда $\mu=1$ га тенг. Фақат ферромагнетикларда $\mu = 10 \div 20$ гача ортиб боради. Маъданларда $\mu = 3 \div 10$. “ μ ” нинг таъсири фақат юқори частоталарда ($f > 10$ кгц) кузатилади.

4. Диэлектрик сингдирувчанлик (ϵ).

Электроразведка усулларида диэлектрик сингдирувчанлик ϵ фақат юқори частоталарда таъсир этади.

Нисбий диэлектрик сингдирувчанлик $\epsilon = \epsilon_{\text{д.в.}} / \epsilon_{\text{д}_0}$ - агар, ҳавонинг ўрнига жинсни жойлаштирса конденсаторнинг сиғими неча марта ортишини кўрсатади.

Бу ерда, $\epsilon_{\text{т.ж}}$ –тоғ жинсининг диэлетрик сингдирувчанлиги;

$\epsilon_{\text{х}}$ – ҳавонинг диэлектрик сингдирувчанлиги;

« ϵ » кичик ораликда бирдан 80 гача ўзгаради. Кристаллик жинсларда $\epsilon = 5-12$; сувга тўйинган чўкинди жинсларда 20 ÷ 40 гача ортади, сувда – 80.

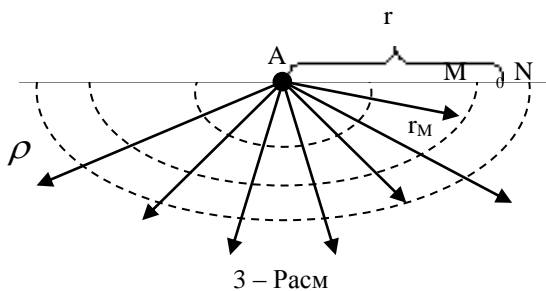
=5-12; сувга тўйинган чўкинди жинсларда 20 ÷ 40 гача ортади, сувда – 80.

2.2. Ўзгармас электр майдонига асосланган қаршилик усуллари

Бу усулларга электр кесмалаш ва электр азмойишлаш (ёки электр зондлаш) киради. Бу усулларда солиштирма электр қаршилик ўлчанади. Улар амалда жуда кенг қўлланилинади. Қаршилик усуллари назариясида Ом қонуни ётади. Ом қонуни ўтказгичнинг иккита нуқтасидаги потенциаллар айирмаси (Δu), қаршилик (R) ва ток кучи (J) орасидаги боғланишни аниқлайди. $\Delta u = R \cdot J$ ўтказгичнинг қаршилиги $R = \rho \frac{\Delta \ell}{S}$ га тенг, бу ерда ρ - жисмнинг солиштирма электр қаршилиги, $\Delta \ell$ - ўтказгичнинг узунлиги; S - ўтказгичнинг кўндаланг кесими юзаси. Қаршилик ифодасини Ом қонунига кўямиз $\Delta u = \rho \frac{\Delta \ell}{S} \cdot J$. Бунда $\frac{\Delta u}{\Delta \ell} = \frac{J}{S}$ чиқади.

Ток кучи $J = j \cdot S$ га тенг, яъни ток зичлиги ўтказгичнинг кўндаланг юзасига кўпайтирмасига тенг. $\frac{\Delta u}{\Delta \ell}$ нисбати электр майдонининг кучайганлиги

бўлгани учун, E билан ток зичлигини $j = \frac{J}{S}$ белгилаймиз. Унда Ом қонуни дифференциал шаклда ифодаланади. $E = j\rho$ ёки $j = \gamma E (\gamma = \frac{1}{\rho} - \text{электр ўтказувчанлик})$.



Нуқтали манбанинг электр майдони. Агарда, майдон электроднинг ерга туташган қисмининг узинлигидан беш марта катта бўлган масофаларда ўрганилса, ихтиёрий шаклдаги электродни нуқтали деб кўриш мумкин, Солиштирма қаршилиги ρ бўлган ер юзасида ўзгармас ток нуқтали А манба жойлашган бўлсин (3 – расм). Бир

жинсли мухитда нуқтали манбадан ток J ярим фазода ҳамма томонга бир хил оқиб тушади. Эквипотенциал юзалар (электрпотенциали « u » доимий бўлган юзалар) ток чизмаларига перпендикуляр бўлишлари керак, демак у кўринишлари маркази А нуқтада жойлашган ярим сферадан иборат бўлади⁵. Иккита M ва N нуқталар ёки r_M ва r_N радиусли шу нуқталардан ўтайдиган эквипотенциал юзалар орасидаги потенциаллар айирмаси $\Delta u = \rho \cdot \frac{J \cdot \Delta \ell}{S}$ формуладан аниқланади. Бу ерда, J - эквипотенциал юзалар орасидан ўтаётган ток, $\Delta \ell = r_N - r_M$ - ток ўтказгичнинг узунлиги (эквипотенциал юзалар орасидаги масофа);

$S = 2\pi r^2 - r$ радиусли ярим сферанинг кўндаланг кесими юзаси.

Агар, r_M, r_N ва r радиусларга нисбатан $\Delta \ell$ жуда кичик бўлса, унда

$$r^2 \approx r_M \cdot r_N \text{ га тенг ва } \Delta u = \rho \cdot J \frac{r_N - r_M}{2\pi r_M \cdot r_N} = \frac{J\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r_M} - \frac{1}{r_N} \right) \text{ агар, } \Delta u \text{ ва } J \text{ ўлчанса ҳамда}$$

M ва N электродлар орасидаги масофа аниқ бўлса, тоғ жинсларининг солиштирма қаршилиги ρ ни ҳисоблаб топиш мумкин. Агар, $r_N \rightarrow \infty$ да (жуда катта бўлса), унда нуқтали манбанинг потенциали u_M ни аниқлаймиз, (яъни чексиз ва ўлчов нуқта орасидаги потенциаллар айирмасини аниқлаймиз).

$$u_M = \frac{J\rho}{2\pi r_M} \text{ унда } \rho = 2r_M \cdot \frac{u}{J} \text{ аниқланади.}$$

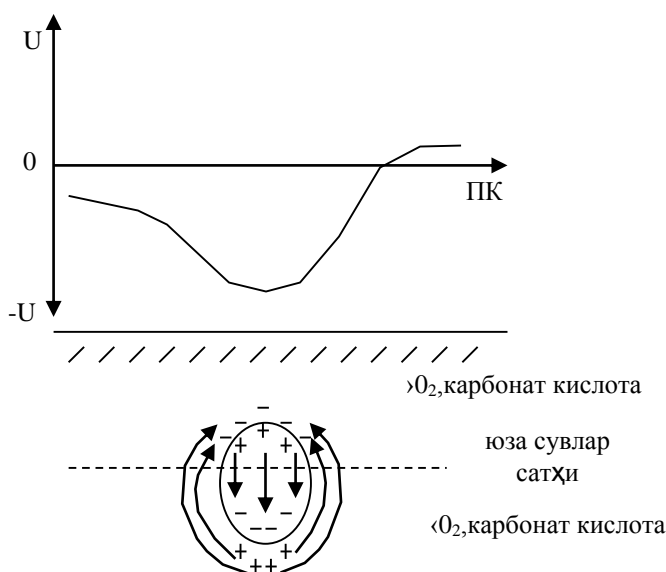
Бу ерда, $r_M = AM$ масофага тенг бўлади.

⁵ William Lowrie. Fundamentals of physics. Second edition. Cambridge University Press 2007. 381pp.

2.3. Физик-кимёвий жараёнлар сабабли ҳосил бўлган электр майдонларни ўрганиш усуллари (ЕП, ВП,МЗТ).

Табиий электр майдон усули – маҳаллий (локал) табиий ўзгармас электр майдонларини ўрганишга асосланган. Табиий ўзгармас электр майдонлар оксидланиш-қайтарилиш жинслардаги қоришмаларнинг ҳаракати таъсирида филтрация, диффузия ва адсорбция жараёнлари натижасида ҳосил бўлади. Кучсиз табиий потенциаллар ҳар жойда мавжуд. Кучли майдонлар графит, кўмир конлари, сульфид маъдан конлари устида кузатилади.

Табиий электр майдонининг ҳосил бўлиш сабаблари:



4 – Расм

1. Оксидланиш – қайтарилиш жараёнлари.

Ер қатламида кичик чуқурликда сульфид маъдани ётган бўлсин. Сульфиднинг юқори қисми кислородга ва карбонат кислотага бой бўлган сувни циркуляцияси актив бўлган зонасида жойлашган. Руданинг пастки (чуқурлиги) қисмлари кислородга ва карбонат кислотасига камбағал сувларнинг тўхтаб қолиш зонасида жойлашади. Шунинг учун сульфиднинг юқори қисмида оксидланиш жараёни бўлиб ўтади ва сульфид сульфатга ўтади. Оксидланиш

реакцияси оксидланувчи элементларнинг атомларида электронларнинг озод бўлиши кузатилади ва шунинг учун маъданнинг юқори қисми мусбат потенциалга эга бўлади. (4 – расм).

Маъданнинг пастки қисмида қайтарилиш жараёни бўлиб ўтади. Бу жараёнда электронлар бирлаштирилади; натижада маъданнинг пастки қисми манфий потенциалга эга бўлади. Маъданнинг ичида тепадан пастга қараб йўналган электр токи ҳосил бўлади. Ташқари муҳитда бошқача тақсимланади. Маъданнинг оксидланувчи билан бир – бирига тегиб турган (туташган) қисми манфий потенциалга эга бўладилар. Маъданнинг пастки қисмларининг атрофида тескари ҳодиса рўй беради. Натижада ташқари муҳитда ток пастдан юқорига қараб оқади. Ҳосил бўлган потенциалнинг номи оксидланиш-қайтарилиш потенциали деб аталади⁶.

Сульфид маъданининг устида табиий электр майдонининг манфий потенциаллар аномалияси кузатилади.

⁶ William Lowrie. Fundamentals of physics. Second edition. Cambridge University Press 2007. 381pp.

2. Табиий электр майдони ҳосил бўлишининг иккинчи сабаби диффузион адсорбционланиш жараёни билан боғлиқ. Бу жараён сувга тўйинган тоғ жинсларида ўтади. Диффузион-адсорбционланиш, майдонлар сувдаги тузларнинг концентратцияси катта бўлган муҳитдан концентратцияси кам бўлган муҳитга ионларни диффузия ва адсорбция содир бўлиши натижасида ҳосил бўладилар (адсорбция потенциали ҳар хил жинсларнинг адсорбцион хусусиятига боғлиқ).

3. Табиий электр майдони ҳосил бўлишининг учинчи сабаби - ер ости сувларининг ғовакли тоғ жинсларидан филтрация қилиниши билан боғлиқ. Жинсдаги дарзлик ва ғовакларни капилляр сифатида кўриш мумкин.

Капиллярларнинг деворлари битта ишорали ионларни адсорбция қиладилар (кўпинча манфий ионларни). Суюқлик муҳитда капиллярнинг деворларига яқинида қарама-қарши ишорали зарядлар («+»ионлар) тўпланади. Натижада капиллярда иккиламчи электр қатлам ҳосил қилади. Суюқликнинг капиллярда ҳаракати натижасида иккиламчи электр қатламдаги ҳаракатчан зарядларнинг бир қисми (одатда мусбат ионлар) суюқлик ҳаракатининг йўналиши бўйича чиқарилади. Натижада капиллярнинг учларида электрпотенциалларнинг айирмаси ҳосил бўлади.

Натижада оқим соҳаларида манфий потенциалларнинг аномалияси, сарфлаш (чиқариш) соҳаларида эса, мусбат аномалиялари кузатилади. Тепаликларда (сув йиғиладиган жойлар) нисбати потенциалнинг паст қийматлари, водийларда эса (сувни сарфлаш соҳаси разгрузка) потенциалнинг нисбий юқори қийматлари кузатилади.

Кўмилган қадимий дарё водийларининг устида табиий потенциалнинг мусбат аномалиялари кузатилади. Уларнинг қиймати Ер ости оқимининг ҳаракати йўналиши бўйлаб ортади.

Табиий потенциаллар милливольтда (мВ) ўлчанади.

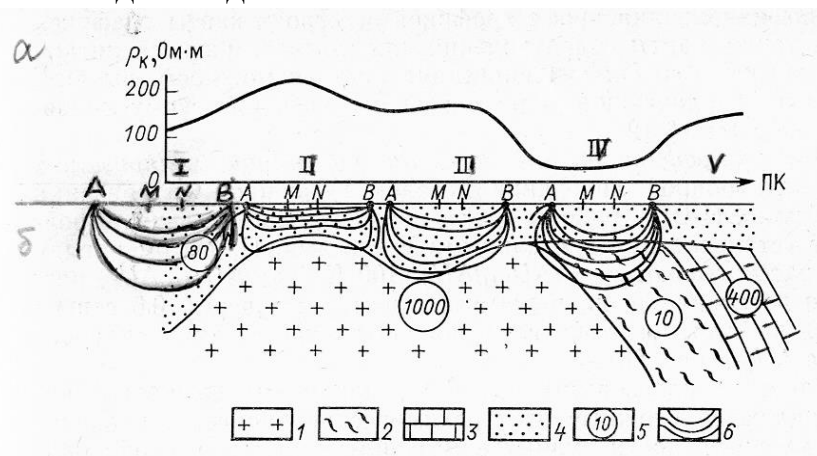
2.4.Ўзгармас электр майдонини ўрганувчи қаршилик усуллари (электрпрофиллаш-ЭП ва зондлаш –ВЭЗ, ДЭЗ) асослари.

Электр кесмалаш (электрпрофиллаш ЭП)

Электр кесмалаш – бу қаршилик усули бўлиб, бунда берилган профиллар йўналишлари бўйича ўлчамлари ўзгармас бўлган мосламалар билан жинсларнинг солиштирма қаршиликларининг ўзгариши ўрганилади. Бу усулда таъминловчи АВ электродлар орасидаги масофа иш пайтида ўзгармайди, бу эса профилнинг ҳамма нуқталари тагидаги тоғ жинсларининг тахминан доимий қалинлигини ўрганиш демакдир. Электр кесмалаш усули солиштирма қаршилик ρ горизонтал йўналиши бўйича фарқланганда қўлланилади. Ишлар ўтказганда $J, \Delta u$ ўлчаниб, $\rho_k = k \frac{\Delta u}{J}$ формула орқали ҳисобланади (k - мосламанинг коэффициенти).

Электр кесмалаш ҳар хил мосламалар билан; электродларнинг ҳар хил жойлашганлари бўлиб ёки уларни кўчириш усуллари бўйича фарқланади. Кўзатувлар натижаси мосламанинг қабул қилувчи MN электродлари орасидаги марказ О нуқтасига оид бўлади.

Амалда оддий тўрт электродли симметрик мослама кенг ишлатилади. Бундай мосламани ишлатганда электр кесмалашнинг номи симметрик электр кесмалаш деб аталади. Амалда, кўпинча, ишлатилган мосламанинг номи билан электр кесмалаш дейилади.



5 – расм. Симметрик электропрофиллашни қўллаш мисоли.
 а-график; б-кесим; 1-отқинди жинслар; 2-сланецлар; 3-охақтошлар; 4-қоплама жинслар;
 5-солиштирма электрик қаршилик, Ом·м; 6-ток чизиқлари.

Тўрт электродли симметрик электропрофиллаш (ЭП)

Бунда тўрт электродли симметрик $AMNB$ мослама ишлатилади ва кузатувлар пайтида бу электродлар орасидаги масофаларни ўзгартирмасдан кетма – кет пикетдан – пикетга кўчирилади ва қиймати ўлчанади. Ўлчанган $\Delta u, J$ қийматлари бўйича ҳисобланган ва $\rho_k = k \frac{\Delta u}{J}$ нинг профили бўйча графиги тузилади. 3б б – расмдаги мисолни қараб чиқамиз:

I. Биринчи ҳолатда электр майдони ҳеч нарса билан бузилмайди, чунки иккинчи қатлам катта чуқурликда жойлашган. Шунинг учун ўлчанган ρ_k келтирилган жинслар қаршилигига яқин бўлади, яъни $\rho_k \approx 80$ Омм.

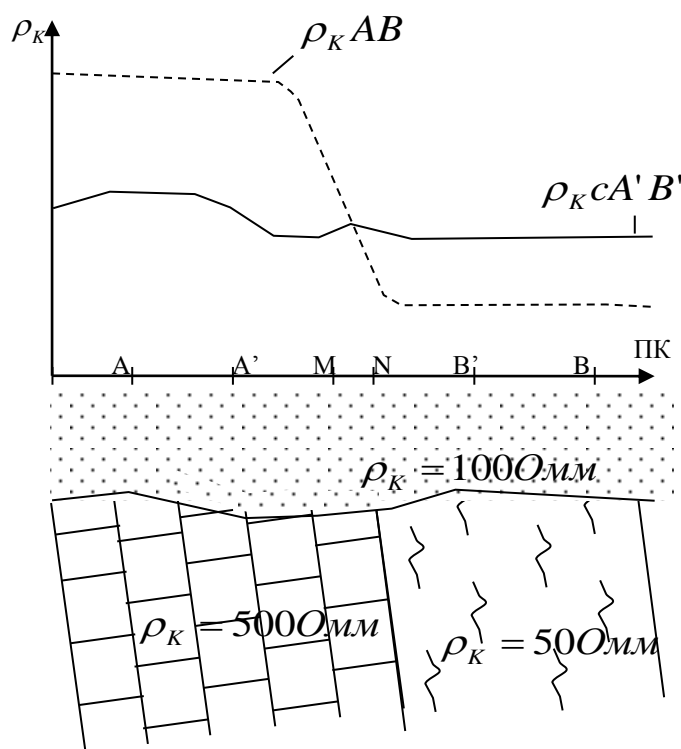
II. Иккинчи ҳолатда келтирилган жинслар тагида кичик чуқурликда токни ўтказмайдиган отқинди чиққан жинслар ётадилар. Улар ток чизиқларини ўзига ўтказишга катта қаршилик кўрсатади ва юқарига (ер юзасига) юборишга ҳаракат қилади. Натижада MN электродлари атрофида ток зичлиги кўпаяди, бу эса ρ_k нинг ортишига олиб келади ва ρ_k келтирилган жинслар қаршилигидан катта бўлади.

III. Бу ҳолатда, отилиб чиққан жинслар катта чуқурликда ётгани учун ўлчанган ρ_k қиймати келтирилган жинсларнинг қаршилигига яқин бўлади.

IV. Тўртинчи ҳолатда биринчи қатлам тагида токни яхши ўтказадиган гилли сланецлар ётгани учун ток чизиқларини ўзининг ичига тортиб оладилар. Натижада MN электродлар атрофида ток зичлиги камаяди ва ўлчанганда ρ_k нинг қиймати биринчи қатламнинг қаршилигига нисбатан камаяди.

V. Охирги ҳолатда эса, биринчи қатлам тагида токни яхши ўтказмайдиган оҳактошлар ётгани учун ток чизиқлари ичига ўтишига катта қаршилиқ кўрсатадилар ва натижада, MN электродлар атрофида ток зичлиги ошгани учун, ўлчанган ρ_k нинг қиймати биринчи қатлам қаршилигига нисбатан катта бўлади (6 – расм).

Натижада тузилган ρ_k нинг графигидан геоэлектрик кесим тўғрисида хулоса чиқариш мумкин, қаршилиқлари ҳар хил бўлган тоғ жинсларининг контактларини аниқлаш мумкин. $AMNB$ билан кесмалаш ҳар доим ишончли геоэлектрик кесимни бермайди. Кесимни аниқ ўрганиш учун кичик ва катта масофага эга бўлган таъминовчи чизиқлар (электродлар орасидаги масофа) билан кесмалар ўтказиш керак. Бунда, $AA'MNB'B$ иккита таъминловчи чизмалари бўлган симметрик мослама ишлатилади. Бунда катта AB ва кичик $A'B'$ масофали мосламани ишлатганда ρ_k нинг иккита графиги чиқади (6 –



6 – расм

расм). Бундай кесмалаш натижасида тоғ жинсларининг контактини аниқ топиш мумкин.

Электр кесмалашда кўшни ўлчов нуқталарнинг орасидаги масофаси MN масофага тенг қилиб олинади ва ўрганилаётган геологик жисмнинг кутилаётган энидан 4-5 марта кам бўлади.

Профиллар геологик жисмлар йўналишига кундаланг ўтказилади. Майдонли куза-тувларда профиллар орасидаги масофа текшириш масштабига боғлиқ ва жисмлар узунлигидан 3-4 марта кичик бўлади.

Градиентли мосламада

Агар, $MN \ll AB$ бўлса (яъни $\frac{AB}{MN} = 40 \div 60$) ва ўлчанаётган Δu электр майдони кучланишининг градиентига пропорционал деб ҳисобласак бўлади. Иш вақтида AB масофа ўзгармайди, MN эса AB ораликда кўчирилади. Бунда кичик чуқурликда ётган жинслардаги кучсиз аномалияларни аниқлашга ёрдам беради.

Тоғ жинсларининг геоэлектрик кесими

Геоэлектрик кесим - солиштирма қаршилиги ҳар хил бўлган қатламлардан ташкил топган тоғ жинсларининг кўндаланг кесими. Геологик

кесимдан геоэлектрикнинг фарқи, унда қаршилиги ҳар хил бўлган қатламларнинг орасида чегаралар борлигида бўлади. Бу чегаралар стратиграфик ҳамда геологик чегаралар билан тўғри келмаслиги мумкин. Геоэлектрик кесимдаги қатламларнинг солиштирма қаршиликлари қатлам оралиғида доимий миқдорлар билан таърифланади ва чегараларда кескин ўзгарадилар. Бундай қатламлар электрик деб аталади. Геоэлектрик кесимда тадқиқот участкасининг ҳамма жойларида кузатилган ва юқорида ётган жинслардан солиштирма қаршилиги етарли, кескин равишда фарқланадиган қатламнинг юзаси таянч электрик горизонти деб аталади. Навбат билан ётган токни параллел қатламлардан ташкил этган геоэлектрик кесим қатламланиши бўйлаб ёки унга кўндаланг оққан электр токига кўрсатган қаршилиги ҳар хил бўлади. Геоэлектрик кесим анизотроп муҳитдир. Агар, ток қатламланишга перпендикуляр йўналиш бўйича оқса, бундай муҳитнинг солиштирма қаршилиги максимал бўлади; агар, ток қатламланиши бўйича оқса солиштирма қаршилиги энг кичик бўлади.

Электроразведкада "m" бир жинсли қатламлардан ташкил этган анизотроп муҳитнинг йиғинди кўндаланг қаршилиги T ни қараб чиқиш қабул қилинган,

$$T = \sum_{i=1}^m h_i \cdot \rho_i,$$

бу ерда h_i ва ρ_i - қатламларнинг қалинлиги ва солиштирма қаршиликлари. Унинг ўлчов бирлиги $OM \cdot M^2$ қабул қилинган.

Анизотроп муҳитнинг қатламланишига параллел оққан токка кўрсатган йиғинди солиштирма қаршилиги қараб чиқилмайди. Унинг ўрнига қаршиликка тескари бўлган йиғинди бўйлама ўтказувчанлик S миқдор киритилади,

$$S = \sum_{i=1}^m \frac{h_i}{\rho_i}$$

унинг ўлчов бирлиги сименс (См) қабул қилинган. Кесимнинг ρ_n кўндаланг қаршилиги ва ρ_t бўйлама ўртача қаршиликлар қуйидаги формулалар билан аниқланади:

$$\rho_n = \frac{\sum_{i=1}^m h_i \rho_i}{\sum_{i=1}^m h_i} = \frac{T}{H}; \rho_t = \frac{\sum_{i=1}^m h_i}{\sum_{i=1}^m \frac{h_i}{\rho_i}} = \frac{H}{S},$$

бу ерда, $H = \sum_{i=1}^m h_i$ - "m" қатламли кесимнинг йиғинди қалинлиги.

$\sqrt{\rho_n \cdot \rho_t} = \rho_m$ миқдорларни анизотроп муҳитнинг ўртача квадратли қаршилиги деб аташ қабул қилинган.

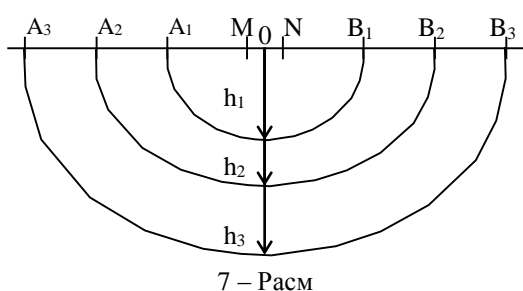
$$\rho_m = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m h_i \rho_i}{\sum_{i=1}^m h_i / \rho_i}} = \sqrt{\frac{T}{S}} = \frac{\rho_n}{\lambda} = \lambda \cdot \rho_t$$

бу ерда $\lambda = \sqrt{\rho_n / \rho_y} = \frac{\sqrt{TS}}{H}$ - анизотропия коэффиценти.

Муҳитнинг анизотропия коэффиценти кесимни ташкил этувчи қатламларнинг қалинликларига ва қаршилиқлар нисбатига боғлиқ.

Тик электр азмойишлаш усули (ёки вертикал электр зондлаш (ВЭЗ))

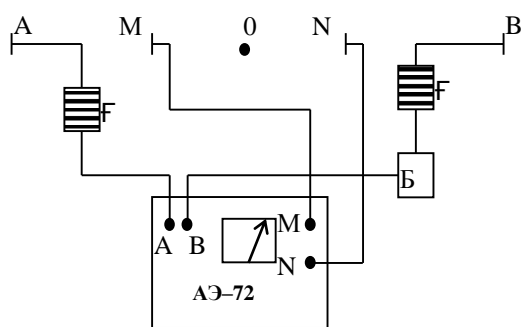
Тик электр азмойишлаш усули ёки вертикал электррозондлаш (ВЭЗ) усули кесимдаги тоғ жинсларининг солиштирма қаршилиқларини тик йўналиши, яъни чуқурлик бўйича ўзгаришларини ўрганишга асосланган.



7 – Расм

ВЭЗ ни ишлаган пайтда, таъминловчи A ва B электродлар орасидаги масофа кетма-кет ортиб боради. AB масофа ошганда ўрганилаётган чуқурлик ҳам ошади (7 – расм). Шунинг учун унинг номи ВЭЗ деб аталган. Ҳар хил AB ва MN масофалар билан ρ_k нинг қиймати ўлчанса, чуқурлик бўйича геоэлектрик кесимни ўрганиш

мумкин. ВЭЗ усули 300-500м чуқурликкача ётган кесимларни ўрганиш учун қўлланилади.



8 – Расм.

Одатда, ишлар тўрт электродли градиентли симметрик мослама ёрдамида ўтказилади. Бу мосламадаги MN қабул қилувчи электродлар орасидаги масофа

$$\frac{AB}{3} \geq MN \geq \left(\frac{1}{20} \div \frac{1}{30} \right) AB$$

шартига тўғри келиши керак.

Ўлчов нуқтаси "0" қабул қилувчи электродлар (M ва N) ўртасида

жойлашган бўлиб, иш пайтида ҳар доим бир жойда қолаверади. Ўлчов "0" нуқтасида АЭ – 72 асбоби ўрнатилади, сим билан ўралган ғалтаклар ва батареялар (ўзгармас ток манбаи) жойлаштирилади (8-расм).

Таъминловчи (AB) ва қабул қилувчи (MN) электродлар тўғри чизик бўйлаб 0 нуқтага симметрик жойлашган ҳолда ерга қоқилади ва схема йиғилади. AB таъминловчи электродларга ток юбориб унинг ток кучи (J) ўлчанади. MN қабул қилувчи электродлар ёрдамида потенциаллар айирмаси (Δu) ўлчанади.

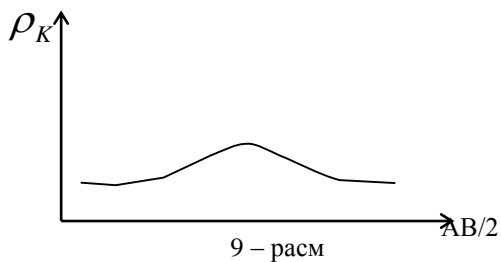
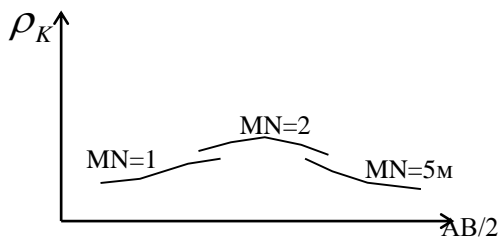
Кейин туюлувчи қаршилиқ $\rho_k = k \frac{\Delta u}{J}$ формула орқали ҳисобланади, бу ерда,

$$k = \frac{\pi \cdot AM \cdot AN}{10 \cdot MN}.$$

(Δu милливольтда, J эса сантIAMперда ўлчанганлиги сабабли мосламанинг "к" қиймати 10 га бўлинади).

Бундан кейин таъминловчи электродлар орасидаги масофа кетма – кет орттирилади ва ҳар битта ҳолатига туюлувчи қаршилик ρ_k қиймати аниқланади.

AB масофа иш пайтида геометрик прогрессия каби орттириб борилади, MN масофа ўзгармас бўлади. Лекин AB масофа катта бўлганда потенциаллар айирмасининг (Δu) ўлчанган қиймати жуда кичик бўлиб кетади. Ўлчовнинг аниқлигини кўтариш учун MN масофани $AB/3$ масофагача орттирилади. MN масофа ошганда, охириги иккита $AB/2$ масофа қийматларига, олдинги MN масофага ҳам ўлчовлар олинади. Одатда $AB/2$ масофа 1,5; 2,0; 3; 4,5; 5; 8; 10; 15; 25; 45; 60; 80; 100; 150; 250; 325; 500; 750; 1000; 1500; 2000; 3000м ва



ҳаказо бўлиши мумкин. $AB/2$ масофа 1,5 дан 4,5 м гача бўлганда MN масофа 1 м га тенг, $AB/2$ масофа 4,5 дан 25 м гача бўлганда MN масофа 2 м га тенг, $AB/2$ масофа 15 м дан 100 м гача бўлганда MN масофа 10 м га тенг бўлади ва ҳаказо.

Ҳар битта ўлчов "0" нуқтасига билogarифмик (икки улчовли логарифмик) масштабда қоғозда (бланкда) туюлувчи солиштирма қаршилик (ρ_k) таъминловчи электродлар орасидаги масофанинг ярми ($AB/2$) билан боғланиш график

чизмаси тузилади (вертикал ўқи бўйича ρ_k нинг қиймати, горизонтал ўқи бўйича эса, $AB/2$ қийматлари модули 6,25 см га тенг бўлган логарифмик масштабда белгиланади). Бу эгри чизиқ ВЭЗ эгри чизиғи деб аталади (9-расм).

MN масофа ўзгарган пайтидаги охириги иккита $AB/2$ масофаларга икки хил MN масофага ҳисобланган ρ_k қийматлари тенг бўлмагани сабабли ВЭЗ чизиғи узилган чизиқлар билан кўрсатилади. Кейин бу чизиқ бўйича ўртача чизиқ ўтказилади ва яхлит эгри чизиқ чизилади. ВЭЗ даги тавсия қилинган $AB/2$ ва $MN/2$ нинг стандарт қийматлари ВЭЗ бланклариде келтирилган. Шу кузатув нуқтада ўлчовлар ўтказилгандан сўнг, профилдаги бошқа кузатув нуқтага кўчиб, ўлчовлар оборилади.

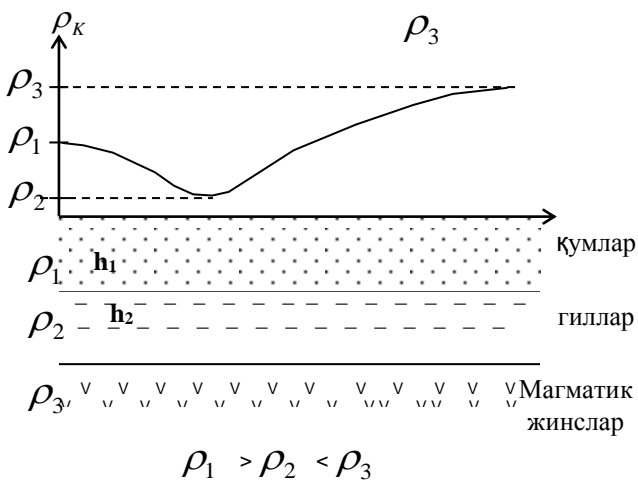
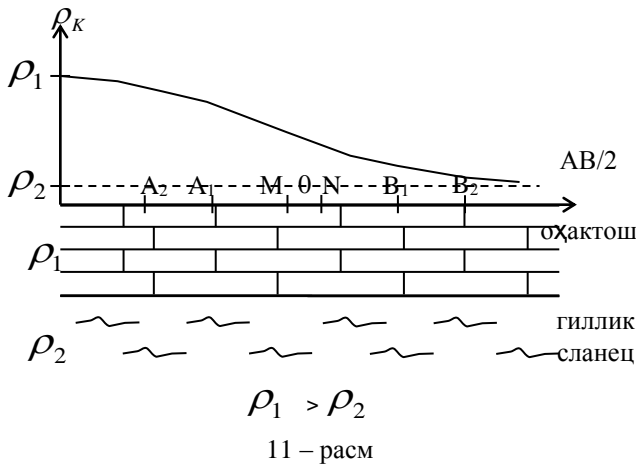
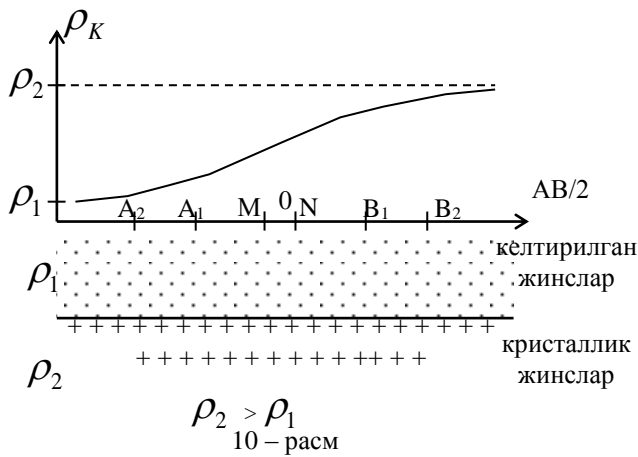
ВЭЗ ишлари профил бўйлаб ёки майдонда профиллар тармоғи бўйича ўтказилади.

ВЭЗ қатламли геоэлектрик кесимни ажратишга (қатламлар ётиш бурчаги 20^0 - 25^0 гача) қўлланилади. ВЭЗ ёрдамида 300 – 500м чуқурликкача кесимлар ўрганилади. Катта чуқурликлар ДЭЗ усули ёрдамида ўрганилади. ДЭЗ усулида диполли мосламалар ишлатилади ва иш пайтида AB ва MN диполлар орасидаги R масофа ортади.

ВЭЗ эгри чизиқларининг турлари.

Турли геологик кесимлар ичида икки қатламли кесим энг оддий ҳисобланади.

1. Икки қатламли ВЭЗ чизиқлари. Икки қатламли ВЭЗ чизиқлари икки қатламли кесим устида кузатилади. Бунда биринчи қатлам қалинлиги h_1 , иккинчи қатлам қалинлиги чексиз деб ҳисобланади.



а) Икки қатламли кесимда $\rho_1 < \rho_2$ бўлсин, бу шароитга биринчи қатламда келтирилган жинслар иккинчисидан эса, кристаллик жинслар ётиши мумкин.

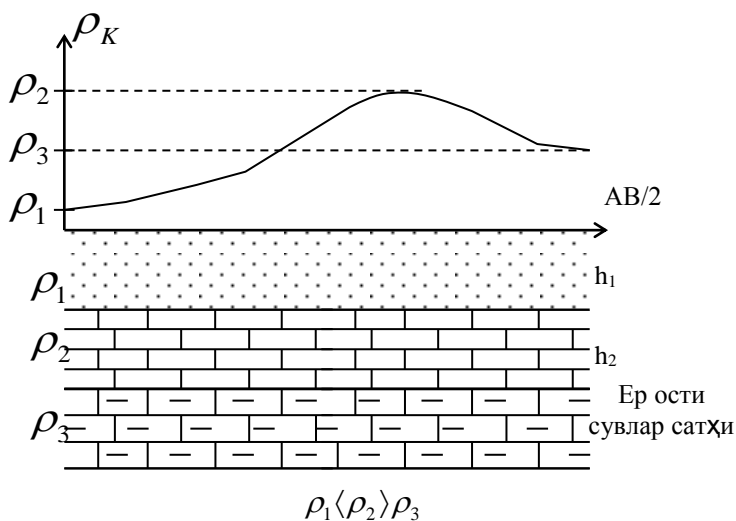
AB масофа кичик бўлганда ўлчанган ρ_k нинг қиймати келтирилган жинсларнинг қаршилигига яқин бўлади, яъни $\rho_k \approx \rho_1 \cdot AB$ масофа ортганда ток ер юзасига чекланишга ҳаракат қилади, чунки иккинчи қатлам токни ёмон ўтказиши ва қабул қилувчи MN электродлар атрофида ток зичлиги аста-секин ортади, ρ_k нинг қиймати биринчи қатлам қаршилигига нисбатан аста-секин ортади ($\rho_k \geq \rho_1$). Бу шароитда (ρ_k жуда катта бўлганда, яъни $\rho_1 / \rho_2 = M_1 \rightarrow \infty$ бўлганда $\rho_k = f(AB/2)$ графикнинг пастки қисми абсцисса ўқида ($AB/2$ ўқида) нисбатан 45° билан ётган тўғри чизиқдан иборат бўлади. AB масофа анча катта бўлганда ($AB \geq 10h_1$) ток иккинчи қатламга ўтади ва $\rho_k \approx \rho_2$ га тенг бўлади. Натижада $\rho_1 \leq \rho_2$ шароитга тўғри келган икки қатламли ВЭЗ нинг эгри чизиғи тузилади (10 – расм).

б) Икки қатламли кесимда $\rho_1 > \rho_2$ бўлсин. Бу шароитда биринчи қатламда оҳактошлар, иккинчисидан гилли сланецлар

ётиши мумкин.

AB масофа кичик бўлганда ($AB \leq h_1$) ўлчанган ρ_k нинг қиймати

оҳактошлар қаршилигига яқин бўлади. ($\rho_k \approx \rho_1$). AB масофа ортган сари ток иккинчи токни яхши ўтказадиган қатламга (қаршилиги ρ_2) кўпроқ ўтади ва ρ_k нинг қиймати ρ_2 нинг миқдоригача камайиб боради (чунки қабул қилувчи MN электродлар атрофида ток зичлиги камаяди). Натижада $\rho_1 > \rho_2$ шароитга тўғри келган икки қатламли ВЭЗ нинг эгри чизиғи тузилади (11 – расм). ВЭЗ нинг икки қатламли эгри чизиқларида $AB/2 \rightarrow 0$ да $\rho_k \rightarrow \rho_1$ га интилади; $AB/2 \rightarrow \infty$ га интилганда $\rho_k \rightarrow \rho_2$ га интилади.



13 – расм

ВЭЗ усули ρ_1, ρ_2 ва ρ_3 солиштирма қаршилигига эга бўлганда ва $h_1, h_2, h_3 = \infty$ калинлиги тенг бўлган кесим устида қўллансин.

2. Уч қатламли ВЭЗ чизиқлари.

Уч қатламли кесимлар устида уч қатламли ВЭЗ эгри чизиқлар кузатилади. Бунда, тўртта турли кесимлар ва ВЭЗ эгри чизиқлари кузатилиши мумкин.

а) Уч қатламли кесимда $\rho_1 > \rho_2 < \rho_3$ шароит тўғри

келсин. Бу шароитда, масалан биринчи қатламда қумлар, иккинчи қатламда гиллар, учинчи қатламда магматик жинслар ётиши мумкин (расм 12).

Таъминловчи электродлар орасидаги масофа AB кичик бўлганда ўлчанган ρ_k қиймати ρ_1 қийматига интилади ($\rho_k \approx \rho_1$) ва AB ошган сари ток ρ_2 қийматли токни яхши ўтказадиган гилларга (иккинчи қатламга) кўпроқ ўтади ва MN электродлар атрофида ток зичлиги камаяди, натижада ρ_k қиймати ρ_1 қийматидан камаяди.

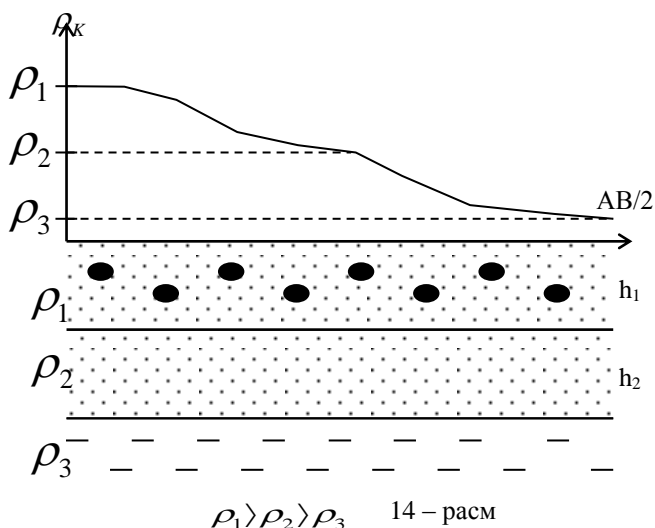
АВ масофа катта бўлганда, ток қаршилиги катта бўлган, токни ёмон ўтказадиган учинчи қатламдан четланади бу эса, MN электродлар атрофида ток зичлигини орттиришига олиб келади. Ток зичлиги ошганда ρ_k қиймати ҳам ортади. Жуда катта масофаларда ток учинчи қатламга ўтади ва ρ_k қиймати магматик жинслар қаршилигига интилади, яъни $\rho_k \approx \rho_3$ натижада ВЭЗ нинг уч қатламли «Н» - тури деб аталган чизиғи кузатилади (12 – расм). Иккинчи қатламнинг қалинлиги h_2 катта бўлиб, унинг қаршилиги ρ_2 биринчи ρ_1 ва учинчи ρ_3 қатламларнинг қаршиликларига нисбатан анча фарқ қилганда ρ_k нинг кичик қаршилик билан чизилган зонаси аниқ кўриниб туради. Иккинчи қатламнинг h_2 қалинлиги биринчи қатламларнинг h_1 қалинлигига нисбатан катта бўлганда, ρ_k нинг кичик қаршилик билан чизилган зонаси кенг бўлади ва қиймати иккинчи қатламнинг ҳақиқий ρ_2 қаршилигига яқинлашади, яъни

$h_2 \rightarrow \infty$ га интилганда $\rho_k \rightarrow \rho_2$ қийматга интилади.

Агар, h_2 нинг қалинлиги h_1 қалинлигига нисбатан кичик бўлса, ρ_k нинг кичик қаршилик билан чегараланган зонаси қисқаради ва $h_2 \rightarrow 0$ га интилганда уч қатламли ВЭЗ нинг эгри чизиғи кичик қатламли эгри чизикқа айланади.

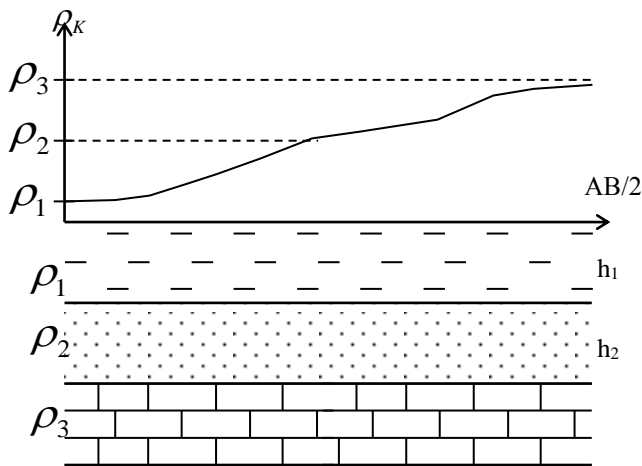
б) Кесимда $\rho_1 < \rho_2 < \rho_3$ шароити тўғри келсин. Кесимда биринчи қатламда келтирилган

жинслар, иккинчи қатламда юқори қисми куруқ, паст қисми сувга тўйинган оҳактошлар ётган бўлсин. Бу икки қатламли литологик кесимни уч қатламли геоэлектрик кесим деб кўриш мумкин, чунки сувга тўйинган оҳактошларнинг ρ_3 солиштирма қаршилиги устида ётган куруқ оҳактошлар ρ_2 солиштирма қаршилигидан кичик бўлади⁷.



⁷ William Lowrie. Fundamentals of physics. Second edition. Cambridge University Press 2007. 381pp.

Келтирилган кесим устида ВЭЗ ишлари олиб борилганда уч қатламли «К» - тури деб аталган эгри чизик кузатилади (13 – расм). «К» тури ВЭЗ эгри чизиклари ўзига ҳос хусусиятига эга. ρ_k нинг катта қаршилик билан кузатилган зонаси иккинчи қатламнинг ρ_2 қаршилигига ва h_2 қалинлигига боғлиқ. Агар иккинчи қатламнинг қалинлиги h_2 катта ва ρ_2 қаршилик ρ_1 ва ρ_3 дан анча катта қаршилик билан кузатилган зонаси кенг ва ρ_k нинг



15 – Расм

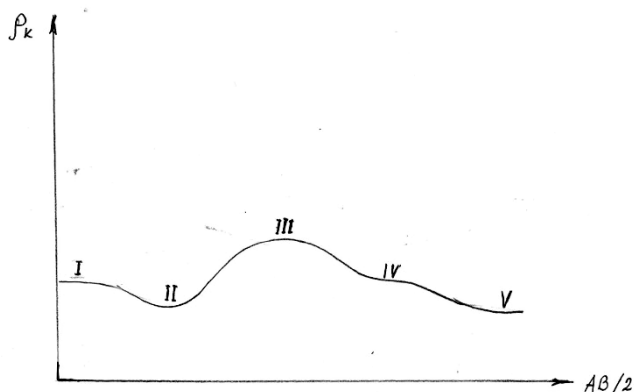
максимал қиймати ρ_2 га яқин бўлади. Агар, h_2 ва ρ_2 камайиб борса, эгри чизикда иккинчи қатламнинг кузатилган зонаси қисқаради ва ρ_k нинг максимал қиймати ҳам камаяди. К турли ВЭЗ эгри чизикларининг ρ_k нинг максимал қийматининг нуқтаси иккинчи қатламнинг остки чегарасига нисбатан чуқурроқда ($AB/2$ ўқи бўйича каттароқ қийматларида) белгиланади ва бундай ҳодиса

h_2 ва ρ_2 қийматларига боғлиқ. Қаршилик ρ_2 нинг максимал қийматининг б нуқтаси ҳам шунча каттароқ $AB/2$ қийматларида кузатилади.

в) Уч қатламли кесимларда $\rho_1 > \rho_2 > \rho_3$ шароит тўғри келсин. Бу шароитга биринчи қатламда ғўла тошлар (шағал), иккинчи қатламда қумтошлар ва учинчи қатламда гиллар ётиши мумкин.

Бундай кесим устида ВЭЗ ишлари натижасида уч қатламли «Q» - тури деб аталган эгри чизик кузатилади (14 – расм). Q тури ВЭЗ эгри чизиклар кўриниши h_2 ва ρ_2 қийматларига боғлиқ иккинчи қатламнинг қалинлиги h_2 катта бўлиб ρ_2 қаршилик ρ_1 ва ρ_3 лардан кўп фарқ қилмаганда ρ_k нинг эгри чизигида бу қатламнинг борлигига сезиларли ўзгариш киритилмайди. Агар, ρ_2 қаршилик ρ_1 ва ρ_3 лардан кўп марта фарқ қилса ва h_2 қаршилик биринчи қатламнинг h_1 қалинлигидан 5 мартадан ортиқ бўлса, эгри чизикда иккинчи қатлам қисқа ажратиб кузатилади.

г) Уч қатламли кесимда $\rho_1 < \rho_2 < \rho_3$ шароит тўғри келсин. Кесимда биринчи қатламда гиллар, иккинчи қатламда кумтошлар, учинчи қатламда оҳактошлар ётган бўлсин. ВЭЗ ишлари ўтказилганда бу кесим устида уч қатламли «А» - тури деб аталган эгри чизик кузатилади (15 – расм). Бундай кесимда АВ электродлар орасидаги масофа ортиши билан ρ_k нинг қиймати ҳам ортади. Агар, учинчи қийматнинг ρ_3 қаршилиги жуда катта бўлса, ($\rho_3 \rightarrow \infty$), унда эгри чизикнинг пастки қисми (асимптотаси) АВ/2 ўқига 45°



16 – расм

I, II, III – қатламлар “Н” – турини яратади.

II, III, IV – қатламлар – “К” – турини яратади.

III, IV, V – қатламлар – “Q” – турини яратади.

Шундай қилиб расмда келтирилган эгри чизик “НКQ” турдаги беш қатламли эгри чизик деб аталади.

ВЭЗ эгри чизикларининг кўриниши (шакли) $\rho_2 / \rho_1 = \mu_1; \rho_3 / \rho_1 = \mu_2; \dots, \rho_{i+1} / \rho_1 = \mu_i$ нисбатлар қийматларига ва $h_2 / h_1 = \nu_1; h_3 / h_1 = \nu_2; \dots, h_i / h_{i+1} = \nu_i$ нисбатлар қийматларига боғлиқ.

Назорат саволлари

1. Қандай майдонларни ўрганишга ундалган қутбланиш усули асосланган?
2. Гил жинсларда солиштирма электр қаршилиқни ўзгариш диапазони?
3. Минералланганлик ошиши билан сувга тўйинган тоғ жинсларининг солиштирма электр қаршилиғи қандай ўзгаради?
4. Тоғ жинсларининг электр қаршилиғи энг кичик қийматлари қайсинда?
5. Тоғ жинсларининг электр қаршилиғи энг катта қийматлари қайсинда?
6. Қутбланиш коэффициентининг юқори қийматлари қайси тоғ жинсларида кузатилади?
7. Ғовақлик ва дарзлик ошиши билан тоғ жинсларининг электр қаршилиқлари қадай ўзгаради?
8. Гил жинсларда солиштирма электр қаршилиқни ўзгариш диапазони?

Адабиётлар

1. William Lowrie. Fundamentals of physics. Second edition. Cambridge University Press 2007. 381pp.

Режа

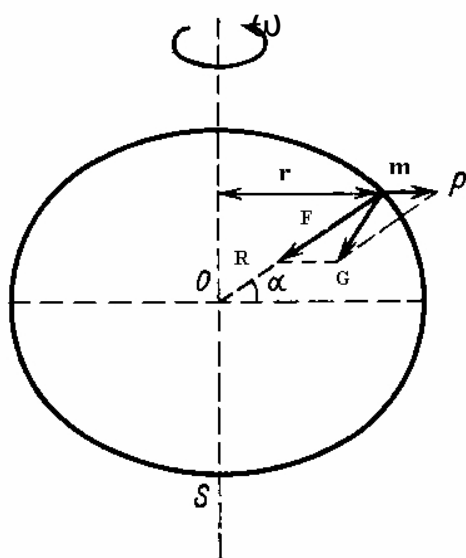
1. Гравирозведка усули, мақсади ва вазифалари. Гравитацион майдон. Гравитацион потенциал ва унинг ҳосилалари
2. Оғирлик кучининг потенциали
3. Оғирлик кучининг абсолют (тўлиқ) ва нисбий ўлчовлари

Таянч иборалар: оғирлик куч, гравитацион майдон, оғирлик кучининг тезланиши, оғирлик кучининг потенциали

1.1. Гравирозведка усули, мақсади ва вазифалари. Гравитацион майдон. Гравитацион потенциал ва унинг ҳосилалари.

Гравирозведка – бу Ер пўстининг геологик тузилиши ва фойдали қазилмаларни қидиришнинг геофизик усулидир. Гравирозведка-оғирлик кучи майдонининг Ер юзасида тақсимланишини ўрганишга асосланган. Оғирлик кучи (гравитацион) майдони Ер ичидаги тоғ жинсларининг зичликлари фарқланиши билан боғлиқ. Гравитацион майдонни ҳавода ва космосда, Ер юзасида, денгиз ва океанларда, қудуқларда ва тоғ қазилмаларида кузатилади.

Ернинг гравитацион майдони оғирлик кучининг тезланиши ва унинг ҳосилалари билан тавсифланади⁸.



Расм 10. Оғирлик кучи ва унинг ташкил этувчилари.

Оғирлик_кучи_ – «Гравитас» лотинча оғирликдир. Оғирлик кучи ернинг тортишиш кучи (**F**) ва ернинг ўз ўқи атрофида айланиши натижасида ҳосил бўлган марказдан қочма (**P**) кучларнинг тенг таъсир этувчиси ҳисобланади.

Демак, оғирлик кучи (**G**) тортиш кучи (**F**) ва марказдан қочма кучларни (**P**) тўпламига тенг. $\vec{G} = \vec{F} + \vec{P}$ (Расм 10).

Бу кучлар массасининг бирлигига нисбати тезланишлар билан тавсифланади;

$$g = \frac{G}{m}; f = \frac{F}{m}; p = \frac{P}{m}; " \vec{g} = \vec{f} + \vec{p} "$$

Гравирозведкада «оғирлик кучи» деганда «оғирлик кучининг тезланиши» тушунилади. g тезланишини ўлчов бирлиги

СГС тизимида Галилей шарафига аталган «гал» ҳисобланади ва у 1см/с² га

⁸ William Lowrie. Fundamentals of physics. Second edition. Cambridge University Press 2007. 381pp.

тенг. Гравиразведкада миллигал (мгал) ишлатилади. 1мгал=10⁻³гал.

Си тизимида $1гал = 10^{-2} м/с^2$, $1мгал = 10^{-5} м/с^2$.

Қайсидир «m» массани Ернинг ҳамма массаси (M_{ep}) F куч билан ўзига тортади. Бу куч бутун олам тортишиш қонуни (Ньютон қонуни) билан аниқланади:

$$F = K \frac{mM_{ep}}{R^2}.$$

Бу ерда, R – “m” массадан Ер марказигача масофа; k – гравитацион доимийлик – бир граммга тенг бўлган, ораси 1 см масофада жойлашган иккита масса орасидаги ўзаро таъсир этувчи кучнинг қийматига тенг:

$$K = 66.7 \cdot 10^{-9} \frac{см^3}{г \cdot с^2} \text{ (СГС тизимида)}, \text{ ёки } K = 6.67 \cdot 10^{-11} \frac{м^3}{кг \cdot с^2} \text{ (СИ тизимида)}.$$

Агар, $m = 1г$ га тенг бўлса, унда бирлик массани тортишиш кучи $F \approx K \frac{M}{R^2}$ га тенг ва Ер марказига йўналтирилган бўлади. Марказдан қочма куч P айланиш ўқига перпендикуляр бўлган “r” радиус бўйлаб йўналган ва у $P = mr\omega^2$ формула билан аниқланади (ω – бурчакли тезлик). P кучнинг миқдори кутбда 0 га тенг ($r = 0$), экваторда максимал миқдорга тенг. Нисбат $p/f = 1/288$ га тенг, демак оғирлик кучи асосан бутун тортишиш кучи билан аниқланади $g \approx f \approx Km/R^2$. Ернинг радиуси кутбда ($R_n = 6356,78км$) ва экваторда ($R_s = 6378.16км$) ҳар хил бўлгани сабабли $g_n > g_s$ ($g_n = 983гал$, $g_s = 978гал$). Ернинг ўртача оғирлик кучи 981,26 гал га тенг (Потсдамнинг стандартли қиймати). Ҳар қандай массага эга бўлган жисмни ерга тортадиган куч оғирлик кучи деб аталади.

1.2. Оғирлик кучининг потенциали.

Ернинг гравитацион майдони оғирлик кучи тезланишига тенг бўлган кучланганлик билан тавсифланади. Марказдан қочма кучнинг тезланиши тортишиш кучининг тезланишига нисбатан жуда кичик бўлгани учун амалда оғирлик кучининг тезланиши тортишиш кучининг тезланишига тенг қилиб олинади:

$$g \approx f = \frac{KM_{ep}}{R^2}.$$

Гравиразведканинг бир неча масалаларини ечишда оғирлик кучи потенциал функцияси “W” ишлатилади. Ер марказидан R масофада жойлашган A нуктада гравитацион потенциали

$$W_A = \frac{KM_{ep}}{R} \text{ га тенг. Ер марказида потенциал максимал қийматга эга.}$$

Ернинг марказидан узоқлашган сари потенциал узлуксиз камайиб боради.

R радиуснинг давомида A нуктадан ΔR масофада жойлашган бошқа B нуктада потенциал

$$W_B = \frac{KM_{ep}}{R + \Delta R} \text{ га тенг.}$$

Иккита нуқтанинг потенциаллар айирмаси:

$$\Delta W = W_B - W_A = \frac{KM_{ep}}{R + \Delta R} - \frac{KM_{ep}}{R} = \frac{KM_{ep}R - KM_{ep}(R + \Delta R)}{R(R + \Delta R)} =$$

$$= KM_{ep} \frac{R - R - \Delta R}{R(R + \Delta R)} = KM_{ep} \left(\frac{-\Delta R}{R(R + \Delta R)} \right) \text{ га тенг бўлади.}$$

ΔR нолга интилганда (лимитда), яъни жуда кичик бўлганда

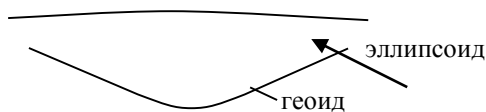
$$\Delta W = -\frac{KM_{ep}}{R^2} \cdot \Delta R = -f \cdot \Delta R \text{ га тенг бўлади. Бундан } f = -\frac{\Delta W}{\Delta R} = -\frac{dW}{dR} \text{ ни}$$

топамиз.

$$f \approx g \text{ га тенг бўлгани учун } g = -\frac{dW}{dR}, \text{ яъни оғирлик кучининг тезланиши}$$

Ер маркази йўналиши бўйича гравитацион потенциалнинг ҳосиласига тенг бўлади.

Тортилаётган нуқтани ΔR қисм бўйича ҳаракат иши $\Delta A = f \cdot \Delta R$ га тенг. Бундан $\Delta W = -\Delta A$ аниқланади ёки оғирлик кучининг 1 г га тенг бўлган



массанинг ΔR бўйлаб кўчириш иши бу қисмнинг учидаги гравитацион потенциал қийматларининг айирмасига тенг. Оғирлик кучи (гравитацион) майдонини потенциаллари доимий бўлган юзалар билан тасвирлаш мумкин. Улар эквипотенциал юзалар деб аталади. Оғирлик кучи векторлари шу юзаларга нормал (перпендикуляр) ҳолатда жойлашади. Суюқлик массанинг юзаси оғирлик кучи майдонида эквипотенциал юзасига тўғри келади. Ердаги океанларнинг тинч ҳолатидаги юзани

геоид дейилади. Геоид эллипсоид шаклига яқин бўлади.

Ҳақиқий Ерда геоид эллипсоид билан тўғри келмайди. Чунки ортик масса қўшимча гравитацион потенциални ΔW яратади. У эквипотенциал юзани (геоидни) эгилишига олиб келади. Агар $\Delta\sigma > 0$ бўлса, тепага эгилади. Агар

$\Delta\sigma < 0$ бўлса, пастга эгилади, $g_N = \Delta W$ (g – А ва В нуқталардаги g нинг ўрта қиймати) (11-расм).

Оғирлик кучининг тўлиқ вектори деярли учта координата ўқлари бўйича гравитацион потенциалнинг ҳосилаларидан аниқланади:

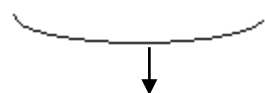
$$g = \sqrt{g_x^2 + g_y^2 + g_z^2}.$$

Оғирлик кучининг x , y , z координата ўқларига проекциялари $g_x = g \cos(g \wedge x)$; $g_y = g \cos(g \wedge y)$; $g_z = g \cos(g \wedge z)$ -

оғирлик кучининг ташкил этувчилари билан таърифланади.

g – оғирлик кучининг тўлиқ қиймати

$$g_x = \frac{\partial W}{\partial x}, g_y = \frac{\partial W}{\partial y}, g_z = \frac{\partial W}{\partial z} - \text{потенциалнинг вертикал градиенти.}$$



Потенциалнинг горизонтал
градиентлари

Агар Z ўқи Ер марказига йўналтирилган ва $x=y=0$ бўлса, унда $\frac{\partial W}{\partial x} = \frac{\partial W}{\partial y} = 0$ га тенг ва $g = \frac{\partial W}{\partial z}$ га тенг бўлади. Гравиразведкада потенциалнинг иккинчи тартибли ҳосилалари ҳам ўрганилади.

$$\frac{\partial^2 W}{\partial x \partial y}, \frac{\partial^2 W}{\partial x^2}, \frac{\partial^2 W}{\partial y \partial z}, \frac{\partial^2 W}{\partial y^2}, \frac{\partial^2 W}{\partial z \partial y}, \frac{\partial^2 W}{\partial z^2} - \text{градиентлар}^9.$$

Агар, $\frac{\partial W}{\partial z} = g$ формула ҳисобига олинса, унда бу ифодаларни физик

маъноси аниқланади. Масалан $\frac{\partial^2 W}{\partial x \partial z} = \frac{\partial g}{\partial x}$ – “X” ўқи бўйича оғирлик кучининг ўзгариш (градиентини) тезлигини билдиради, яъни “X” ўқи бўйича оғирлик кучининг горизонтал градиенти бўлади. Оғирлик кучи градиентининг ўлчов бирлиги Этвеш (Е) қабул қилинган (СГС тизимида). $1E = 1 \cdot 10^{-9} 1/c^2$ ва 1 км масофада оғирлик кучининг 0,1 мгал га ўзгаришини билдиради.

$$\frac{\partial^2 W}{\partial z^2} - \text{оғирлик кучининг вертикал градиенти.}$$

$$\frac{\partial^2 W}{\partial y \partial z} - \text{оғирлик кучининг Y ўқи бўйича горизонтал градиенти.}$$

Иккиламчи тартибли ҳосилалар

$$\frac{\partial^2 W}{\partial x \partial y}, \frac{\partial^2 W}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 W}{\partial y^2} = \Delta \quad - \text{кузатув нуқтасидаги геоид юзасини}$$

тавсифлайди.

1.3. Оғирлик кучининг абсолют (тўлиқ) ва нисбий ўлчовлари.

Оғирлик кучининг ўлчовлари тўлиқ (абсолют) ва нисбий бўлиши мумкин.

Абсолют ўлчовларда – ҳар бир нуқтада оғирлик кучининг тўлиқ қийматлари аниқланади.

Нисбий ўлчовларда – ҳар бир нуқтада баъзи асос қилиб олинган (таянч) нуқтага нисбатан оғирлик кучининг орттирмалари, яъни айирмалари аниқланади. Абсолют (тўлиқ) ўлчовларда маятник асбоблари ишлатилади. Нисбий ўлчовларда гравиметрлар ва маятник асбоблари ишлатилади.

Абсолют ўлчовларга жуда кўп вақт сарфланади. Шунинг учун гравиразведка дала ишларида нисбий ўлчовлар ўтказилади.

Оғирлик кучининг градиентларини ўлчаш учун градиентометрлар ва вариометрлар ишлатилади.

⁹ William Lowrie. Fundamentals of physics. Second edition. Cambridge University Press 2007. 381pp.

Назорат саволлари:

1. Оғирлик кучи нима?
2. Оғирлик кучини (эркин тушиш тезланишини) ўлчов бирлиги.
3. Ерни нормал гравитацион майдони бу нима?
4. Регионал фон нима?
5. Гравитацион харитадаги изочизиқлар номи?
6. Магнит майдон индукцияси нимада ўлчанади?
7. Магнит аномалиялар нима?
8. Қолдиқ магнитланганлик нима?
9. Магнит қабул қилувчанлик нима?

Фойдаланилган адабиётлар:

1. William Lowrie. Fundamentals of physics. Second edition. Cambridge University Press 2007. 381pp.

Режа:

- 1. ҚГТ фанининг мақсад ва вазифалари*
- 2. Қудуқларда геофизикавий тадқиқотлар (ҚГТ) ўтказиш шароитлари*
- 3. Электрик каротаж усуллари*
- 4. Ядро – физикавий каротаж*
- 5. Акустик каротаж*
- 6. Термик каротаж*
- 7. Қудуқнинг техник ҳолатини ўрганиш усуллари*
- 8. Қудуқдаги каротаж далилларини геологик изохлаш*

Таянч иборалар: *Каротаж, туюлувчи элект каршилик, иссиқлик ўтказувчанлик, магнитланиш, сейсмик тўлқинлар, таранг тўлқинлар, текстура, зоваклилик, зоваклар, қалинлик, эпигенез, ферромагнетизм*

1.1. ҚГТ фанининг мақсад ва вазифалари.

Бурғилаш кудуқлар деворини ташкил қилган ҳар хил тоғ жинсларининг физик параметрларини ўрганувчи геофизик усулларни каротаж деб аталади. (Каротаж) – француз тилида – кернсиз (намунасиз) бурғилаш деб таржима қилинади.

Геофизик усулларини Ер юзасида ва бурғилаш кудуқларда қўлланишида фарқ бор. Фарқи шундан иборатки, кудуқ шароитида ўлчов асбоби физик майдон манбасига яқин жойлашади ва каротаж усуллари жинсларни ажратиш қобилияти бўйича қадрланади (дала усуллари эса ўрганиладиган чуқурлиги бўйича қадрланади).

Қудуқдаги геофизикавий тадқиқотлар кернсиз (намунасиз) бурғилашда кесимларни геологик хужжатлантириш учун хизмат қилади ва кесимнинг литологик, қатламлар қалинликлари, коллекторлик ва филтрацион хусусиятлари бўйича маълумотлар беради.

Каротажнинг асосий мақсади – кудуқ бўйича кесимнинг хусусиятини катта аниқлик билан ўрганишдир.

Каротаж ўлчовлари тоғ жинсларининг ўзгармаган табиий ҳолатда ётган жойларидаги физик хоссалари бўйича тасаввур беради. Бундай маълумотларни бошқа ҳеч қандай усул бермайди. Шунинг учун кудуқдаги геофизик тадқиқотлар кернни ўрганиш билан кудуқдаги геологик кесимни ўрганишда ва фойдали қазилмаларни излашда асосий усуллардан бири бўлиб қолади.

Бундан ташқари, каротаж дала геофизик ишларига нисбатан таянч усули

бўлиб қолади. Кўпинча дала геофизик маълумотларини талқин қилиш аниқлигини ошириш учун каротаж далилларида олинган жинсларнинг солиштирма қаршилиги, тўлқин тарқалиш тезлиги ва бошқалар маълум параметрлар сифатида ишлатилади.

Параметрлар, каротаж кабелида ўрнатилган ўлчов асбобини (майдон сезгиргич) қудуқдан кўтарган пайтида автоматик ўлчанади.

Қудуқларда қўлланиладиган геофизик усуллар тоғ жинсларининг физик хоссалари фарқига асосланган. Тоғ жинсларининг физик хусусиятларини ўрганишда қудуқларда электрик, ядро – физикавий, сейсмик ва сейсмоакустик, термик, магнит ва бошқа усуллар қўлланилади¹⁰.

Бурғилаш жараёнида қудуқларни техникавий ҳолатини ўрганиш учун махсус ўлчовлар олиб борилади (қудуқларни диаметрини ва қийшайишини, қудуқлар деворини цементланишини, қудуққа сув оқиб келиш жойини аниқлаш ва бошқа).

Каротажда ишлатиладиган аппаратура (асбоб) иккита асосий блоклардан иборат: Қудуқ асбоби (зонд деб аталади) ва Ер устидаги бошқариш ва қайд этиш пульти ҳамма блоклар тўплами – каротаж станцияси деб аталади. Каротаж станциялар комплектига:

- 1) Чуқурлик асбоби (каротаж зонди);
- 2) Битта, учта ёки кўп томирли кабел;
- 3) Потенциаллар айирмасини ўлчайдиган асбоблар;
- 4) Электр ток манбаълари;
- 5) Каротаж кабелини қудуққа тушириш ва кўтариш учун лебётка;
- 6) Кабелни қудуққа йўналтириш учун ва чуқурлик асбобининг жойлашиш чуқурлигини қайд қилувчи тасмани тортувчи механизмига синхронли ўтказиш учун, қудуқ олдида блок – баланс ўрнатилади.

Каротаж станция ҳар хил усуллар билан ўлчовларни олиб бориши мумкин, фақат комплектга кирадиган зондлар алмаштирилади ёки комплекснинг кўп каналли зондлари ишлатилади. Қудуққа каротаж кабелини ва зондларни тушириш ва кўтариш учун лебётка, блок – баланс, чуқурлик датчиклари (асбоблар) ишлатилади.

Ўлчанаётган параметрларни аналог шаклида диаграмма қоғоз тасмасига ёки рақам кодида чуқурликлар 1:5000 дан 1:20 гача масштабида ёзилади.

Каротаж станциялар автомабилларда ўрнатилади. Каротажда битта, учта ёки кўп томирли махсус кабеллар ишлатилади. Кабеллар каротаж зондига уланади.

Чуқур бўлмаган қудуқларни ўрганишда енгил, қўлда олиб юрадиган асбоблар ишлатилади.

¹⁰ Toby Darling-Well Logging and Formation Evaluation (Gulf Drilling Guides)-Gulf Professional Publishing, 2005. 335pp.

1.2. Қудуқларда геофизикавий тадқиқотлар (ҚГТ) ўтказиш шароитлари.

ҚГТ (русча ГИС) ўтказиш жараёнида, ўлчов натижаларига тоғ жинсларининг ва бурғилаш эритмаларининг таъсири катта бўлади. Ундан ташқари, бурғилаш жараёнида қудуқнинг диаметри ўзгаради (камаяди ёки ошади).

Кўпинча бурғилаш жараёнида бурғилаш эритмалари ишлатилади. Ушбу бурғилаш эритмалари гил зарраларининг сувли аралашмасидан тайёрланади ва шундай эритмалар гилли бурғилаш эритмаси деб айтилади. Бурғилаш жараёнида қудуқни ичидаги бурғилаш эритманинг гидростатик босими қатлам босимидан юқори бўлиши керак. Шунинг учун ғовакли, сингдирувчан тоғ жинс – қатламларида бурғилаш эритманинг филтрати қатламга сингиб кетади, гил, зарраларининг бир қисми эса қудуқ деворида ёпишиб қолади ва улар (лой) гилли пўстни ташкил этади.

Бурғилаш жараёнида қудуқ атрофидаги тоғ жинсларда иккита асосий зона ажратилади:

- 1) Сингиш зонаси – бу бурғилаш эритма филтратининг жинсларга сингиб етиб борган жойи (соҳаси);
- 2) Ювилиб кетган зонаси – бу бурғилаш эритманинг филтрати билан тоғ жинсларининг тўлиқ тўйинган зонаси.

Бурғилаш эритма филтратининг ва Ер ости сувларининг электр қаршилиги ҳар хил бўлгани учун, жинсларнинг қаршилигини орттирадиган ва пасайтирадиган сингиш кузатилади.

Агар, сингиш зонасидаги электр қаршилик, сингиш зонасидан ташқаридаги жинсларнинг қаршилигидан юқори бўлса, у ҳолда бурғилаш эритмасининг филтрати, қатламга орттирадиган сингиш деб ҳисобланади.

Агар, сингиш зонасидаги электр қаршилик, сингиш зонасининг ташқаридаги электр қаршилигидан паст бўлса, унда бурғилаш эритмасининг филтрати, қатламга пасайтирадиган сингиш деб ҳисобланади.

1.3. Электрик каротаж усуллари.

Электрик каротаж – бунда қудуқларда электр усуллари билан тадқиқотлар ўтказилади. Қудуқларда табиий электр майдонлар (ПС), ундалган потенциаллар (ВП), туюлувчи солиштирма қаршилик ρ_k (КС) ўлчанади.

Электрик каротаж ўлчовларини фақат қувурлар билан маҳкамланган (қувурсиз) қудуқларда ўтказиш мумкин.

Электр каротажнинг ҳар хил усулларида ҳар хил зондлар ишлатилади. Зонд қудуққа туширилади.

Энг оддий зондда каротаж кабелига битта, иккита ёки учта қўрғошиндан ишланган электродлар маҳкамланган бўлади. Бундай зондлар бурғилаш эритмаси ёки сув билан тўлдирилган қудуқларда қўлланади. Куриқ қудуқларда сирғанувчи электродлар ишлатилади. Уларнинг ҳар биттаси металллик чўтқадан иборат бўлиб, текис металллик пружина устида изолятор обоймасига маҳкамланади. Бу пружиналар қудуқ деворларига электродларни сиқиб туради.

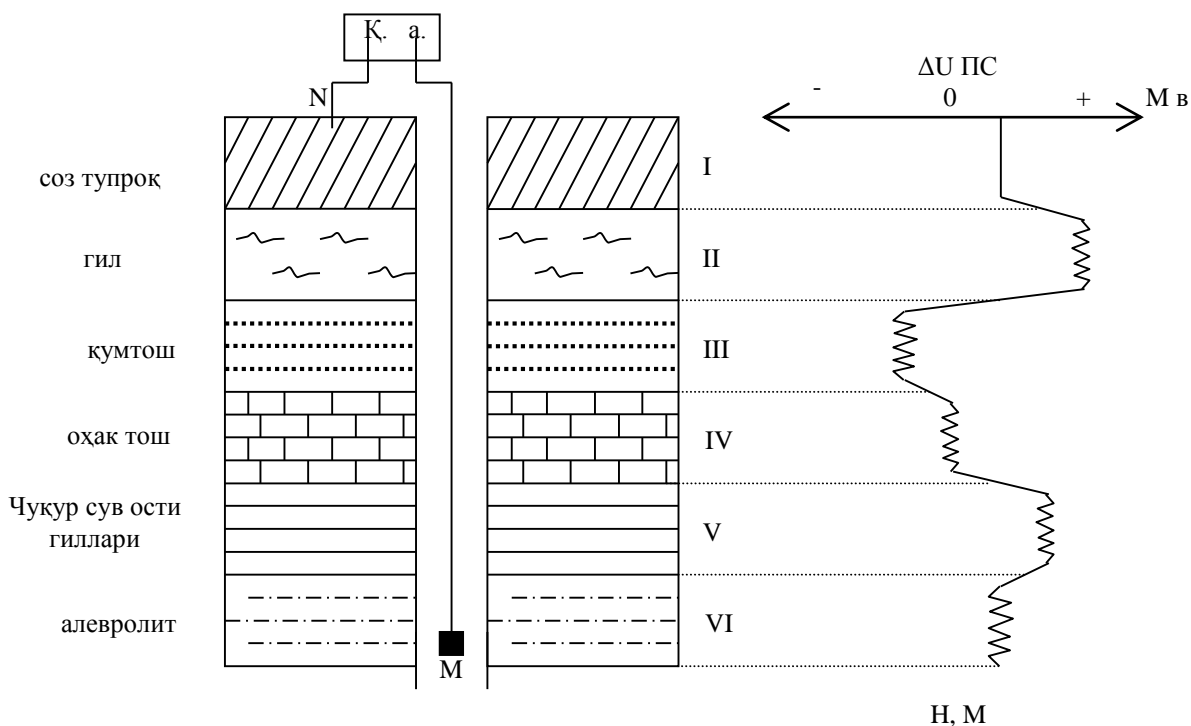
Ўлчанаётган потенциаллар айирмаси қайд этувчининг махсус ўзгартирувчи механизми билан компенсация қилинади. Бу механизм диаграмма тасмаси устига ўрнатилган ёзгич (қалам) билан уланган. Компенсация пайтида қалам тасмага кўндаланг, ўлчанган кучланишга пропорционал масофага силжийди. Тасма ҳаракат қилганда потенциаллар айирмасининг эгри чизиғининг чуқурлик бўйича ўзгариши чизилади.

Электрик каротаж ўтказилганда таъминовчи электродларга паст частотали ўзгарувчан ток юборилади. Бунда бир вақтда бир нечта параметрларни ёзиш ва ҳалақит этувчи электр сигналларни сўндиришга имкон туғдирилади.

Табиий майдон усули билан каротаж ўтказиш (каротаж ПС). Бу усул қудуқ бўйича табиий (ўзидан – ўзи ҳосил бўлган) потенциалларни ўлчашга асосланган. Ўзидан – ўзи ҳосил бўлган потенциаллар кескинлигига, ишорасига жинслар таркиби ва электр кимёвий активлиги, бурғилаш эритма ёки сувнинг минераллашганлиги, қатламдаги ва бурғилаш эритмасининг босимлари фарқи катта таъсир этади. Потенциаллар иккита қабул қилувчи электродлар ёрдамида ўлчанади.

ПС каротажни қудуқ бурғилангандан сўнг 12 соат оралиғида ўтказиш шарт. Бўлмаса ўлчанаётган табиий потенциаллар қудуқ бўйича (ўзгармаслик кузатилади) барқарор бўлиб қолади.

Кўпинча, каротаж ПС потенциаллар усули билан бажарилади, яъни қудуқ ёнида (оғзи ёнида) битта ўзгармас қабул қилувчи (N) электрод ерга туташтирилган ва иккинчиси қудуқда ҳаракат қиладиган қабул этувчи (M)



1– Расм. Табиий потенциаллар диаграммаси

электроддан иборат бўлган зонд (қурилма) билан ўтказилади (1– Расм).

Агар, электр ҳалақит берувчилар бўлса, каротаж ПС потенциаллар

градиенти усули билан ўтказилади. Бу ҳолатда қудуқда иккита М ва N электродлар орасидаги масофа (1 – 2 см) доимий бўлиб кўчирилади. Натижада милливолтда ўлчанадиган манфий ва мусбат табиий потенциаллар (ПС) аномалиялари кузатилади. Бу ПС аномалиялари бўйича электркимёвий активлиги ҳар хил бўлган қатламлар ажратилади¹¹.

ПС каротаж маълумотларини талқин қилиш. Гилли жинслар рўпарасида мусбат максимум ПС аномалиялари кузатилади; ғоваклик сингдирувчан жинслар (қумлар, қумтошлар, дарзли оҳактошлар) – манфий аномалиялари билан белгиланади.

Сулфидлар, антрацит, графит қатламлари кучли мусбат ва манфий аномалиялар билан кузатилади.

Зич қумтошлар, оҳактошлар, отқинди жинслар кучсиз аномалиялар билан кузатилади.

Қудуқдаги бурғилаш эритмаси ёки сув оқиб кетган жойлар манфий аномалиялар билан белгиланади. Сув оқиб келадиган жойлар – мусбат аномалиялар билан белгиланади.

ПС чизикларда нолли чизик бўлмайди. ПС диаграммаларида шартли нолли чизиклар ўтказиш мумкин: гиллар «нолли» чизик ва қумтошлар «нолли» чизик. Гиллар «нолли» чизик қалин бир жинсли гилли қатламлар рўпарасидаги «и» потенциалларининг максимал мусбат қийматлари бўйича ўтказилади. Бу шартли чизик ўнг тамонда жойлашади. Қумтошлар «нолли» чизик максимал манфий потенциаллар қийматлари бўйича ўтказилади ва у чап томонда жойлашади.

ПС аномалиялар бўйича қатламлар қалинлиги аниқланади. Агар, қатлам қалинлиги 2-4 марта қудуқ диаметридан катта бўлса (қалин қатлам), унда унинг устки қисми ва таги рўпарасида ПС аномалияси қатлам марказига мос бўлган максимал қийматининг ярмига тенг бўлади. ПС потенциалнинг градиенти диаграммаларида қалин қатламнинг устки қисми ва таги аниқ экстремумлар билан кузатилади. Юпқа қатламлар ингичка экстремумлар билан белгиланади.

ПС каротажи геологик кесимни ажратишга ва уларни қўшни қудуқларда кузатишга, яхши сингдирувчан қатламларни (қум, ғовакли оҳактошлар) ва ёмон сингдирувчан қатламларни (гиллар, гилли сланецлар), сулфидларни, полиметаллик маъданларни, кўмирни, графитни ажратишда ҳамда жинслар ғоваклигини ва сингдирувчанлигини баҳолашда қўлланилади.

Туюлувчи қаршилик усули каротажи (КС каротажи). Электрик каротажнинг асосий усули. Туюлувчи қаршилик каротажида қудуқ атрофидаги жинслар солиштирма электрик қаршиликлари бўйича ўрганилади ва ажратилади.

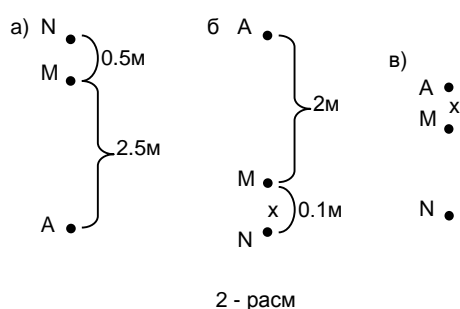
Жинсларнинг туюлувчи қаршилик кузатувларига (ρ_k) ҳар хил омиллар кўп таъсир этади: қатламнинг қаршилиги (ρ_r), сингиш зонасининг ($\rho_{3П}$) ва ювилиб кетган зонанинг ($\rho_{ПП}$) қаршиликлари, қатламнинг атрофидаги

¹¹ Toby Darling-Well Logging and Formation Evaluation (Gulf Drilling Guides)-Gulf Professional Publishing, 2005. 335pp.

жинсларнинг қаршилиги ($\rho_{\text{с.м}}$), бурғилаш эритмасининг қаршилиги ($\rho_{\rho\text{-ра}}$), қатламнинг қалинлиги (h), қудуқнинг (dc) ва сингиш зонасининг (D) диаметрлари ва ўлчов ишларининг олиб берувчи зондларнинг узунлиги (L) киради.

Туялувчи қаршилиқ усуллари билан каротаж ўтказганда, тўртта электродли зондлар ишлатилади. АВ – (жуфт) ток билан таъминловчи электродлар, MN – (жуфт) қабул қилувчи электродлар ишлатилади. Учта электрод каротажли зонднинг ичига жойлаштирилган ва кабелга уланган ҳолда қудуқнинг ичига туширилади. тўртинчи электрод эса, Ер юзасида қудуқнинг оғзига яқин жойда ерга туташтирилади.

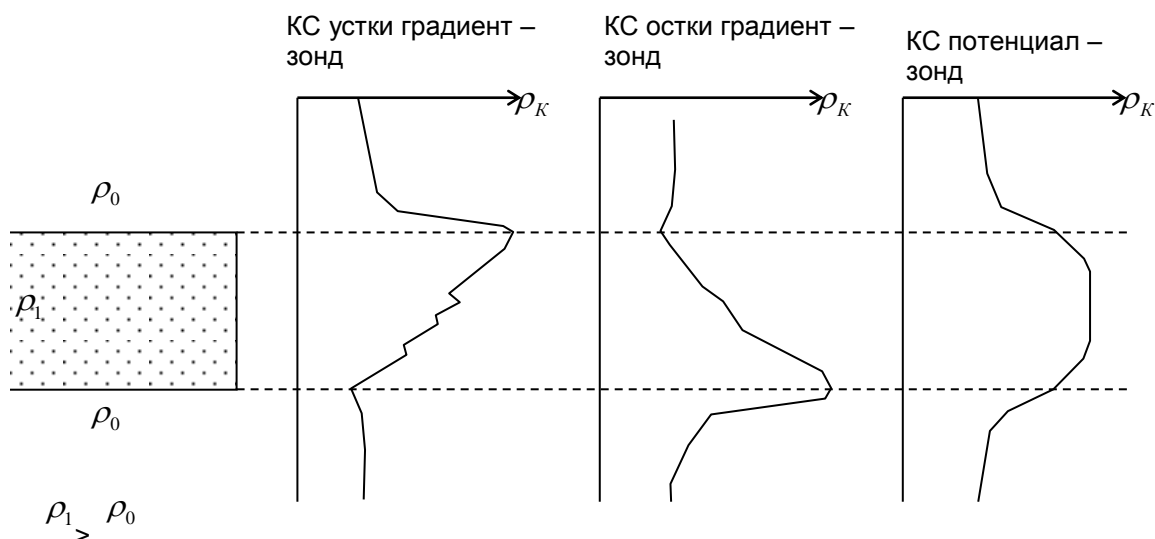
Агар, жуфт электродларнинг (бир мақсадли) орасидаги масофа ток электродгача бўлган масофадан кичик бўлса, бундай зондни градиент – зонд деб аталади. Масалан, А 2,0 М 0,1 N зондда А электроддан М электродгача 2



м, М дан N электродгача 0,1 м масофа ташкил этади. MN – жуфт электродлар, А ва М электродлар – ток электродлар. Ёки М 3,0 А 0,2 В – градиент – зонд. $MN < (5 \div 10)AO$. Агар, жуфт электродлар ток электродга нисбатан юқорида жойлашган бўлса, унда устки гридиент – зонд деб аталади. (расм 90 а) 2 – расмда устки градиент – зонд (а) ва

остки градиент зонд (б) электродлар ҳолати кўрсатилган.

Шундай зондлар қаршилиги катта бўлган қатламларнинг устки чегарасини максимум билан ажратади (расм 3).



3 – Расм. Ҳар хил зондлар учун туялувчи қаршилиқ диаграммалари (КС).

“0” нуқта градиент зонднинг ўлчов нуқтаси – жуфт электродлар ўртасидаги нуқта.

Агар, жуфт электродлар ток электродга нисбатан пастда жойлашган бўлса, унда бундай зонд остки градиент – зонд деб айтилади ва улар

қаршилиги юқори бўлган қатламлар тагини аниқ максимум билан ажратади (расм 90б, 91).

Агар, жуфт электродларнинг орасидаги масофа тоқ электродгача бўлган масофадан катта бўлса (3 – 5 марта) бундай зондни потенциал – зонд деб айтилади. Масалан, А 0,5 М 2,5 N зондда А дан М гача 0,5 м, М дан N гача 2,5 м ташкил этади. Ёки М 0,5 А 2,5 В. Потенциал зонд остки ва устки бўлади. М ўлчов нуктаси ҳисобланади. (Расм 90).

Уч электродли зонд ишлатилганда қудукқа туширилган битта ток юборувчи ва иккита қабул қилувчи М ва N ёки битта қабул қилувчи М ва иккита ток таъминловчи А ва В электродлар ёрдамида солиштирма қаршилиқ ρ_k ўлчанади: ρ_k қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$\rho_k = k \cdot \frac{\Delta U}{I}, \text{ бу ерда } K = \frac{4\pi \cdot AM \cdot AN}{MN}.$$

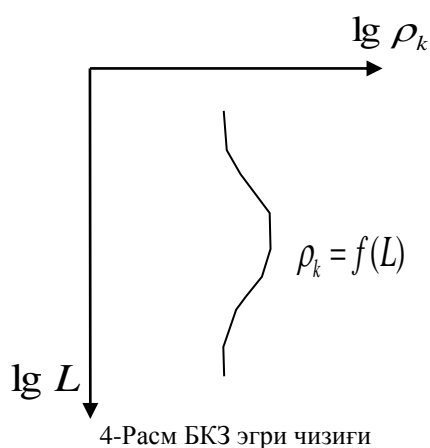
Зонднинг номи қудукда тепадан пастга жойлашган электродлар ҳарфлар билан ва электродлар орасидаги масофалари билан белгиланади. Масалан, А 2,5 М 0,1 N. Градиент зонднинг узунлиги (L) – тоқ электроддан жуфт электродлар ўртасигача масофа (АО - масофа) билан аниқланади. Потенциал зонднинг узунлиги (L) – иккита яқин жойлашган (ток) электродлар орасидаги масофа (АМ масофа) билан аниқланади.

Зонднинг узунлиги (таъсир этувчи) ўрганиш радиусини аниқлайди ва градиент – зондларда L га, потенциал – зондларда 2L га тенг бўлади.

Микрозондлар. Туюлувчи қаршилиқлар (КС) каротажида ток кучи (Ток каротажи) ёки туюлувчи қаршилиқ ρ_k ўлчанади. Ток каротажида қудук бўйича ток кучининг ўзгариши диаграммалари ёзилади.

КС каротажининг асосий тури - бу қудук бўйича ўрганилаётган геологик шароитда ўлчами доимий бўлган стандартли зонд ёрдамида туюлувчи қаршилиқнинг ρ_k ўзгариши ўлчанади. Стандартли зонд қаршилиги ҳар хил бўлган қатламларни ρ_k чизмалари бўйича аниқ ажратишга имкон яратади ва ўлчанган ρ_k ҳақиқий қаршилиқлар қийматларига яқин бўлади.

КС каротажи ўтказганда таъминловчи электродларда ток кучи (I) доимий ушлаб турилади, қабул қилувчи электродлар ёрдамида ўлчанаётган потенциаллар айирмаси (Δu) коэффицент K ва ток кучи I қийматлари ҳисобга олиниб қаршилиқ ρ_k масштабига ўтказилади.



4-Расм БКЗ эгри чизиғи

Ўлчанаётган ρ_k қийматига бурғилаш эритмасининг қаршилиғи ρ_p , кудук диаметри d_r , бурғилаш эритмасининг жинсларга сингиш зонасининг радиуси таъсир этади. Ўлчамлари катта бўлган зондларни (кудук диаметридан 10 ÷ 20 марта катта) ишлатганда, бурғилаш эритмасининг таъсири кичик бўлади. Зонднинг ўлчами (узунлиғи) жуда катта бўлса, ўрганиш радиуси бурғилаш эритмасининг сингиш зонасидан катта бўлади ва шунинг учун ўлчанаётган ρ_k қийматларига бурғилаш

эритмаси ва сингиш зонасининг таъсири жуда кичик бўлади.

КС каротаж далиллари жинслар қаршилиғи бўйича умумий тасаввурни беради. Кесимни аниқ кўриш учун, айниқса маҳсулдор қатламлар ётиш интервалларидаги жинслар хусусиятларини тўлиқ ўрганишда ёнланма каротажли азмойишлаш (зондлаш) (БКЗ) қўлланади. Ёнлама каротажли азмойишлашда узунлиғи ҳар хил бўлган градиент ёки потенциал зондлар ёрдамида жинсларнинг солиштирма қаршилиғи ўлчанади. Ҳар битта зонднинг қаршилик диаграммасидан ажратилган қатлам учун ρ_k қийматлари аниқланиб биолагорифм миқёсида ρ_k нинг зондлар узунлиғи (L) билан боғланиш графиги тузилади. (Расм 4).

Тузилган график ёнлама каротажли зондлаш (ЁКЗ, русча БКЗ) эгри чизиғи деб аталади. БКЗ эгри чизиқлар маҳсус (БКЗ) палеткалар ёрдамида қайта ишлаш натижасида қатламларнинг ҳақиқий қаршилигини, сингиш зонасидаги бурғилаш эритмасининг қаршилигини ва сингиш зонасининг диаметрини аниқлаш мумкин.

Ўлчанган ρ_k қийматига пастки ва юқорида ётган қатламларнинг таъсирини камайтириш учун ёнлама каротаж (ЁК, БК) усули қўлланади. Бу усулдаги зондда таъминловчи электроддан ташқари токни фокуслантириб кудук деворига перпендикуляр юборувчи экранлаштирувчи электродлар ишлатилади. ЁК қаршилиғи катта бўлган қатламларни ва кесимда қаршилиғи кучли фарқланадиган қатламларни ўрганишда қўлланади.

Резистивиметрия – кудукдаги бурғилаш эритмасининг ёки сувнинг қаршилигини ўлчашда қўлланилади. Ишлар резистивиметр деб аталган зонд билан олиб борилади. Резистивиметр – бу ўлчам кичик бўлган градиент – зонд. Бу зонд ўлчами кичик бўлиб изолятордан ишланган очик цилиндрдан (кувурдан) иборат. Цилиндр ичида ораси бир-биридан бир неча сантиметр бўлган масофада А, М, N электродлар жойлашади. «В» - электрод Ер юзасида, кудук олдида туташтирилган бўлади. Резистивиметр кудукда ҳаракат қилганда, гилли эритма ёки сув очик цилиндрдан ўтади ва қаршилиғи ўлчанади.

Ундан ташқари резистивиметрия кудукқа ер ости сувларини оқиб келган жойи ва филтрлаш тезлигини аниқлашда қўлланади. Бунда кудук сувга тўлдирилиб туз солинади (>5 г/л). Сувнинг минералланганлиғи 5г/л гача ёки

ундан ҳам ортик бўлиши лозим ва ҳар хил вақт давомида сувнинг ρ_k қийматини ўзгариши диаграммаси ёзилади. Диаграммалар бўйича, кучли ўзгариш бўлган интервал учун, ρ_k қийматларидан сувнинг минераллангани аниқланиб, вақт бўйича туз ювилиш графиги тузилади ва бу графикдан филтрлаш тезлиги ҳисобланади.

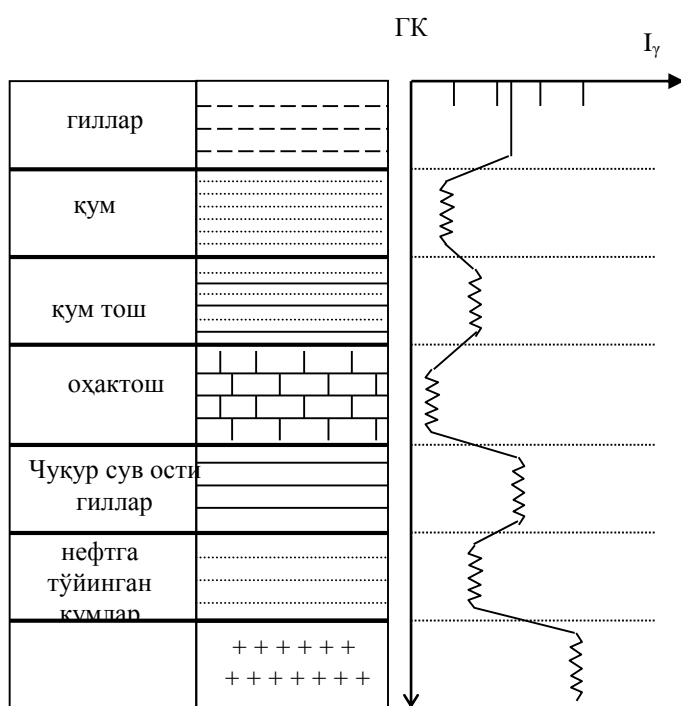
Ундалган қутбланиш каротажи (ВП). Бу каротаж турида ток юборилган вақтда потенциаллар айирмаси $\Delta u_{\text{УТ}}$ ва ток ўчирилгандан сўнг ундалган $\Delta u_{\text{ВП}}$ ўлчанади. Шунинг учун ВП каротажида импульсли ток (бир секундда 10-20импульслар) ишлатилади. Маъданларни излашда қўлланилади¹².

1.4. Ядро – физикавий каротаж.

Ядро – физикавий каротаж – жинсларнинг табиий радиоактивлигини ва сунъий гамма ва нейтрон нурланишлар таъсирида ҳосил бўлган иккиламчи гамма ва нейтронлар нурланишларининг кескинлигини ўрганишга асосланган. Электрик каротажга нисбатан ядровий каротажни темир қувурлар билан мустаҳкамланган ва қувурсиз қудуқларда ўтказиш мумкин.

Гамма – каротаж - (ГК) қудуқдаги тоғ жинсларининг табиий γ - нурланишини ўлчашга асосланган. ГК нинг мақсади қудуқларнинг геологик кесимини ўрганиш ва таққослаш ҳамда чуқурликда ётган радиоактив маъданларни аниқлашдир. ГК қудуқ радиометри (зонд) ёрдамида ўтказилади. Радиометрнинг сцинтилляцион сўтчиғи зонд ичида жойлашган ҳолда қудуқда ҳаракат қилган пайтида, қоғоз тасмасига γ - нурланишнинг кескинлиги J_γ қайд этилади. ГК натижасида γ - нурланиш кескинлиги диаграммаси тузилади. J_γ гаммаларда ёки имп/минда ўлчанади (5 – Расм).

¹² Toby Darling-Well Logging and Formation Evaluation (Gulf Drilling Guides)-Gulf Professional Publishing, 2005. 335pp.



5 – Расм ГК нинг диаграммаси

Қудуқдаги радиометр қудуқ ўқидан 0,5 м гача масофада жойлашган жинсларнинг γ - нурланиш кескинлигини ўлчаши мумкин, чунки γ - квантлар энергиясини қалинлиги 1-2м бўлган жинслар қатлами бутунлай ютади, 30% гача энергиясини қувурлар (трубалар) ўтказмайди.

Қудуқларда сув ёки бурғилаш эритмаси борлиги γ - нурланиш кескинлигини пасайтиради.

ГК диаграммаларда максимум билан гиллар, калий дала шпатли кумлар кузатилади, минимумлар билан

кумлар, кумтошлар, карбонатли жинслар қатламлари кузатилади.

ГК диаграммаларини талқин қилиш. ГК диаграммаларида радиоактивликка эга бўлган қатламлар симметрик аномалиялар билан белгиланади. Қатламнинг ўртаси гамма – нурланишнинг кескинлиги энг максимал J_{γ}^{\max} ёки энг минимал J_{γ}^{\min} қийматлар билан белгиланади.

ГК далиллари бўйича қатлам чегаралари ва литологиясини аниқлаш мумкин. Қатламнинг устки ва ости аномалиянинг максимал ёки минимал қийматининг ярмисига тенг бўлган қиймати нуқтаси бўйича белгиланади.

ГК бўйича жинсларнинг гиллигини аниқлаш мумкин. Қатламларнинг гиллик коэффициенти баланд бўлса, коллекторлик хусусияти паст бўлади ва аксинча, қанча гиллик коэффициенти паст бўлса, шунча коллекторлик хусусияти баланд бўлади. Гамма-нурланишнинг ва гиллик концентрацияси орасида корреляцион $C_{\text{гил}} = f(\Delta J_{\gamma})$ боғланиш бор.

Гиллик коэффициентини аниқлаш учун олдин нисбий гамма кескинлиги (ΔJ_{γ}) топилади:

$$\Delta J_{\gamma} = (J_{\gamma}^{\max} - J_{\gamma}) / (J_{\gamma}^{\max} - J_{\gamma}^{\min}),$$
 бу ерда J_{γ}^{\max} - кесим бўйича J_{γ} нинг энг максимал қиймати; J_{γ}^{\min} - кесим бўйича, J_{γ} нинг энг минимал қиймати; J_{γ} - ўрганаётган қатламнинг қиймати.

Бундан кейин тузилган $C_{\text{гил}} = f(\Delta J_{\gamma})$ боғланишдан гиллик коэффициенти (С) аниқланади.

Гамма – гамма каротаж (ГГК). ГГК – тоғ жинсларини сунъий γ - нурланиш таъсирида сочилган иккиламчи γ - квантларнинг кескинлигини ўлчашга (ўрганишга) асосланган.

ГГК нурлантирувчи γ - квантларнинг энергияси бўйича иккита усулга бўлинади.

1) Энергияси 0,5 дан 2 Мэв гача бўлган γ - квантлар билан жинсларни нурлантириш натижасида комптон – сочилиш жараёни содир бўлади. Сочилган иккиламчи γ - квантлар кескинлиги, жинслар зичлигига боғлиқ. Агар, жинснинг зичлиги катта бўлса, сочилган γ - квантлар кескинлиги паст бўлади; агар, зичлик кичик бўлса – сочилган γ - квантлар кескинлиги юқори бўлади. Бу усулда тоғ жинсларининг зичлиги аниқланади ва ГГ каротаж зичлиги бўйича деб аталади. Гамма – квант манбаалари сифатида Co^{60} (1,25 Мэв) ва Cs^{137} (0,66 Мэв) изотоплар ишлатилади.

2) Иккинчи усулда жинсларнинг ва рудаларнинг таркиби аниқланади. Энергияси 0,1 дан 0,3 Мэв гача бўлган γ - квантлар билан жинсларни нурлантириш натижасида фотоэлектрик ютилиш жараёни содир бўлади. Гамма – квантларни ютилиши жинслардаги элементлар атом ядроларининг оғирлигига боғлиқ. Агар, жинсларнинг таркибида атом номери юқори бўлган элементлар (темир, қурғошин, барий, волфрам, симоб ва бошқалар) бўлса γ - квантлар кучли ютилади ва натижада иккиламчи сочилган γ - квантлар кескинлиги паст бўлади.

Бу каротаж усули селектив гамма – гамма каротаж деб аталади ва жинсларнинг таркибида оғир элементлар борлиги аниқланади. Бу усулда γ - квант манбаалари сифатида Co^{57} , Se^{75} изотоплар ишлатилади. ГГК эгри чизиқлари ГГК чизиқларига ўхшаган бўлади. Шунинг учун қатламларнинг чегараларини ажратиш усули бир хил бўлади.

Ғоваклиги, зичлиги паст бўлган жинслар ГГК диаграммаларида юқори қийматга эга (мах) бўлган аномалиялар билан кузатилади. Зич жинслар қатламлари минимум (min) паст қийматлар билан кузатилади.

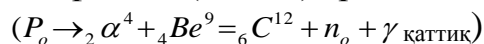
Нейтронли – гамма каротаж (НГК) – тоғ жинсларини нейтрон – нурланиш таъсирида ҳосил бўлган иккиламчи γ - квантлар кескинлигини ўлчашга асосланган. НГК жинсларда водород борлиги, уларнинг ғоваклиги ва қудуқларнинг техник ҳолатини кузатиш учун қўлланилади.

Манбаадан тарқалган тез нейтронлар водород ядроси билан учрашганда энергиясини йўқотади ва кичик масофани босиб (15-30см) илиқ нейтронларга ўтиб атом ядролари билан ютилади. Нейтроннинг ютилиши натижасида иккиламчи γ - квантлар чиқарилади. Агар, таркибида водород бўлган жинсларни тез нейтронлар билан нурлантирилса, манбаа ёнида илиқ нейтронлар кўп бўлади ва иккиламчи γ - квантлар кескинлиги ортади, манбаадан катта масофада эса (>40 см) илиқ нейтронлар кам бўлади ва иккиламчи γ - квантлар кескинлиги паст бўлади.

Агар, жинсларнинг таркибида водород бўлмаса ёки миқдори паст бўлса, унда тез нейтронлар энергияларини йўқотиб илиқ нейтронларга айланиши учун катта масофани ўтишлари керак (> 40 см). Илиқ нейтронларга ўтгандан сўнг, улар атом ядролари билан ютилади ва γ - квантлар чиқарилади. Шунинг учун, нейтронларнинг манбааси ёнида илиқ нейтронлар ва иккиламчи γ -

квантлар кам бўлади; манбаадан катта масофада илиқ нейтронлар ва иккиламчи γ - квантлар ортади. НГК кузатувларини ўлчами кичик бўлган зондлар билан ўтказганда кузатувларни нейтронлар манбаасидан кичик масофада (15-30 см) олиб борилади. НГК эгри чизиғида максимум билан таркибида водород бўлган ғовакли қатламлар, қумлар, қумтошлар оҳактошлар, доломитлар, минимум билан гиллар белгиланади.

Нейтронлар манбааси сифатида ($Po+Be$) аралашмаси ишлатилади.



Нейтрон – нейтронли каротаж (ННК) – тоғ жинслардан сунъий тез нейтронлар ўтиши таъсирида энергиясини йўқотган илиқ нейтронлар оқимининг кескинлигини ўлчашга асосланган. ННК нинг мақсади НГК даги – таркибида водород бўлган юқори ғовакли жинсларни ажратиш. Водород миқдорини бу усулда НГК га нисбатан яхшироқ аниқлайди (чунки НГК ўлчовларга табиий γ - нурланиш таъсир этади).

ННК да илиқ нейтронлар кескинлиги J_{nn} нейтрон манбаасидан 15-30 ёки 40-60 см масофаларда ўлчанади. Бунда ўлчами кичик ёки катта бўлган зондлар ишлатилади. Водороддан ташқари нейтронлар энергиясини олтингурут, хлор, кальций элементлари ҳам яхши пасайтиради.

Илиқ нейтронлар кескинлигини ўлчаш учун газсимон фторли бор билан тўлдирилган разрядли сўтчик ишлатилади. Сўтчикнинг камерасига илиқ нейтронлар ўтганда борнинг ядроси уларни ўзига тортади ва сўтчикдаги газни ионлаштирувчи α - заррачалари чиқарилади. Натижада, ҳосил бўлган кучсиз электр токи кучайтирилиб қайд этилади. Электр токнинг кучланиши нейтронлар кескинлигига пропорционал бўлади. Ўлчами кичик бўлган зонднинг ННК диаграммаларида: максимум билан юқори ғовакли, сувга ёки нефтга тўйинган жинслар, хлоридли сувлар билан тўйинган жинслар, рангли маъданлар белгиланади.

1.5. Акустик каротаж (АК).

АК – эластик тўлқинлар тебраниш манбаи ва қабул этувчи ёки иккита қабул этувчилар (приемник) орасида жойлашган жинслардан тарқалиш вақтини ўлчашга асосланган.

Тебраниш манбаи ва қабул этувчи, қудукда бир-биридан доимий масофада (0,5 – 1 м) жойлашган ҳолда кўчирилади.

Эластик тўлқинлар манбаи қабул этувчининг орасидаги аниқ масофада тарқалган вақтини белгилаб, уларнинг шу ораликдаги тарқалиш тезлиги аниқланади. Акустик каротажда аниқланган тезлик қатлам ёки оралик тезлиги деб аталади. Бу тезлик ораликда аниқлангани учун ҳақиқий тезликка яқин бўлади.

Манбадан тарқалган тўлқин бир қисм йўлини тезлиги паст бўлган гилли эритма ва гилли пўстидан ўтгани учун, кузатувларга ҳатолар киритилади. Қатлам тезлигини аниқлаш ҳатосини камайтириш учун иккита қабул этувчилар орасидаги масофани тўлқин ўтиш вақти Δt (иккита қабул этувчиларга тўлқин келган вақтларнинг айирмаси) ўлчанади. Қабул этувчилар

орасидаги масофанинг кузатилган Δt вақтга нисбати тезликка тенг бўлади.

АК да юқори (10 дан 100КГц гача) ва узунлиги кичик бўлган тўлқинлар ($\lambda = 20 \div 2\text{см}$) ишлатилгани учун геологик кесимни тўлқинлар тарқалиш тезлиги бўйича аниқ ва юпқа қатламларни ажратишга имкон яратади.

АК да Δt мкс/м дан ташқари жинслардан тарқалиб ўтган тебранишлар амплитудаси ҳам ўлчанади. Манбанинг кескинлиги (тебраниш амплитудаси) ва ўлчаш базаси доимий бўлгани учун қабул этувчиларга келган тўлқин тебранишлар амплитудаларини солиштириш натижасида жинсларни тўлқин ютилиши (сўниши) бўйича ажратиш мумкин. Юқори ғовакли нефт ва газли жинсларда сувга тўйинганларга нисбатан дарз кетган жинсларда тўлқин кучли сўнади (ютилади)¹³.

1.6. Термик каротаж.

Термик каротаж – кудукда жинслардан тарқалган табиий ва сунъий ҳарорат майдонларни ўлчашга асосланган. Шу майдонларни ўрганиш учун кудукда узлуксиз ҳарорат ёки ҳароратлар айирмаси ўлчанади.

Ўлчовлар электрик термометрлар билан ўтказилади (уларда ҳарорат ўзгариши билан ток ўтказгичининг қаршилиги ўзгаради).

Сульфидлар, кўмирлар оксидланишида ҳарорат ошиши мумкин. Тузлар эриган пайтда ҳарорат пасаяди (бурғилаш эритманинг). Кудукқа газ келган жойда ҳарорат пасаяди, нефт оқиб келган жойда ҳарорат ошади.

Сунъий ҳарорат майдонини ҳосил қилиш учун, кудук жинслари ҳароратидан ҳарорати фарқ қиладиган бурғилаш эритмаси билан тўлдирилади. Вақт давомида кудук бўйича ҳароратни ўзгариши қайд этилади. Натижада жинсларнинг ҳарорат сиғдирувчанлиги ва ҳарорат ўзгарувчанлиги бўйича ажратиш мумкин. Масалан, гиллар орасида ётган сувга тўйинган кумларни ажратиш мумкин.¹⁴

1.7. Қудуқнинг техник ҳолатини ўрганиш усуллари.

Қудуқларнинг техник ҳолатини ўрганиш учун инклинометрия, кавернометрия ва бошқа тадқиқотлар ўтказилади.

Инклинометрияда – кудуқни қиялик бурчаги ўлчанади. Қудуқни қийшайиш далиллари, кудуқнинг чуқурлигини ва қатламларнинг ҳақиқий ётиш чуқурлигини аниқлаш учун керак. Кузатувлар инкилометр деб аталган асбоб билан ўтказилади.

Кавернометрияда – кудуқнинг ҳақиқий диаметрини чуқурлик бўйича ўзгариши ўлчанади. Кузатувлар кавернометр деб аталган асбоблар билан ўтказилади. Бурғи ёки коронканинг диаметрига тўғри келган кудуқнинг диаметри номинал (d_H) деб аталади. Иш натижасида кузатилган эгри чизик кавернограмма деб аталади.

Гиллар, тузлар, кумлар, дарз кетган оҳактошлар рўпарасида номинал диаметрига нисбатан кудуқнинг диаметри ортади (кенгаяди); коллектор –

¹³ Darwin V. Ellis, Julian M. Singer-Well Logging for Earth Scientists-Springer, 2008. 699pp.

¹⁴М.Nikraves, F.Aminzadeh, L.A.Zadeh Soft computing and intelligent data analysis in oil exploration/Netherlands, 2003, English

қатламлар (ғовакли кумтошлар ва (ғовакли оҳактошлар) рўпарасида қудукнинг диаметри номинал диаметрига нисбатан камаяди.

Бу далиллар бўйича қатламларнинг чегаралари ва литологияси ўрганилади, коллекторлар ажратилади ва қудукни маҳкамлаш ва ишлатилишини режалашда ишлатилади.

Қудуқ деворларини цементлаш сифатини назорат қилиш учун термометрия, ГГК зичлик бўйича НГК, АК усуллари қўлланилади.

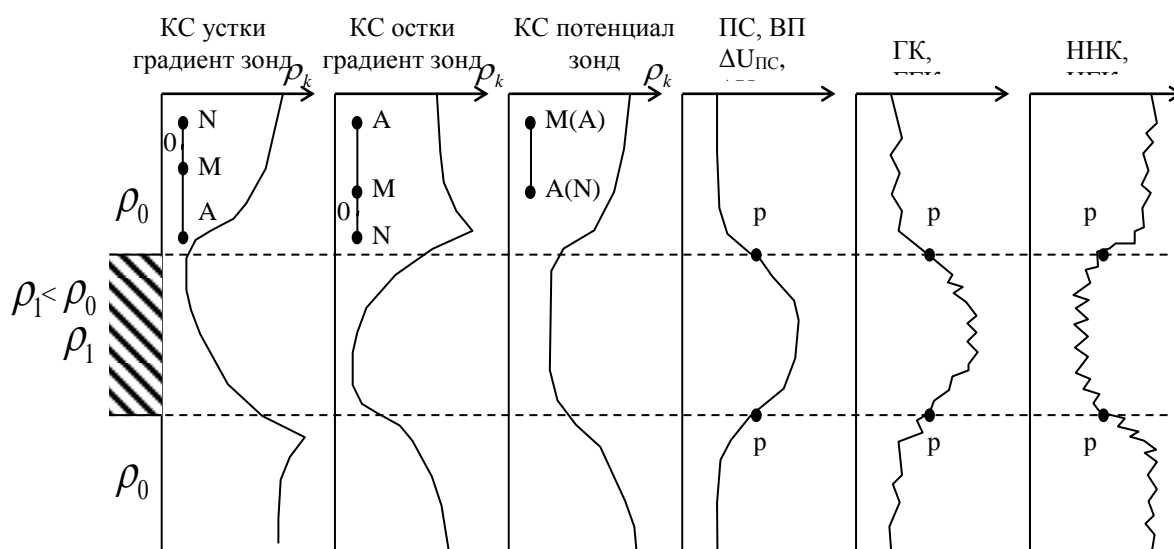
1.8. Қудуқдаги каротаж далилларини геологик изохлаш.

Каротаж натижаларини геологик изохлаш хусусиятлари бир томондан физик майдонларнинг ўлчовларига қудуқдаги шароитлар таъсири, бошқа томондан – бир нечта каротаж тури далилларини назарга олиш зарурлиги билан шартланади.

Қудуқдаги кесимларнинг мажмуаси (комплекси) тадқиқотлари геологик масалаларни анча тўлиқ ва ишончли ечилишига имкон беради. Каротаж турларидаги ҳар бирининг ўлчов радиуси, қудуқдаги ўлчов шароитлари ва асбобни ҳаракатсизланишига боғлиқ бўлган ҳалақитларга сезгирлигини ҳар хиллиги туфайли, маълумотларни талқин қилишда қўшимча қийинчиликлар туғилади.

Геологик кесимлар ва масалаларнинг хусусиятларини ўзига хослиги каротаж усуллариининг мажмуасини ва далилларни изохлаш усуллариини аниқлайди.

Геологик кесимларни табақалашда ҳар хил физик хоссаларга эга бўлган жинслар чегаралари кузатилган параметрларнинг диаграммаларидаги ўзига хос омиллари бўйича белгиланади. 6–расмда турли каротаж диаграммалари



6 - Расм. Турли каротаж далиллари бўйича қатламлар чегараларини аниқлаш (қатлам қалинлиги зонд узунлигидан катта).

бўйича қатлам чегараларини аниқлаш усуллари келтирилган¹⁵.

Қудуқ кесимидаги чўкинди жинсларни табақалаш электр каротажнинг

¹⁵ Darwin V. Ellis, Julian M. Singer-Well Logging for Earth Scientists-Springer, 2008. 699pp.

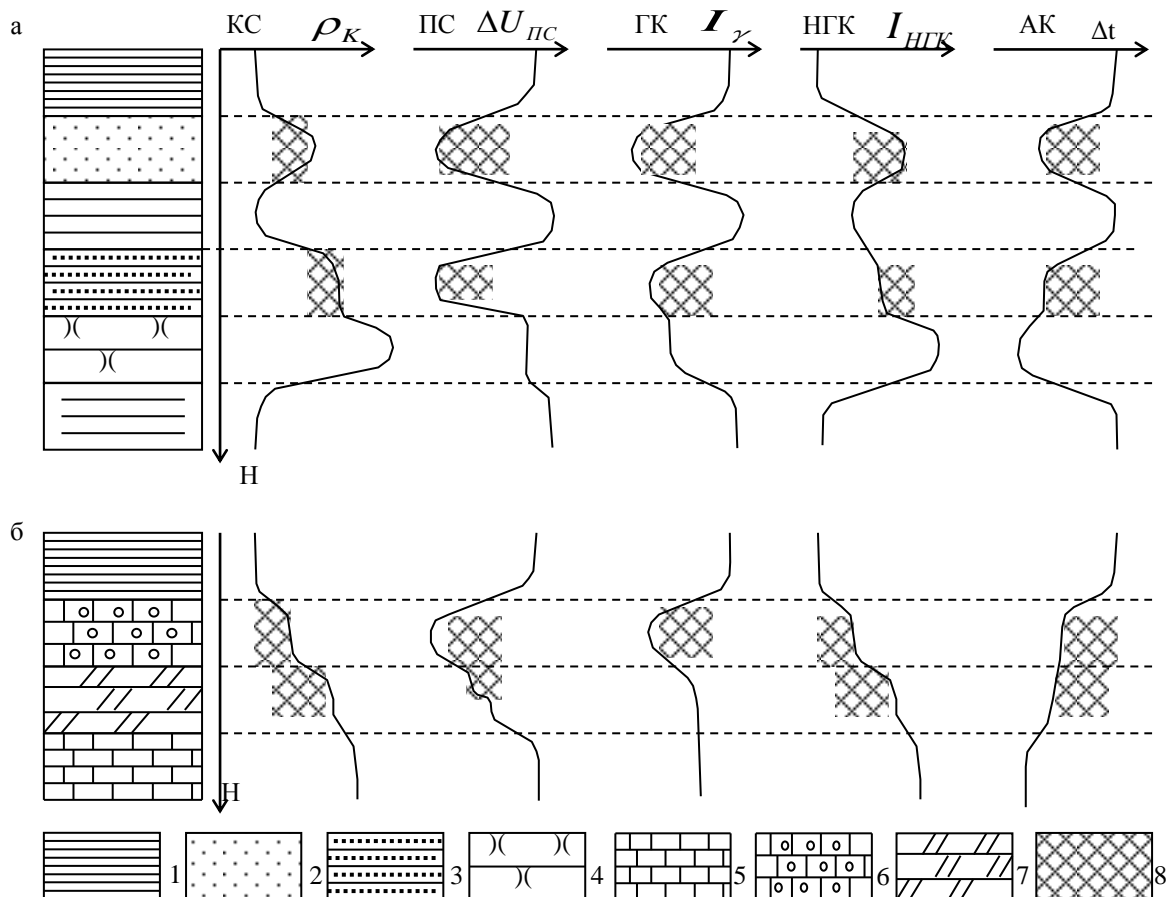
туюлувчи қаршилиги (КС), табиий потенциаллари (ПС) ва ядро-физикавий усулларининг гамма-каротажи (ГК), нейтронли гамма-каротаж (НГК) ва нейтрон - нейтрон каротаж (ННК) усулларининг далиллари бўйича ўтказилади. Каротаж диаграммаларида гиллар туюлувчи қаршилик ρ_k нинг кичик қийматлари (1-10 омм) , мусбат табиий потенциаллари (ПС) ва табиий радиоактивлиги (ГК) юқори қийматлари билан белгиланадилар. Қумлар ва кумтошлар гиллардан анча кичик табиий потенциаллари (ПС) ва табиий радиоактивлиги (ГК) қийматлари ва юқори туюлувчи қаршилик ρ_k қийматлари (20-80 омм) билан фарқланади (Расм 7 а). Сувга тўйинган қумли қатламлар сувнинг минералланиши юқори бўлганда туюлувчи қаршиликнинг ρ_k кичик қийматлари ва глауконитли, монацитли қумлар ва кумтошлар ГК нинг юқори қийматлари билан таърифланади.

Карбонат кесимида кузатилган параметр қийматлари ва аномалиянинг ишораси, карбонат жинсларининг ғоваклиги ва гиллигига боғлиқ. Тоза, ғоваклиги паст бўлган оҳактошлар ва доломитлар гилли оҳактошлар ва мергелларга нисбатан анча юқори туюлувчи қаршилик ρ_k ва НГК нинг қийматлари, манфий табиий потенциаллари (ПС) ва анча кичик табиий радиоактивлиги (ГК) қийматлари билан фарқланади. Зичлик бўйича гамма-гамма каротаж (ГГК-П) ва акустик каротаж (АК) диаграммаларида ушбу тоғ жинсларида зичликни ортиши (ГГК-П нинг кичик қийматлари) ва эластик тўлқинларнинг тарқалиш вақтини камайиши (тезликни ортиши) кузатилади (Расм 7 б).

Қалин қум-гилли жинслар орасида ётган гидрокимёвий чўкиндилар (гипс, ангидрит), зич оҳактошлар каби омиллари билан узунлиги катта бўлган потенциал-зонд ёки градиент – зондлар ўлчовларида анча юқори ρ_k қийматлари билан ажратиладилар. Тузлар кичик ρ_k қийматлари (2-10 омм) ва табиий радиоактивлиги (ГК), кудуқ диаметри номинал диаметрига нисбатан катта қийматлар, манфий табиий потенциаллар (ПС) билан ажратилади. Агар, калий тузлари бўлса, (таркибида радиоактив K^{40} изотопи бўлади) табиий радиоактивлиги (ГК) юқори қийматлари билан кузатилади.

Нефт ва газ конларида кудуқдаги геофизик тадқиқотларнинг диаграммалари (КС(ρ_k), ННК, НГК, АК бўйича коллектор қатламларнинг ғоваклиги, сув, нефт ва газга тўйинганлиги аниқланади.

Юқори ғовакли сувланган қатламлар КС, ННК, НГК ва АК диаграммаларида кичик қийматлари билан ажратиладилар. Газга тўйинган қатламлар КС (ρ_k), ННК, НГК диаграммаларида юқори қийматлари билан белгиланади. Сув – нефт туташ юзасидаги (контактдаги) нефт сувга нисбатан



7 – Расм. Кум – гили (а) ва корбонат (б) геологик кесимларнинг турли картаж далиллари бўйича таърифлари. 1-гиллар 2-кумлар 3-юқори ғовакли кумтошлар 4-зич кумтошлар 5-7 охактошлар: 5-зич, 6-ғовакли (кавернали), 7-ёриқли 8-коллекторлар (геофизик таърифлар бўйича ажратилган).

туюлувчи қаршиликнинг каттароқ қийматлари билан белгиланади. Қулай ҳолларда КС, ННК ва АК далиллари бўйича ғоваклик, сувга, нефтга ва газга тўйинганлик коэффицентлари ҳисобланади.

Назорат саволлари:

1. Қудуқнинг техник ҳолатини билиш учун қайндай усулдан фойдаланилади?
2. Электркаротаж усулларида қўлланиладиган зондлар
3. Микрзондлаш усули ва мақсади
4. Индукцион каротаж усули
5. Ундалқан кутбланиш (ВП) усули
6. Ёнлама каротаж (БК) усули
7. Гамма каротаж усули ва унигнг талқини
8. Нейтрон гамма каротаж усули орқали ҳал қилинадиган вазифалар
9. Гамма-гамма каротаж зичлик бўйича (ГГК-П) усулини қўллаш объектлари
10. Кавернометрия усулининг назарий асослари
11. Акустик каротаж усули ва ҳал қилиш вазифалари

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Toby Darling-Well Logging and Formation Evaluation (Gulf Drilling Guides)-Gulf Professional Publishing, 2005. 335pp.
2. M.Nikraves, F.Aminzadeh, L.A.Zadeh Soft computing and intelligent data analysis in oil exploration//Netherlands, 2003, English
3. Darwin V. Ellis, Julian M. Singer-Well Logging for Earth Scientists-Springer, 2008. 699pp.

IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ

1 – амалий машғулот:

Дала ишларини ташкил қилиш. Кузатувлар натижасида олинадиган маълумотлар қайта ишлаш ва талқин қилиш.

Ишдан мақсад: Дала ишларини ташкил қилишни услубиётини билиш, жумладан: релъеф шаклини инобатга олган ҳолда профиллар йўналишларини танлаш. Дала геофизик кузатувларни оптимал вариантини танлаш. Олинган катта ҳажмдаги дала маълумотларини саралаш, қайта ишлаш ва талқин қилиш.

Сейсморазведка асбобларининг тузилиш асослари ва уларнинг турлари: сейсмик канал тушунчаси ва унинг таркиби, сейсмик канал таркибидаги ускуналарнинг вазифалари ва тузилиш принципи. Дала ишларини ташкил қилиш. Кузатувлар натижасида олинадиган маълумотлар. Далилларни қайта ишлаш. Трасса, сейсмограмма ва вақтли кесим тўғрисида тушунчалар. Интерференцион тизимлари тушунчаси ва уларни қўлланилиши.

Қайтган тўлқинлар усули (МОВ). Текис қия чегарадан қайтган тўлқинлар годографининг тенграмаси. Қайтган тўлқинлар усули кузатувларининг тизимлари.

Эффектив, ўртача тезликларни аниқлаш усуллари ва қайтарувчи чегараларни қуриш усуллари.

Умумий чуқурлик нуқта усули (ОГТ). ОГТ годографининг тенграмаси, кузатувлар услуби ва тизимлари. Кузатувларни талқин қилиш.

Синган тўлқинлар усули (МПВ). Бош (синган) тўлқинни ҳосил бўлиши. Бош тўлқинларнинг годографи тенграмаси. МПВда кузатув тизимлари. Учрашувчи ва қувловчи годографлар.

Синган тўлқинларнинг учрашувчи годографлари асосида чегаравий тезликни аниқлаш усуллари. Синдирувчи чегараларни ётиш чуқурлигини аниқлаш усуллари. Сейсмогеологик кесимни қуриш.

Назорат саволлари:

1. Кучланиш нима?
2. Деформация нима?
3. Бўйланма тўлқинлар ва уларнинг хусусиятлари?
4. Кўндаланг тўлқинлар ва уларнинг хусусиятлари?
5. Геометрик оптика нимага асосланган?
6. Тўлқин fronti нима?

2- амалий машғулот: **Электроразведка усуллари**

Ишдан мақсад: Электроразведка тўғрисида умумий тушунча. Электроразведкада ўрганиладиган табиий, сунъий, ўзгармас ва ўзгарувчан, барқарорлашган ва барқарорлашмаган майдонлар тўғрисида тушунча. Сунъий майдонларни ҳосил қилиш усуллари. Тўғри ва тескари масалаларни ечиш асослари. Нормал ва аномал электромагнит майдонлар.

Тоғ жинслари ва маъданларнинг электромагнит хоссалари (солиштирама электр қаршилиги, кутбланиши, электр кимёвий фаоллиги, магнит ва диаэлектрик сингдирувчанлиги) ва уларни турли омилларга боғлиқлиги.

Ўзгармас электр ток майдони ва унинг хусусиятлари. Бир ва икки нуқтали манбаларнинг электр майдонлари. Электроразведка асбоб-ускуналари ва жиҳозлари. Электр потенциаллар айирмасини ўлчашнинг компенсация усули.

Тоғ жинсларининг электромагнит хоссалари ва уларнинг электроразведкадаги аҳамиятини ўрганиш. Электроразведка асбоб-ускуналари ва жиҳозлари. Ундалган кутбланиш, табиий майдон ва жисмни зарядлаш усуллари. Ҳосил қилинган электр ва электромагнит майдонлар ҳақида тасаввурга эга бўлиш. Ўзгармас майдонга асосланган электроразведка усуллари. Ўзгарувчан электромагнит майдонларга асосланган электроразведка усуллари. Магнитотеллурик майдон усуллари. Тоғ жинсларининг қаршилиқ хоссалари бўйича ажратилиши ва фарқланиши.

Назорат саволлари:

1. Қандай майдонларни ўрганишга ундалган кутбланиш усули асосланган?
2. Гил жинсларда солиштирама электр қаршилиқни ўзгариш диапазони?
3. Минералланганлик ошиши билан сувга тўйинган тоғ жинсларининг солиштирама электр қаршилиги қандай ўзгаради?
4. Тоғ жинсларининг электр қаршилиги энг кичик қийматлари қайсинда?
5. Тоғ жинсларининг электр қаршилиги энг катта қийматлари қайсинда?
6. Қутбланиш коэффициентининг юқори қийматлари қайси тоғ жинсларида кузатилади?
7. Ғовақлик ва дарзлик ошиши билан тоғ жинсларининг электр қаршилиқлари қадай ўзгаради?
8. Гил жинсларда солиштирама электр қаршилиқни ўзгариш диапазони?

3 – амалий машғулот:

Гравиразведка усули.

Ишдан мақсад: Гравитацион (оғирлик кучи) аномалия тушунчаси ва унинг ҳосил бўлиши. Ернинг оғирлик кучи нормал қийматининг формуласи. Оғирлик кучининг кузатилган қийматларига киритиладиган редукциялар (тузатмалар) ва ҳисобланидиган оғирлик кучининг аномалиялари. Тоғ жинсларининг зичлиги бўйича ажралиши. Зичликни ўлчаш усуллари. Тоғ жинслари, минераллар ва маъданлар зичлигининг умумий тавсифи.

Оғирлик кучи майдонини ўлчаш усуллари. Гравиметрлар. Гравитацион вариометрлар ва градиентометрлар. Гравиразведканинг услуги: ер юзидаги, денгиздаги ва ер остидаги хариталашлар. Оддий ва таянч тармоқлар. Дала кузатувларини олиб бориш услуги.

Гравиразведка далилларини талқин қилиш. Гравиразведка маълумотларини сифат ва миқдор жиҳатидан талқин қилиш. Оддий геометрик шаклдаги жисмлар учун гравиразведканинг тўғри ва тескари масалаларини ечиш усуллари. Гравитацион аномалияларни трансформациялаш ва уларни талқин қилишнинг асослари. Гравитацион аномалияни ҳосил қилувчи объектнинг ётиш чуқурлигини аниқлаш. Талқин қилиш натижаларини геологик изоҳлаш. Гравиразведка қўлланиладиган соҳалар.

Назорат саволлари:

1. Оғирлик кучи нима?
2. Оғирлик кучини (эркин тушиш тезланишини) ўлчов бирлиги.
3. Ерни нормал гравитацион майдони бу нима?
4. Регионал фон нима?
5. Гравитацион харитадаги изочизиқлар номи?
6. Магнит майдон индукцияси нимада ўлчанади?
7. Магнит аномалиялар нима?
8. Қолдиқ магнитланганлик нима?
9. Магнит қабул қилувчанлик нима?

4 – амалий машғулот:

Нефть ва газ конларини разведка қилишда ҚГТ усулларини қўлланилиши.

Ишдан мақсад: Қудуқлардаги геофизик тадқиқотлари ёки каротаж мақсади ва вазифалари, аҳамияти. Тадқиқотларни ўтказиш шароитлари ва шартлари. Каротаж усулларини туркумланиши. Қудуқларда геофизик текшириш асбоблари. Каротаж станцияларнинг тузилиш асослари.

Қудуқларда электр тадқиқот (электр каротаж) усуллари. Ишлатиладиган потенциал ва градиент зондлар. Туюлувчи қаршилик каротажи (КС), ёнлама каротажли зондлаш (БКЗ), табиий потенциаллар каротажи (ПС), индукцион каротаж (ИК) ва бошқа.

Ядро-физик каротаж усуллари: гамма каротаж (ГК), гамма-гамма каротаж(ГГК), нейтрон-гамма каротаж (НГК), нейтрон-нейтрон каротаж (ННК) ва бошқалар.

Қудуқларда ўтказиладиган акустик, термик, гравитацион ва магнитли тадқиқот усуллари.

Қудуқларнинг техник ҳолатини назорат қилиш усуллари. Кавернометрия, инклинометрия. Перфорациялаш.

Қудуқларда олиб борилган комплексли геофизик тадқиқотлар натижаларини геологик жиҳатдан талқин қилиш. Қудуқлар кесимини литологик табақалаш.

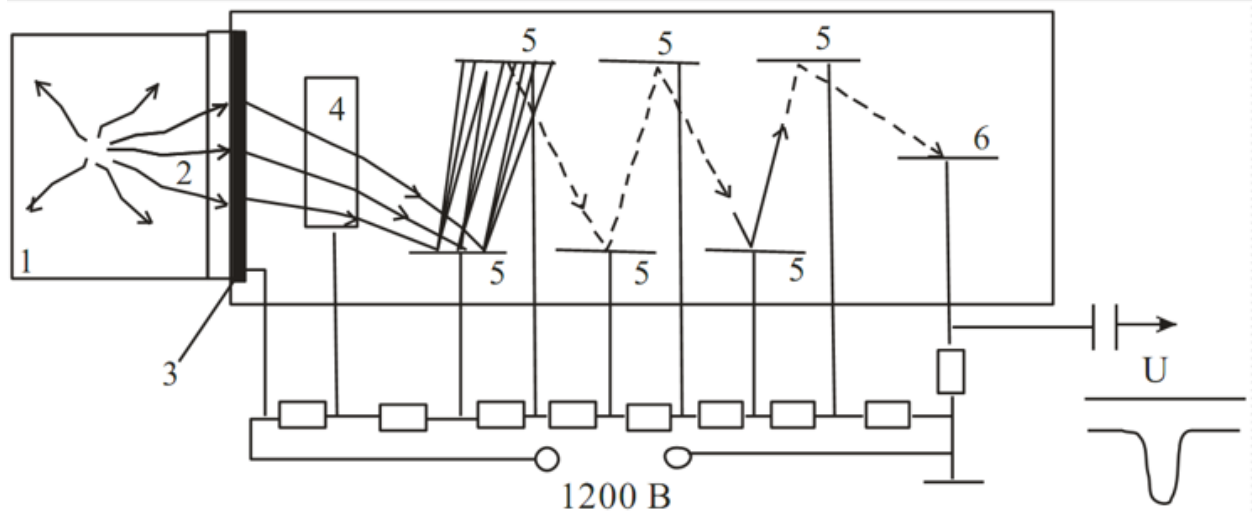
Назорат саволлари:

1. Қудуқнинг техник ҳолатини билиш учун қайндай усулдан фойдаланилади?
2. Электркаротаж усулларида қўлланиладиган зондлар
3. Микрозондлаш усули ва мақсади
4. Индукцион каротаж усули
5. Ундалқан қутбланиш (ВП) усули
6. Ёнлама каротаж (БК) усули
7. Гамма каротаж усули ва унинг талқини
8. Нейтрон гамма каротаж усули орқали ҳал қилинадиган вазифалар
9. Гамма-гамма каротаж зичлик бўйича (ГГК-П) усулини қўллаш объектлари
10. Кавернометрия усулининг назарий асослари
11. Акустик каротаж усули ва ҳал қилиш вазифалари

V. КЕЙСЛАР БАНКИ

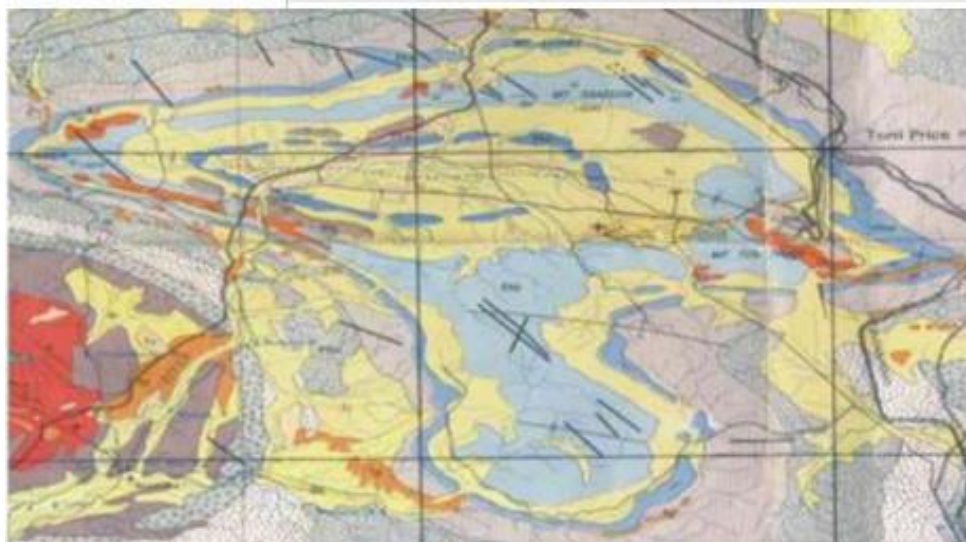
1-КЕЙС

Ушбу схемада кўрсатилган сонларни таърифни беринг



2-КЕЙС

Ушбу харитада радиактив аномал зоналарни кўрсатинг



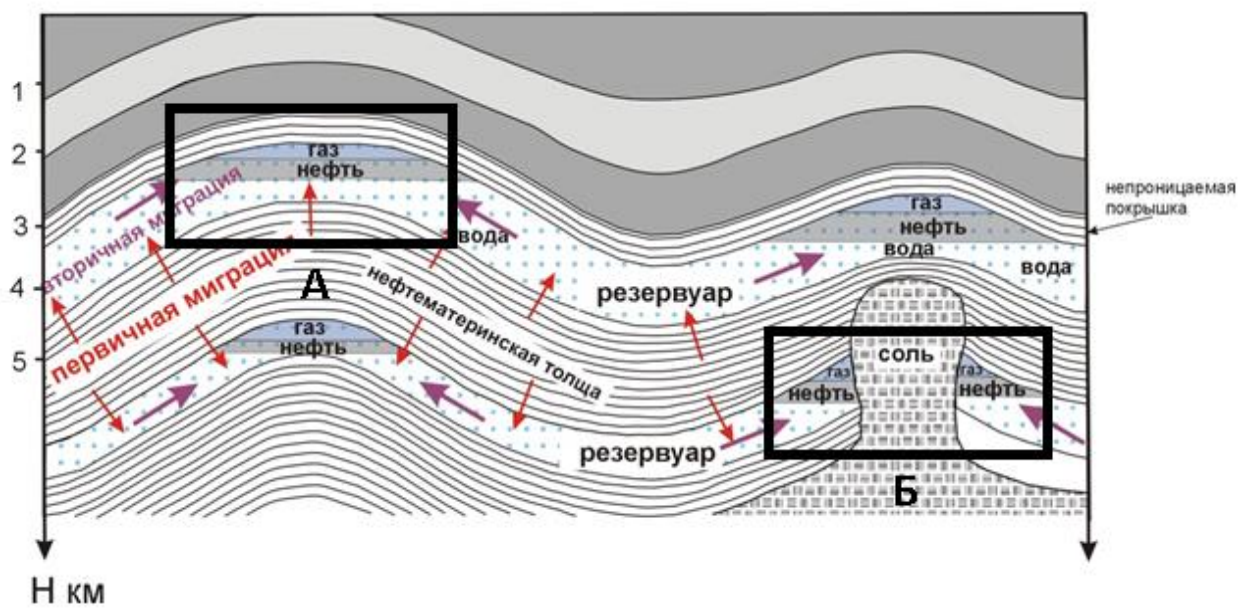
а.

Условные обозначения

Afh 1	Afo 2	Afp 3	Pfbv 4	q 5	Pho 6	Phb 7
Th-Tr 8	Tc 9	Qc 10	Phv 11	To 12	d 13	

3-КЕЙС

Ажратилган зоналарда уюм турини аниқланг



VI. МУСТАҚИЛ ТАЪЛИМ МАВЗУЛАРИ

Мустақил ишни ташкил этишнинг шакли ва мазмуни.

Тингловчи мустақил ишни муайян модулни хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда қуйидаги шакллардан фойдаланиб тайёрлаши тавсия этилади:

- меъёрий ҳужжатлардан, ўқув ва илмий адабиётлардан фойдаланиш асосида модул мавзуларини ўрганиш;

- тарқатма материаллар бўйича маърузалар қисмини ўзлаштириш;

- автоматлаштирилган ўргатувчи ва назорат қилувчи дастурлар билан ишлаш;

- махсус адабиётлар бўйича модул бўлимлари ёки мавзулари устида ишлаш;

- тингловчининг касбий фаолияти билан боғлиқ бўлган модул бўлимлари ва мавзуларни чуқур ўрганиш.

Мустақил таълим мавзулари:

1. Сейсморазведка тўғрисида умумий тушунча ва унинг моҳияти.
2. Сейсморазведканинг физик ва геологик асослари.
3. Эластиклик назарияси, геометрик сейсмика асослари.
4. Сейсмик тўлқинларнинг турлари.
5. Эластик тўлқинларнинг қайтиши, синиши, дифракцияси, рефракцияси.
6. Сейсмик муҳитлар, тўлқинларнинг чегаралари ва тезлиги.
7. Сейсморазведка усулларининг таснифи.
8. Электроразведка тўғрисида умумий тушунча.
9. Электро-разведкада ўрганиладиган табиий, сунъий, ўзгармас ва ўзгарувчан, барқарорлашган ва барқарорлашмаган майдонлар тўғрисида тушунча.
10. Сунъий майдонларни ҳосил қилиш усуллари.
11. Нормал ва аномал электромагнит майдонлар.
12. Гравиразведка тўғрисида тушунча ва унинг моҳияти.
13. Оғирлик кучининг ташкил этувчилари.
14. Оғирлик кучининг потенциали, унинг ҳосилалари, юза сатҳлари ва геоид тўғрисида тушунча.
15. Ернинг оғирлик кучи нормал қийматининг формуласи.
16. Оғирлик кучининг кузатилган қийматларига киритиладиган редукциялар (тузатмалар).
17. Оғирлик кучининг аномалияси.
18. Зичликни ўлчаш усуллари.

VII. ГЛОССАРИЙ

Термин	Ўзбек тилидаги шарҳи	Инглиз тилидаги шарҳи
Электроразведка (электромагнит кидирув усули).	Бу геофизиканинг асосий усуларидан бири ҳисобланади. У Ер бағрида ўзгармас ва ўзгарувчан электр ток манбалар таъсирида ҳосил бўлган табиий ва сунъий электромагнит майдонларини ўрганишга асосланган.	This is one of the main ways to geophysics. It studying the heart of the Earth, which creates the effect of a constant and variable power sources, based on the study of natural and artificial electromagnetic fields.
Юнг модули (E).	(Бўйлама чўзилиш модули) - жисмнинг чўзилиши ёки бўйлама сиқилишига қаршилигини кўрсатувчи модуль.	(Longitudinal extending module) resistance or reactions to the longitudinal length of the object module.
Пуассон коэффициенти (σ).	Ўзак (стержень) чўзилиши ёки сиқилиши натижасида ҳосил бўладиган кўндаланг деформациянинг бўйлама деформацияга нисбати кўрсаткичи.	Root (refill) formed as a result of the compression or stretching of the transverse deformation of the longitudinal indicator of the rate of deformation.
Ҳар тарафлама (ҳажмий) сиқилиш модули (K).	Ҳажмий деформация (дилатация) билан ҳар тарафлама бир хилда берилган босим орасидаги боғлиқликни ифодалайди.	The folded volume (dilatation) fully represents the link between the same pressure.
Силжиш модули (μ).	Силжиш таъсирида жисмнинг шакли ўзгаришини ифодалайди. Бунда уринма кучи таъсирида жисмнинг шакли ва тўғри бурчаклари ўзгаради, ҳажми эса ўзгармайди	Move represents a change in shape of the object under the influence. At the same time, try to influence the shape and change the angle of the object, while the volume of change
λ модули	сиқилиш – кенгайиш деформациялари ва нормал кучланишларни ифодаловчи тенгламаларда дилатация коэффициенти. Суюқ ва газсимон муҳитларда, яъни силжиш модули ($\mu = 0$) бўлганда, λ модули қиймати ҳар тарафлама сиқилиш модули (K) га тенг бўлади.	the expansion and deformation of the normal stress voltage coefficient of an equation that represents the dilatation. Liquids and gases, that is, to move the module ($m = 0$), the value of l module fully compression module (K), respectively.
Каротаж.	Фрнацуз тилидан зонд.	French - probe. Burger wells

	Бурғи кудукларда геофизик тадқиқот ишларни олиб борилиши.	geophysical survey conducted in
Туюлувчи элект каршилиқ	Бурғи кудукларда электр каротаж зонд ёрдамида кайд килинган физик хоссаси.	Burger electric logging tube wells using the physical property of Escherichia coli.
Иссиқлик ўтказувчанлик	Катта ҳароратдаги тоғ жинсларидан ва минераллардан тарқаладиган иссиқлик ҳарорати атроф муҳитдаги тоғ жинсларига тарқалиб, тенглашиши. Иссиқлик ўтказишнинг оддий турида (нур тарқалиш йўли билан ҳам амалга ошади) иссиқлик энергиясининг молекулаларибирор жисм таъсирисиз ҳаракатда бўлади.	At a temperature of rocks and minerals are widespread in the environment of the temperature of the heat equations of scattered rocks. Keep it simple heat transfer (through the distribution of light will take place) without influence molekular body heat in motion.
Магнитланиш	Моддаларнинг тоғ жинсларининг магнит майдонини ҳосил қилиш хусусияти.	Substances in the magnetic field of the rocks on the property.
Сейсмик тўлқинлар	Зилзила еки портлаш вақтида ҳосил бўлган тўлқинлар. Сейсмик тўлқинлар ер қатламларида ҳаводаги товуш тўлқинлари сингари тарқалади ва ҳар хил жинсларда турлича тезликда ҳаракатланади	Seismic waves generated during the explosion territory. Seismic waves like sound waves in the air layer spreads and speed up all kinds of different rocks
Таранг тўлқинлар	Қаттиқ, суюқ ва газсимон муҳитларда тарқаладиган тебраниш.	Solid, liquid and gaseous environment vibration.
Текстура	Тоғ жинсларининг ташқи кўриниши, минералларнинг бир-бири билан ўзаро муносабати ва ўзаро жойлашишини ифодалайди. Тоғ жинсларининг ташқи кўриниши уларнинг кристалланиш жараёнлари муҳим хоссаларини, магма совиши ва унга ташқи муҳит таъсирини кўрсатади	The appearance of the rocks and minerals in a relationship with one of the location icons. The appearance of the rocks and their crystallization properties, cools the magma and its environmental impact
Ферромагнетизм	Магнит майдонида магнитланиш хоссасига эга ва бу хусусиятни магнитловчи майдон йўқолганидан кейин ҳам	The magnetism of the magnetic field properties and this feature magnetic materials after the disappearance of the space-

	сақлаб қолувчи материалларни хусусияти.	saving feature.
Эластик тўлқинларнинг тарқалиш тезлиги	Эластик муҳит манбаидан тарқаладиган тўлқинлар. Тоғ жинсларида (қаттиқ, эгилувчан) бўйлама (Vp) тўлқинлар ҳаракат қилади. Қўндаланг тўлқинлар (Vs) тоғ жинсларида силжиш мавжудлигидан далолат беради.	Spread an important source of elastic waves. Rocks (elastic) longitudinal (VR) nationwide. Qo'ndalang waves (Vs) rocks are evidence of progress.
Эпигенез	(келиб чиқиш, юзага келиш, пайдо бўлиш, деган маънони англатади) - иккиламчи жараён; ер юзасида мавжуд тоғ жинсларидаги ҳар қандай янги ўзгаришларни ўз ичига олади	- the secondary process; surface rocks contain any new changes
Қалинлик	Геологик жисмлар ва етқизиклар йиғиндисининг қалинлиги. Қалинлик ҳақиқий, тик, ётиқ кўринишида бўлади. Қатламнинг устки ва пастки қисмини бирлаштирувчи энг қисқа масофа ҳақиқий қалинлик, тик масофа - тик қалинлик, ётиқ масофа - ётиқ қалинлик деб аталади. Қудуқлар ёки тоғ жинслари кесимда қатлам устки ва остки қисмини бирлаштирувчи масофа кўринишдаги қалинлик деб аталади	Geological bodies and the sum of the thickness of the sediments. True thickness, vertical, horizontal tab, bo'ladi. Layer the shortest distance connecting the upper and lower part of the original thickness, the thickness of the standing vertical distance horizontal distance - horizontal thickness. wells or rock layer from connecting the upper and lower part of the form, thickness
Ғовақлар	Тоғ жинсларининг орасида нотўғри ёки юмалоқ шаклда бўлган ғовақлар ва ҳар хил бўшлиқлар	Among the rocks all kinds of wrong or round shape and pore spaces
Ғовақлилиқ	мавжуд бўлган бўшлиқларнинг тоғ жинсининг умумий ҳажмига бўлган нисбати. Тоғ жинсдаги барча ғовақлилиқ сингенетик ва эпигенетикдир. Сингенетик ғовақлилиқ тоғ жинсининг ҳосил бўлиш пайтида вужудга келади (доналар орасидаги ғовақ,	the ratio of the total amount of available space rocks. Rock porosity are singenetik epigenetik. Singenetik occur during the formation of the porosity of the rock (the space between the grains of porous lava, etc.). Epigenetic porosity of rocks, geological processes (melting, tectonic mean, etc.) influence

	<p>лавалардаги бўшлиқ ва бошқалар). Эпигенетик ғоваклилик, тоғ жинсда, кейинги геологик жараёнлар (эрितिш, тектоник сурилишлар ва бошқалар) таъсирида вужудга келади</p>	
--	--	--

АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

Махсус адабиётлар:

1. William Lowrie. Fundamentals of physics. Second edition. Cambridge University Press 2007. 381pp.
2. M.Nikraves, F.Aminzadeh, L.A.Zadeh Soft computing and intelligent data analysis in oil exploration//Netherlands, 2003, English
3. Материалы международной научно-технической конференции "Интеграция науки и практики как механизм эффективного развития геологической отрасли Республики Узбекистан", Т., 2014.
4. Материалы Республиканской научно-технической конференции "Проблемы, развитие и инновационные направления геологических наук в Узбекистане", Т., 2013.
5. Материалы Республиканской научно-технической конференции "Геодинамика фанерозоя Тянь-Шаня: принципы районирования, эволюция и минерагения", Т., 2009.

Интернет ресурслар:

1. "Всё о геологии" является неофициальным сайтом геологического факультета МГУ. Сайт содержит разнообразные учебные, научные и справочные материалы по геологии и смежным областям (горному делу, добыче полезных ископаемых, океанологии, вулканологии, палеонтологии и т.д.) - <http://info.geol.msu.ru>

2. Геология: аннотации книги, анонсы предстоящих конференций. Биографии учёных. Тексты дипломных работ, диссертаций, книг, курсов лекций. Таблицы, фотографии -<http://www.geo.web.ru>

3. Федеральная система географических данных США (info.er.usgs.gov) – это справочник геологической службы США, в котором приводятся сведения по текущим геологическим событиям: землетрясениям, извержением вулканов и др.