Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі
«Talap» коммерциялық емес акционерлік қоғамы

**ШЕВЧЕНКО О. А. , РАХЫМБЕРДИНА М.Е.,
МОЛДАХАНОВА А.Б.**

Оқу құралы

**Мамандығы «Геодезия және картография»
Біліктілігі «Техник-геодезист»**

Техникалық және кәсіптік, орта білімнен кейінгі білім беру жүйесіне 0713000 «Геодезия және картография» мамандығына өзектендірілген үлгілік оқу бағдарламаларымен үлгілік оқу жоспарлары бойынша әзірленген

Нұр-Сұлтан, 2020

ӘОЖ 528 (075.32)
КБЖ 26.1я722
Ш39

Рецензенттер:

Шығыс Қазақстан облысы білім басқармасының «Геодезия және картография жоғары колледжі» КМҚК «Геология, тау-кен өндірісі, пайдалы қазбаларды өндіру, өрт қауіпсіздігі және төтенше жағдайды қорғау» бейіні бойынша оқу-әдістемелік бірлестік,
«Қазақстан Республикасының геологиялық өндірістік ұйымдарының ассоциациясы» ЗТБ

«Оқулық» Республикалық ғылыми-практикалық орталығымен ұсынылған

Ш39 «Геодезия және картография» мамандығы, «Техник-геодезист» біліктілігі: Оқу құралы / О.А. Шевченко, М.Е. Рахымбердина, А.Б. Молдаханова / Нұр-Сұлтан: «Talap» коммерциялық емес акционерлік қоғамы, 2020.-336 б.

ISBN 978-601-350-245-8

Оқу құралы техникалық және кәсіптік білім беру жүйесінің оқу орындарының студенттеріне арналған. Оқу құралы 0713000 - Геодезия және картография мамандығы бойынша үлгілік оқу жоспарына және техникалық және кәсіптік білім беру бағдарламасына сәйкес әзірленген.

Оқу құралы «Геодезия және картография» мамандығы бойынша колледж студенттерін дайындауға арналған теориялық және әдістемелік негіздерді сипаттайды. Оқу құралында Жер бетінде жүргізілген геодезиялық өлшеулер, оларды математикалық өңдеу, карталар мен пландарды құру әдістері және оларды геодезиялық мәселелерді шешуде қолдану туралы жалпы теориялық мәліметтер қаралған.

Материалды тереңірек зерттеу үшін геодезиялық өлшеулерді өңдеу мысалдары келтірілген.

Оқу құралы техникалық және кәсіптік білім беру ұйымдарының студенттеріне, сондай-ақ теориялық және практикалық сабақтарды ұйымдастыру үшін оқытушыларға арналған оқу жоспарында қарастырылған ақпаратты толықтыруға, кеңейтуге және тереңдетуге бағытталған.

ӘОЖ 528 (075.32)
КБЖ 26.1я722

ISBN 978-601-350-245-8

© «Talap» КеАҚ, 2020
«BBP Company» ЖШС аударған

МАЗМҰНЫ

АЛҒЫСӨЗ……..... 9

1-БӨЛІМ. ПЛАНДЫҚ ЖӘНЕ БИІКТІК НЕГІЗДЕМЕНІ ҚҰРУ ЖӘНЕ ТОПОГРАФИЯЛЫҚ ТҮСІРУЛЕРДІ ОРЫНДАУ……..... 10

1.1 Картада нүктелердің орнын анықтау.....……..... 11

1.1.1 Жердің пішіні мен өлшемдері туралы түсінік..... 11

1.1.2 Проекция әдісі..... 13

1.1.3 Геодезияда қолданылатын координаттар мен биіктіктер жүйесі... 14

1.1.4 План және карта. Гаусс-Крюгер проекциясы туралы түсінік..... 18

1.1.5 Сызықтарды бағдарлау..... 22

1.1.6 Топографиялық карталар мен пландар..... 26

1.1.7 Масштабтар……..... 28

1.1.8 Топографиялық карталар мен пландары парақтарын бөліп сызу және номенклатурасы..... 31

1.1.9 Картографиялық шартты белгілер. Шартты белгілерді жіктеу. Жергілікті жер элементтерінің шартты белгілері..... 35

1.1.10 Жергілікті жер бедерінің негізгі формалары. Топографиялық карталар мен пландардағы жергілікті жер бедерінің бейнеленуі..... 36

1.2 Жергілікті жерде арақашықтықтар, көлденең және тік бұрыштарды өлшеу. Бұрыштық және сызықтық өлшеу нәтижелерін өңдеу.....41

1.2.1 Теодолиттер. Теодолиттердің жіктелуі. Теодолиттерді тексеру және түзету……..... 41

1.2.2 Көлденең және тік бұрыштарды өлшеу әдістері мен тәсілдері..... 47

1.2.3 Бұрыштық өлшеу нәтижелерін өңдеу..... 51

1.2.4 Жергілікті жерде арақашықтықты өлшеу әдістері мен тәсілдері..... 52

1.2.5 Сызықтық бақылау нәтижелерін өңдеу..... 54

1.2.6 Геодезиялық түсіріс тораптары. Теодолиттік жүрістер..... 54

1.2.7 Алдырмас арақашықтықты анықтау..... 56

1.2.8 Теодолиттік жүрістерде өлшенген бұрыштар мен кординат өсімшелерін теңестіру. Тура және кері геодезиялық есептер …. 57

1.2.9 Километрлік торды салу, планға теодолиттік жүріс нүктелерін салу..... 59

1.3 Нивелирлеу..... 60

1.3.1 Нивелирлеудің міндеті, түрлері және әдістері..... 60

1.3.2 Мемлекеттік нивелирлік тораптар. Нивелирлеу белгілері..... 63

1.3.3 Нивелирлердің құрылысы мен жіктелуі. Нивелирлерді тексерулері мен түзетулері..... 65

1.3.4 Жоғары дәлдіктегі нивелирлеу..... 69

1.4 Топографиялық түсірістер ……... 72

1.4.1 Топографиялық түсірістер туралы жалпы ақпарат. Топографиялық түсірілімдердің түрлері мен мәні ……..... 72
1.4.2 Топографиялық түсірілімдерді әртүрлі әдістермен орындау..... 73
1.4.3 Тахеометрлік түсіріс..... 74
1.4.4 Түсірілімді құру тәртібі.....……..... 78
1.4.5 Тахеометрлік түсірісті өңдеу. План құру.....80
1.5 Сызу құралдары мен компьютерлік графиканы пайдаланып топографиялық пландар, карталар мен сызбалар құру..... 82
1.5.1 Сызу құралдарын қолданып дәстүрлі әдіспен карталар, пландарды құру..... 82
1.5.2 Компьютерлік графика құралдары…… 85
1.6 Азимутты астрономиялық және гироскопиялық әдістермен анықтау.....88
1.6.1 Астрономиялық азимут және оны қолдану…….. 88
1.6.2 Аспан сферасы және оның негізгі элементтері. Аспан шырактарының координаттар жүйесі..... 89
1.6.3 Уақытты сақтау жүйелері және оны өлшеу..... 90
1.6.4 Сфералық тригонометриядан алынған мәліметтер. Параллактикалық үшбұрыштар..... 92
1.6.5 Азимуттарды астрономиялық әдістермен анықтау тәсілдері.....93
1.6.6 Азимутты анықтаудың гироскопиялық тәсілі.....97
1.7 Пландық геодезиялық торларды құру әдістері.....……..... 97
1.7.1 Триангуляция.....97
1.7.2 Трилатерация..... 101
1.7.3 Полигонометрия..... 102
1.8 Тәжірибелік тапсырмалар..... 104
2-БӨЛІМ. АЭРОФОТОТОПОГРАФИЯЛЫҚ ӘДІСТЕРМЕН ТҮСІРУДІ ОРЫНДАУ ҮШІН ПЛАНДЫҚ-БИІКТІК НЕГІЗДЕМЕСІН ҚҰРУ..... 107
2.1 Белгілердің пландық жағдайын анықтау..... 108
2.1.1 Пландық белгілерді тағайындау және жобалау..... 108
2.1.2 Белгілердің координаттарын анықтау әдістері мен дәлдігі..... 110
2.2 Белгілердің биіктік жағдайын анықтау..... 119
2.2.1 Белгілердің биіктігін анықтау әдістері мен дәлдігі..... 119
2.2.2 Белгілердің биіктігін анықтау әдістері мен дәлдігі..... 121
2.3 Бажайлау..... 122
2.3.1 Бажайлау туралы жалпы мәлімет. Бажайлау түрлері мен әдістері. Белгілерді айқындау..... 122
2.3.2 Стереотопографиялық түсіру..... 124
2.4 Ұқсас аспаптарда стереотопографиялық түсіру..... 125
2.5 Жергілікті жердің сандық моделін құру..... 127

2.5.1 AutoCAD бағдарламасында жергілікті жердің сандық моделін құру..... 127
2.6 Практикалық тапсырмалар..... 129
3-БӨЛІМ. ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ЖҮРІСТЕР МЕН ЖЕЛІЛЕРДІ ТЕҢЕСТІРУ..... 131
3.1 Геодезиялық өлшемдерді өңдеу ……..... 132
3.1.1 Өлшеу әдістері мен түрлері. Қателіктердің жіктелуі. Қателіктер теориясының міндеттері..... 132
3.1.2 Тең және тең емес өлшеулер..... 134
3.1.3 Тең өлшеулер қатарын өңдеу..... 135
3.1.4 Тең емес өлшеулер қатарын өңдеу..... 137
3.2 Нивелирлік және теодолиттік жүрістерді теңестіру..... 139
3.2.1 Бір нивелирлік жүрісті теңестіру ……..... 140
3.2.2 Жалғыз теодолиттік жүрісті теңестіру..... 141
3.2.3 IV класты нивелирлік торапты бір түйіндік нүктемен теңестіру..... 146
3.2.4 Теодолиттік жүрістер жүйесін бір түйіндік нүктемен Теңестіру..... 151
3.3 Геодезиялық желілерді теңестіру..... 153
3.4 Практикалық тапсырмалар..... 155
4-БӨЛІМ. ҚҰРЫЛЫМДАРДЫ БАРЛАУ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛУДАҒЫ ГЕОДЕТИКАЛЫҚ ИНЖЕНЕРЛІК ЖҰМЫС..... 157
4.1 Бөлу жұмыстары мен түсіруді жүргізуге арналған геодезиялық негіздеме..... 158
4.2 Бұрыштың жобалық мәнін жергілікті жерге шығару..... 161
4.2.1 Геодезиялық бөлу жұмыстарының дәлдігі..... 163
4.2.2 Бұрыштың жобалық мәнін жергілікті жерге шығару..... 163
4.2.3 Жобалау белгілері бар нүктелерді шығару..... 165
4.2.4 Бөлу сызбасы..... 167
4.3 Өнеркәсіптік құрылыстарды салу кезіндегі геодезиялық жұмыстар..... 167
4.3.1 Кранасты жолдарын бөлу және тексеру..... 171
4.3.2 Мұнара түріндегі құрылыстарды салу кезіндегі геодезиялық жұмыстар..... 174
4.4 Азаматтық құрылыстарды салу кезіндегі геодезиялық жұмыстар 177
4.4.1 Қалаларды жоспарлау және салу кезіндегі геодезиялық жұмыстар, қала аумағын жоспарлау және жобалау..... 178
4.4.2 Бедердің тік орналасуының планын құру..... 183
4.4.3 Көлбеу құрылыс алаңын жобалау үшін тік орналасу..... 184
4.5 Құрылыс сызбалары туралы жалпы мәліметтер..... 190
4.5.1 Құрылыс сызбаларын оқу..... 192
4.5.2 Құрылыс несандарының жоспарларын оқу..... 193
4.6 Практикалық тапсырмалар..... 199

5-БӨЛІМ. ТОПОГРАФИЯЛЫҚ-ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ИНЖЕНЕРЛІК-ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ЖҰМЫСТАРДЫ ӨҢДЕУГЕ АРНАЛҒАН ГЕОАҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР 202
5.1 Геоақпараттық жүйе (ГАЖ)..... 203
5.2 Геодезиялық бағдарламалар: түрлері мен мақсаты.....205
5.3 Corel Draw графикалық бағдарламасы..... 213
5.4 Практикалық тапсырмалар.....217
6-БӨЛІМ. ТОПОГРАФИЯЛЫҚ-ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ӨНДІРІСТІ ҰЙЫМДАСТЫРУ-ТЕХНИКАЛЫҚ, ҚҰҚЫҚТЫҚ, МЕТРОЛОГИЯЛЫҚ, КАДАСТРЛЫҚ ТАЛАПТАРМЕН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ.....220
6.1 Топографиялық-геодезиялық өндірістегі құқықтық қамтамасыз ету..... 221
6.1.1 Еңбек қатынастары..... 221
6.1.2 Геодезия және картография саласындағы нормативтік құқықтық және нормативтік-техникалық реттеу.....222
6.2 Топографиялық-геодезиялық өндірісті ұйымдастыру-техникалық, құқықтық, метрологиялық, кадастрлық талаптармен қамтамасыз ету.....223
6.2.1 Геодезиялық және картографиялық өндірісті ұйымдастыру……..223
6.2.2 Кадастрлық жұмыстар…..... 227
6.2.3 Техникалық жобалар мен сметаларды құру..... 228
6.2.4 Инженерлік ізденістер кезінде жобаны жасау……..... 232
6.3 Өлшем бірлігін қамтамасыз етудің мемлекеттік жүйесінің негізгі талаптары..... 234
6.3.1 Өлшем бірлігін қамтамасыз ету жүйелері..... 234
6.3.2 Геодезиялық және картографиялық қызметті метрологиялық қамтамасыз ету……..... 235
6.3.3 Топографиялық-геодезиялық өндірістегі бақылау-өлшеу құралдары..... 240
6.4 Тәжірибелік тапсырмалар.....242
7-БӨЛІМ. ИНЖЕНЕРЛІК ҚҰРЫЛЫМДАРДЫ САЛУ ЖӘНЕ ПАЙДАЛАНУ КЕЗІНДЕГІ ИНЖЕНЕРЛІК ЖҰМЫСТАР..... 244
7.1 Инженерлік-геологиялық ізденістерді орындау кезіндегі геодезиялық жұмыстар.....……..... 245
7.1.1 Тау-кен өндірісі..... 245
7.1.2 Қолайсыз процестер мен құбылыстардың инженерлік құрылымдарға әсері..... 249
7.1.3 Инженерлік-геологиялық ізденістер..... 250
7.2 Алаңдық объектілерді инженерлік-геологиялық іздестіру.....252
7.2.1 Инженерлік-геологиялық түсіріс.....252

7.2.2 Шаршылар бойынша нивелирлеу әдісімен түсіру планын құру....254
7.3 Инженерлік-гидрологиялық ізденістер кезіндегі геодезиялық жұмыстар....261
7.3.1 Гидрологиялық және гидрографиялық жұмыстардың сипаттамасы....261
7.3.2 Өзеннің бойлық профилін құру.... 263
7.3.3 Су шығынын графоаналитикалық тәсілмен есептеу…….... 265
7.4 Өзендердегі құрылымдарды жобалау және салу кезіндегі инженерлік-геодезиялық ізденістер.... 267
7.4.1 Гидроэлектр станциясын жобалау үшін топографиялық-геодезиялық жұмыстар.... 267
7.4.2 Су қоймаларын топографиялық-геодезиялық ізденістері....269
7.4.3 Көпір өткелдерін топографиялық-геодезиялық ізденістері....272
7.5 Құрылымдар түрінің өзгеруін есептеу....272
7.5.1 Құрылымдардың өзгеруі. Түрінің өзгеруін бақылау түрлері мен әдістері....272
7.5.2 Көлденең ығысуларды анықтау....274
7.5.3 Ғимараттар мен құрылыстардың отыруын геометриялық нивелирлеумен бақылау.... 279
7.5.4 Крендерді және саңылауларды бақылау.... 280
7.6 Салынған объектілердің атқарушы түсірісі…..... 286
7.6.1 Атқарушы түсіріс: жұмыс түрлері, мақсаты, дайындығы, кезеңдері....286
7.6.2 Атқарушы бас пландарды құру…….....288
7.7 Камералдық инженерлік-геодезиялық жұмыстарды есептеу.....290
7.7.1 Инженерлік құрылыстарды бөлуді есептеу……..290
7.7.2 Сызықтық құрылыстарды іздестіру кезіндегі геодезиялық жұмыстардың есептері....295
7.8 Серіктік навигациялық жүйелерді пайдалану негіздері....298
7.8.1 Жаһанды Навигациялық Серіктік Жүйе.... 298
7.8.2 GPS жаһанды навигациялық серіктік жүйесінің жұмыс принципі....300
7.9 Тоннельдер мен жер асты құрылыстарын салу....302
7.9.1 Тоннельдер мен жер асты құрылыстарын салу туралы жалпы мәліметтер....302
7.9.2 Тоннельдерді салу кезіндегі геодезиялық жұмыстардың құрамы....306
7.10 Жерасты коммуникацияларын салу.... 308
7.10.1 Жерасты коммуникацияларын салу туралы жалпы мәліметтер….308
7.10.2 Жер асты коммуникацияларын салу кезіндегі геодезиялық жұмыстардың құрамы....309
7.11 Гидротехникалық құрылыстарды жобалау және салу....316

7.11.1 Гидротехникалық құрылыстарды салу кезіндегі геодезиялық жұмыстардың құрамы.....316
7.12 Практикалық тапсырмалар.....318
Глоссарий…… 322
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі……..... 330

АЛҒЫСӨЗ

Геодезия ежелгі ғылымдардың бірі болып саналады. Алайда, егер әр оқушы астрономиялық ашылулар туралы білсе, онда геодезия сияқты ғылыми бөлім туралы көп адамдар білмейді. Сонымен бірге геодезиялық білімді қолданбай қазіргі қоғамның қалыптасуын елестету мүмкін емес.

Геодезия - бұл планетаның формалары мен өлшемдерін зерттеу үшін, сондай-ақ карталар мен сызбалардағы Жерді және оның барлық бөліктерін дәл бейнелеу үшін, жер бетінде қалай дұрыс өлшеу тиістігі туралы ғылым. Геодезия картографиямен тығыз байланысты, себебі бұл ғылымдар әртүрлі карталарды жасау және пайдалану процестері мен жолдарын зерттейді.

Оқу құралын әзірлеу екі негізгі мақсатты көздейді: білім беру (теориялық) және тәжірибелік.

Білім берудің (теориялық) мақсаты - геодезиялық жұмыстарды орындау әдістері мен тәсілдерін зерделеу; жаңа технологиялардың дамуына байланысты, жаңа ақпараттық деректерді қолдану; нормативтік-құқықтық құжаттар талаптарының сақталуын игеру және т.б.

Тәжірибелік мақсаты - зерделенген материалды тәжірибеде қолдану: әрбір жеке тақырып бойынша геодезиялық міндеттерді шешу; барлық нормативтік-техникалық талаптарды сақтай отырып, жергілікті жерде топографиялық түсірістер орындау; тексерулер мен түзетулер жүргізе отырып, геодезиялық аспаптарды қолдану; түсіріс негіздемесін жасау; далалық геодезиялық өлшеулердің нәтижелеріне математикалық өңдеу жүргізу; карталар мен пландар, кескіндер құру.

Оқу құралының міндеті ұсынылған материалды оқу бағдарламасының талаптарында белгіленген оқу нәтижелері бойынша бағалау критерийлеріне бағыттау.

Білім алушылар үшін әрбір бөлімнің соңында практикалық тапсырмалардың тізбесі келтіріледі.

1-БӨЛІМ. ПЛАНДЫҚ ЖӘНЕ БИІКТІК НЕГІЗДЕМЕНІ ҚҰРУ ЖӘНЕ ТОПОГРАФИЯЛЫҚ ТҮСІРУЛЕРДІ ОРЫНДАУ

Оқыту мақсаты:

Осы модульден өткеннен кейін студенттер:

1 Бедер формаларын сипаттау және карталарда олардың бейнесін анықтайды;

2 Жер бетіндегі нүктелердің орнын анықтайды;

3 Топографиялық карталармен жұмыс істейді; геодезиялық есептерді шешеді;

4 Арақашықтықты, көлбеу және тік бұрыштарды өлшеуді, нүктелердің координаттарын есептейді, биіктік өсімшесім мен биіктігін анықтайды;

5 Топографиялық-геодезиялық түсірістің негізгі түрлерін орындау әдістемесін қолданады; азимутты есептеу үшін астрономиялық, гироскопиялық бақылауларды орындауды; топографиялық карталардың түпнұсқаларын дайындайды;

6 Геодезиялық аспаптармен жұмыс істеу, өлшеу нәтижелерін өңдеуді және нормативтік құжаттарға сәйкес геодезиялық жұмыстарды орындауды жасай алатын болады:

Курс сызбасы:

ГЕОДЕЗИЯ ЖӘНЕ КАРТОГРАФИЯ

- Модуль 10. Инженерлік құрылымдарды салу және пайдалану кезінде инженерлік жұмыстарды орындау
- Модуль 9. Топографиялық-геодезиялық өндірісті ұйымдастыру-техникалық, құқықтық, метрологиялық, кадастрлық талаптармен қамтамасыз ету
- Модуль 8. Топографиялық-геодезиялық және инженерлік-геодезиялық жұмыстарды өңдеу үшін геоақпараттық технологияларды пайдалану және геоақпараттық жүйелерді игеру
- Модуль 7. Топографиялық-геодезиялық және инженерлік-геодезиялық жұмыстардың негізгі түрлерін орындау
- Модуль 6. Алаңдық және сызықтық құрылымдардың инженерлік-геодезиялық жұмыстарын орындау
- Модуль 5. Құрылымдарды іздестіру және салу кезінде инженерлік-геодезиялық жұмыстарды орындау
- Модуль 4. Геодезиялық жүрістер мен торaптарды теңестіру
- Модуль 3. Аэрофототопографиялық әдістермен түсірілімді орындау үшін пландық-биіктік негіздемесін жасау
- Модуль 2. Топографиялық-геодезиялық жұмыстардың негізгі түрлерін орындау
- Модуль 1. Пландық және биіктік негіздемесін жасау және топографиялық түсірістер орындау

Осы сызбада «Геодезия және картография» курсы бойынша барлық модульдер көрсетілген. Курсты игерудің ұсынылған дәйектілігі – төменнен жоғары. Шеберлік деңгейі курс сызбасы бойынша жылжытылған сайын жоғарылайды. Бұл бөлімде Модуль 1 «Пландық және биіктік негіздемесін жасау және топографиялық түсіруді орындау» мен Модуль 2 «Топографиялық-геодезиялық жұмыстардың негізгі түрлерін орындау» мазмұны сипатталған.

Алдын-ала талаптар: Жұмысты бастамас бұрын осы бөлімде студенттер Жердің пішіні мен көлемі, Жер бетіндегі өлшеулер туралы түсінікке ие болуы тиіс.

Қажетті оқу материалдары:
1 Жазуға арналған дәптер;
2 Қалам;
3 Инженерлік калькулятор;
4 Сызғыш.

Кіріспе

Геодезия – жер бетіндегі өлшеулер туралы ғылым. Геодезияда негізінен сызықтық және бұрыштық өлшеулер қолданылады. Мұндай өлшемдер біздің планетамыздың – Жердің және оның бөліктерінің пішіні мен көлемін, нүктелердің координаттарын анықтау, карталар, пландарды құру үшін қажет.

1.1 Картада нүктелердің орнын анықтау

1.1.1 Жердің пішіні мен өлшемдері туралы түсінік

Геодезиялық жұмыстар жер бетіндегі учаскелерді өлшеу, одан кейін оларды қағазда бейнелеу үшін жасалғандықтан, оның пішіні мен өлшемдері туралы түсінік болуы тиіс.

Егер теңіздер мен мұхиттардың бетін жер астында тыныш күйде жалғастыра берсек, онда әр нүктесінде тік сызыққа перпендикуляр болатын деңгейлік бет аламыз. Мұхиттардың бетіне сәйкес келетін және құрлықтармен жалғастырған деңгей бетімен шектелген жер пішіні *геоид* деп аталады.

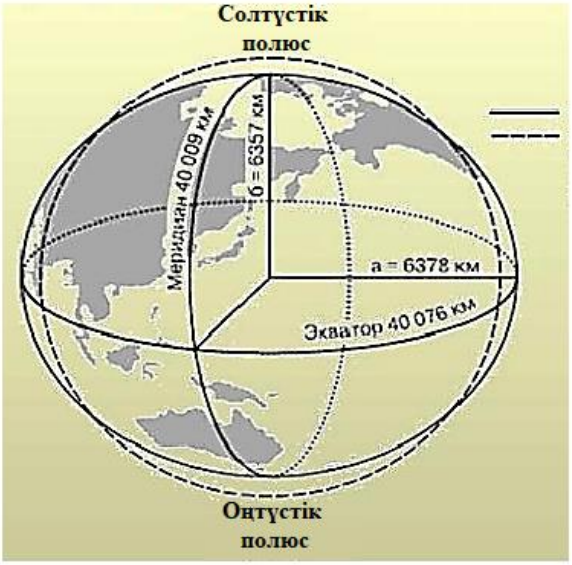
Геоидтың бетіне параллель деңгейлік бетін кез-келген нүктеден, мысалы, *A* немесе *B* нүктесінен өткізуге болады (Сурет 1.1).

Балтық теңізінің орташа деңгейі бастапқы деңгей беті ретінде қабылданады, одан жер беті нүктелерінің биіктігі есептеледі.

Орталықтан тепкіш күштің әсерінен және массаның Жер ішінде біркелкі бөлінбеуінен геоид беті геометриялық тұрғыдан дұрыс емес және оны математикалық формуламен өрнектеуге болмайды. Сондықтан геоид бетінен ең аз ауытқуы бар айналу эллипсоиды (Сурет 1.2) Жердің пішіні ретінде қабылданады.

Сурет 1.1 – Деңгейлік беттер

Тұтас сызықпен шардың беті, үзік сызықпен сфероидтың беті көрсетілген, *a* - экваторлық жартылай ось, *b* - полярлық жартылай ось.



Сурет 1.2 - Жер эллипсоиді (сфероид)

Эллипсоидтың беті эллипстің оның поляр осінің айналасында айналуынан алынады. a және b жартылай осьтердің айырмашылығының эллипсоидтың жартылай үлкен осіне α қатынасы *сығылу* деп аталады және формуламен өрнектеледі:

$$\alpha = (a - b)/a, \tag{1.1}$$

мұндағы α - сығылу;

a - экваторлық жартылай ось, м;

b - полярлық жартылай ось, м.

Белгілі бір өлшемдерге ие және сәйкесінше Жер денесіне бағытталған беті геоид бетіне мейләнше сәйкес келетін бет, референц-эллипсоид деп аталады.

Біздің елімізде 1946 жылдан бастап барлық геодезиялық жұмыстар үшін параметрлері бар референц-эллипсоид Ф. Н.Красовскиймен қабылданды: a = 6 378 245 м, b=6 356 863 м, α = 1:298,3 (полярлық сығылу).

Көптеген тәжірибелік мәселелерді шешу үшін жер эллипсоидының сығылуы ескерілмейді және жер фигурасы радиусы 6 370 км болатын шар ретінде қабылданады [1].

1.1.2 Проекция әдісі

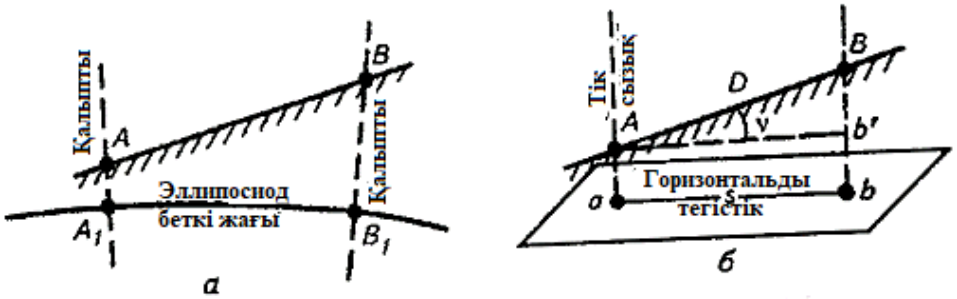
Жер бетінің учаскесін бейнелеу үшін оның барлық нүктелерін қабылданған бетке беру қажет. Белгілі бір заңға сәйкес қабылданған бетіндегі кез-келген бөліктің кескіні жобалау деп аталады, ал алынған кескін проекция деп аталады.

Жер бетін жазықтықта бейнелеу әдістері проекция әдісіне негізделген. Геодезияда негізінен тікбұрышты (ортогональды) проекция қолданылады. Бұл, нүктенің орналасуы тікбұрышты координаттармен (x; y) және биіктікпен (h) анықталатынын білдіреді.

Проекция әдісінің мәні физикалық (нақты) жер бетінің нүктелері көлденең жазықтыққа (немесе сфераға, немесе эллипсоидке) ортогональды түрде жобаланатындығында. Бұл жағдайда көлденең және тік жазықтықтар маңызды рөл атқарады. Көлденең жазықтық - берілген нүктеден өтетін тік сызыққа перпендикуляр жазықтық. Тік жазықтық - берілген нүктеде, тік сызық арқылы өтетін жазықтық.

Нүктелерді сызықтардың ұзындығының жазықтығына беру нәтижесінде оларды көлденең төсемдер деп аталатын көлденең проекциялармен алмастырады; кеңістіктік бұрыштар тегіс бұрыштармен аударылады, ал бүкіл фигура көлденең жазықтықпен проекциямен аударылады (Сурет 1.3).

Геодезиялық өлшеулер кезінде негізгі бағыт нормальдың (перпендикулярдың) қабылданған бетке бағыты болып табылады, ол жобалау сызығы ретінде қызмет етеді. AA_1 және BB_1 нормаларымен эллипсойдтың бетіндегі AB жергілікті жерінің сызығын (Сурет 1.3, а) жобалаймыз. Нәтижесінде AB сызығының A_1B_1 проекциясын аламыз.



Сурет 1.3 – Жергілікті жер сызығының проекциясы: а - эллипсоид бетінде, б - көлденең жазықтықта

Енді АВ жергілікті жерінің сызығын (Сурет 1.3, б) тік сызыққа перпендикуляр көлденең жазықтыққа жобалаймыз. Нәтижесінде АВ сызығының көлденең төсемі деп аталатын АВ тікбұрышты немесе ортогональды проекциясын аламыз.

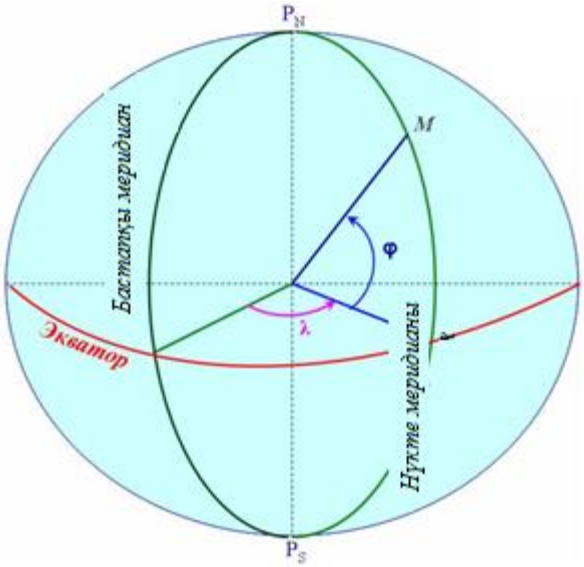
Проекциялау әдістеріне сәйкес басқа түрлер бөлінеді: Меркатордың көлденең проекциясы, яғни конформды проекция (әдіс көптеген елдерде қолданылады және экваторға жақын орналасқан үлкен аумақ үшін өте қолайлы); Меркатордың әмбебап көлденең проекциясы (UTM), Меркатордың көлденең проекциясы әртүрлілігі (UTM – бұл көрші 30' аймақтардың қабаттасуымен бойлық бойынша 6^0 бөліну); Ламберт проекциясы - сфероидты кесіп өтетін конус (дөңгелек пішінді шағын аймақ үшін әдіс, мысалы, арал және полярлық аймақтар) [2].

1.1.3 Геодезияда қолданылатын координаттар мен биіктіктер жүйесі

Жер бетіндегі немесе жазықтықтағы нүктенің орны, белгілі шамалармен – *координаттармен* анықталады. Геодезияда бірнеше координат жүйелер: географиялық, тікбұрыштық, аймақтық, биіктік, полярлық қолданады.

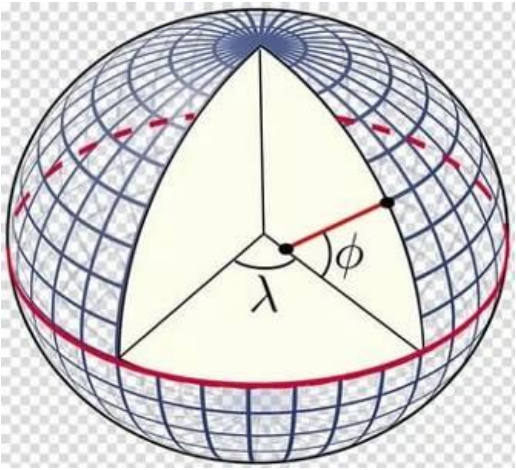
Координаттардың географиялық (астрономиялық немесе геодезиялық) жүйесінде жер бетінде жатқан нүктенің орны ендікпен және бойлықпен анықталады (Сурет 1.4).

Ендік (φ) – экватор жазықтығы мен берілген нүктеден өтетін тік сызық арасындағы бұрыш. Ендік солтүстік және оңтүстік болып табылады, 0° - дан (экваторда) 90° дейін (жер полюстерінде) өлшенеді.



Сурет 1.4 - Координаттардың географиялық жүйесі

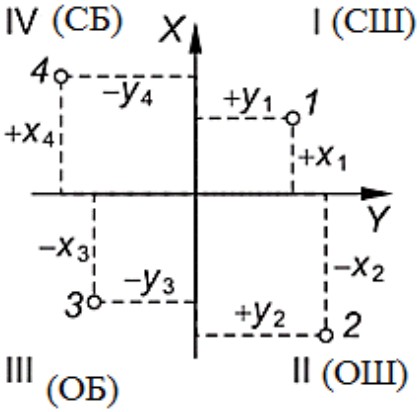
Бойлық (λ) - бастапқы меридиан жазықтығы мен берілген нүктеден өтетін меридиан жазықтығы арасында орналасқан екі жақты бұрыш. Бойлық шығыс және батыс болып табылады, ол 0° - дан өлшенеді, яғни бастапқы немесе нөл (бұл меридиан, Гринвич обсерваториясының орталығынан, Лондонға жақын) шығысқа және батысқа қарай 180° дейін (Гринвич меридианының Тынық мұхитында) (1.5-сурет).



Сурет 1.5 - Географиялық ендік және бойлық

Бірдей ендіктері бар нүктелер арқылы өтетін сызық параллель, ал ұзындығы бірдей – меридиан деп аталады.

Тікбұрышты координаталар жүйесінде нүктенің орналасуы тікбұрышты координаталардың осьтеріне қатысты анықталады: абсцисса Х осі (осьтік меридиан) және координат У осі (экватор сызығы). Пландар мен карталарды құру үшін кеңінен қолданылады (Сурет 1.6).



Сурет 1.6 - Тікбұрышты координаттар жүйесі

Геодезиядағы тікбұрышты координаттар жүйесі математикада қабылданған тікбұрышты координаттар жүйесіне қатысты 90° бұрылады, содан кейін абсцисса осі бойынша 180° айналдырылады (айна кескіні).

Координаталардың жүргізілген осьтері жазықтықты төрт ширекке бөледі: I (СШ), II (ОШ), III (ОБ), IV (СБ). Ширектерді нөмірлеу жоғарғы оң жақтан бастап сағат тілінің бағыты бойынша жүргізіледі. Абсцисса осьінен оңға бағытталған ординаттар оң «+», ал солға – теріс «-» болып саналады (Кесте 1.1).

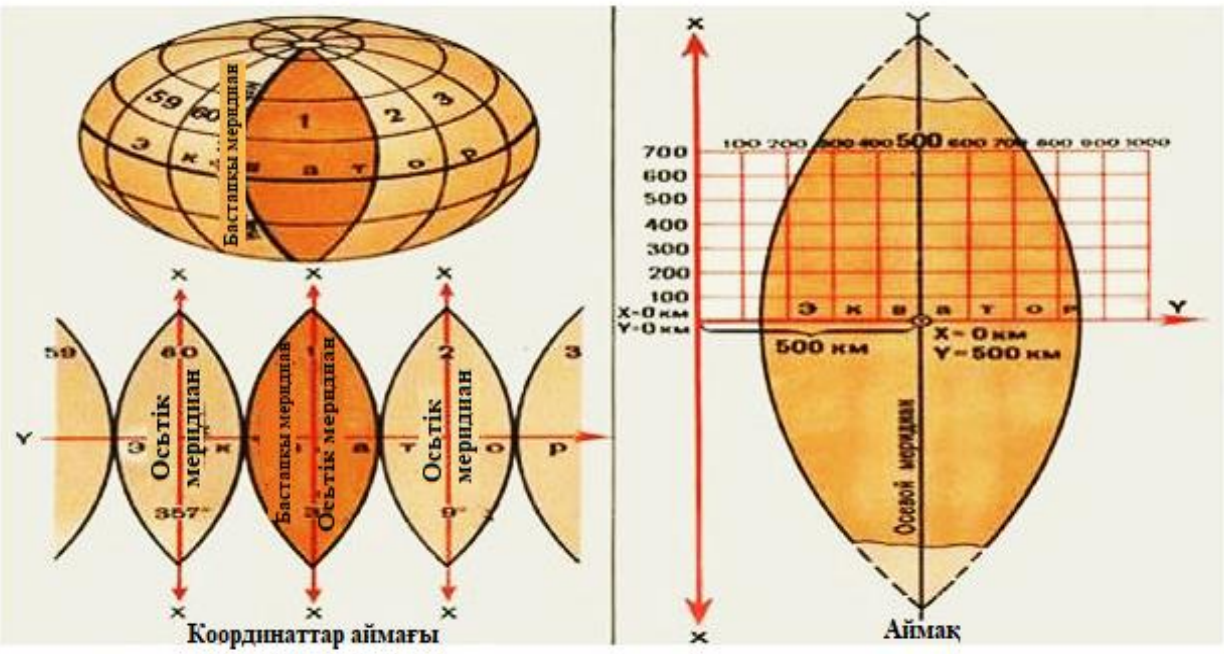
Кесте 1.1 - Ширектердегі тікбұрышты координаталардың белгіленуі

Координаттары	Ширектер нөмірі			
	I	II	III	IV
x	+	–	–	+
y	+	+	–	–

Аймақтық координаттар жүйесінде нүктенің орны аймақпен анықталады. Бір және сол нүкте үшін географиялық және тікбұрышты координаттар арасында белгіленген, байланыс 1.7-суретте көрсетілген.

Тікбұрышты координаттарда бүкіл жер беті меридиандармен шектелген және бір-бірінен 6° қашықтықта орналасқан аймақтарға бөлінеді, Гринвич меридианынан шығысқа қарай реттік нөмірлеу, яғни мәндер: 0° – 6°, 6° – 12°, 12° – 18° және т.с.с. Барлығы 60 аймақ бар.

Мысалы, 8-аймақ шығыс бойлықтың 42° және 48° меридиандары арасында, ал 58-аймақ Батыс бойлықтың 12° және 18° меридиандары арасында орналасқан. Жер бетіндегі нүктелердің координаталарына сәйкес аймақтың сериялық нөмірін есептеуге болады, ал аймақ бойынша аймақтың осьтік меридианының бойлығын есептеуге болады.



Сурет 1.7 - Аймақтық координаттар жүйесі

Аймақ нөмірін есептеу мына формула бойынша орындалады:

$$Nз = \lambda \div 6^0 + 1, \qquad (1.2)$$

мұндағы Nз - аймақ нөмірі;

λ - географиялық бойлық.

Аймақ нөмірін есептеу мысалы:

Жер бедері бойлығының λ = $42^0 13'$ шығыс бойлыққа тең екенін біле отырып, 1.2 формуласы бойынша аймақ нөмірін есептеуге болады: $42^0 13' \div 6^0 + 1 = 7{,}0216666 + 1 = 8$ (егер үтірден кейін сандар болса, онда бүтін мәнге 1-ді қосу қажет.

Жазықтықтағы әр жобаланған аймақта осьтік (орташа) меридиан – *x*, ал экватор – *y* алынады. Осьтердің қиылысу нүктесі координаталардың басы - *o*. Координаталық осьтерге параллель тікбұрышты торды құрайтын тік сызықтар тартылады. Бұл тор, планды құру үшін де, оны пайдалану үшін де қажет.

Координаттардың *биіктік* (кеңістіктік) жүйесінде жергілікті жердегі нүктенің орналасуы жер бетінің нүктесінен биіктіктер есебінің басталуы үшін қабылданған деңгейлік бетіне дейінгі қашықтықпен айқындалады.

Біздің елде биіктікті есептеудің басталуы Кронштадт футштоктың нөлі болып табылады - Балтық биіктік жүйесі (Балтық теңізінің орташа деңгейі) - Н белгісімен, метрмен белгіленеді.

Биіктік белгісі абсолютті және шартты болады:

Нүктенің *абсолютті* белгісі жер бетіндегі нүктеден негізгі деңгей бетіне дейінгі сызық бойымен кесінді деп аталады.

Нүктенің *шартты* белгісі жер бетіндегі нүктеден кез-келген деңгей бетіне дейінгі сызық бойымен кесінді деп аталады.

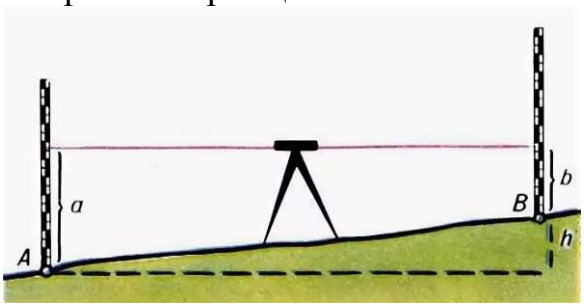
Нүктелердің абсолютті биіктіктеріндегі айырмашылық *асып кету* деп аталады. Егер нүктелер биіктігінің айырмасы деңгей бетінен асып кетсе, ол плюс арқылы көрсетіледі; егерде төмендеген жағдайда, ол минус арқылы белгіленеді.

1.8-суретке сәйкес нүктелер арасындағы артуды есептеу формуласы:

$$h = H_A - H_B, \qquad (1.3)$$

мұндағы *h* – нүктелер биіктігінің өсімшесі;

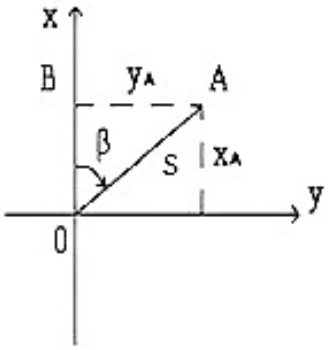
H_A, H_B – нүктелер белгілерінің биіктігі.



Сурет 1.8 - Нүктелер арасындағы асып кету

Координаттардың *полярлық* жүйесінде жергілікті жердегі нүктенің орны O_x полярлық осі (жер бетінде таңдалған О полюсінің нүктесінен) мен анықталатын нүктеге бағыт пен *S* радиус-векторы арасында есептелетін *β* полярлық бұрышпен анықталады (сурет 1.9).

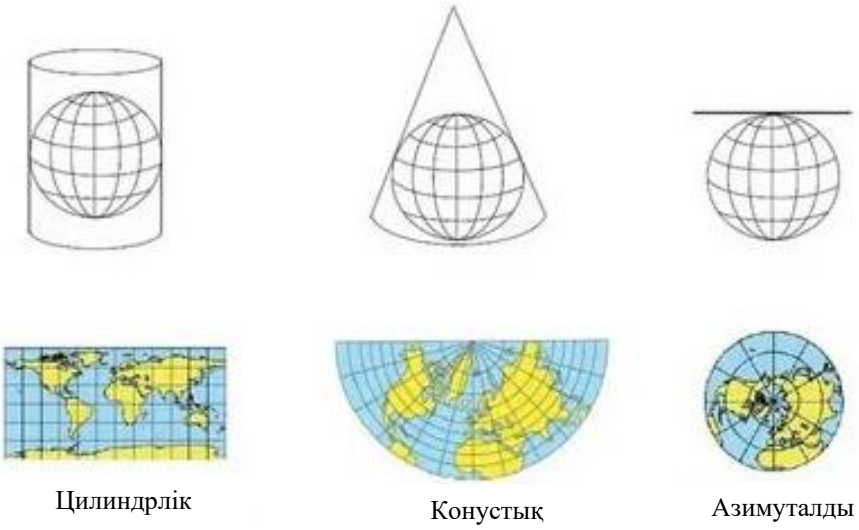
Координаттар жүйесінде есептеулерді қолдану және жүргізу қабілеті топографиялық-геодезиялық жұмыстар процесінде ажырамас бөлігі болып табылады [3].



Сурет 1.9 - Полярлық координаттар жүйесі

1.1.4 План және карта. Гаусс-Крюгер проекциясы туралы түсінік

Бүкіл жердің бетін немесе оның маңызды бөліктерін жазықтықта бейнелеу үшін алдымен барлық нүктелер мен сызықтар эллипсоид бетіне проектіленеді. Содан кейін эллипсоидтың беті кез-келген картографиялық проекцияны қолдана отырып, жазықтыққа орналастырылады, яғни бедердің бөлшектері белгілі бір математикалық заңға сәйкес осы жазықтыққа қолданылады. Нәтижесінде бейнеленген аумақ белгілі бір проекцияда бұрмаланады. Жердің қисықтығын ескере отырып, кескінге жататын аумақ, неғұрлым үлкен болса, бұрмалану соғұрлым көбірек болады (1.10-сурет).

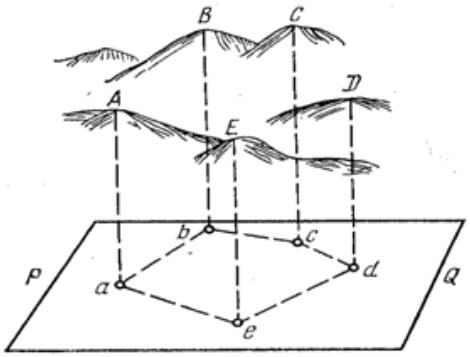


Сурет 1.10 - Картографиялық проекция

Сондықтан, Жердің қисықтығын ескере отырып, белгілі бір математикалық заңға сәйкес жазықтықта салынған Жер бетінің немесе оның бөлігінің кішірейтілген бейнесі *карта* деп аталады.

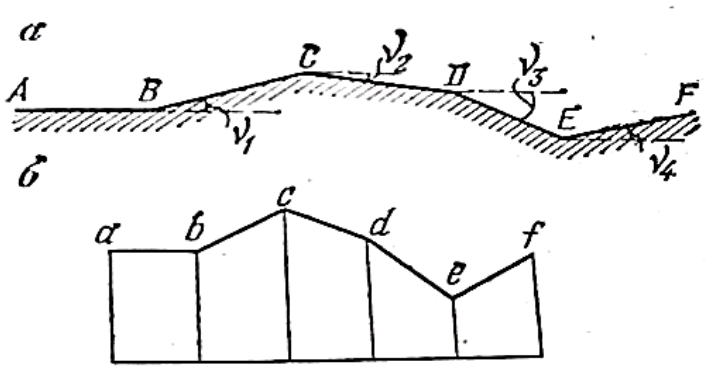
Егер *ABCDE* учаскесін (1.11-сурет) эллипсоидтың бетіне емес, *PQ* көлденең жазықтығына жобалап, белгілі бір санға азайтса, онда көлденең проекцияда *abcde* осы бөлігінің егжей-тегжейлі бейнесі, яғни *план* құрылады.

План – Жер бетінің учаскесін кішірейтіліп және ұқсас түрдегі көлденең проекцияда жазықтықтағы кескіні.



Сурет 1.11 - Көлденең жазықтыққа проекция

Кескін – осы бағыт бойынша жер бетінің тік қимасының кішірейтілген бейнесі. Егер жергілікті жерде (сурет 1.12, *а*) тік жазықтықты ойша сызса, онда ол оны тік сызық бойымен кесіп өтеді. Тік бөлігі (сурет 1.12, *б*) көлбеу бөлігіне қарағанда үлкенірек етіп бейнелесек, профильді аламыз.



Сурет 1.12 - Жергілікті жер (*а*) сызығының еңіс бұрышы және оның кескіні (*б*)

Кескіндер нүкте белгілері бойынша жасалады. Айқын болу үшін оның тік бөлігі (белгілері) көлбеуінен үлкенірек бейнеленген [1].

Эллипсоидтың (Жердің) бетін бұрмалаусыз жазықтыққа беру мүмкін емес болғандықтан, картографиялық проекциялар деп аталатын кейбір

математикалық заңдарға негізделген эллипсоид бетінің шартты суреттерін салады.

Бұрмалану түріне байланысты проекциялар бөлінеді:

- *тең өлшемді* – барлық элементтер бұрмаланған, бірақ фигуралардың аудандарының қатынасы сақталған;

- *тең бұрыштар* – мұнда бұрыштар бұрмаланбайды, бірақ аудандардың арақатынасы сақталмайды;

- *тең аралық* – онда бұрыштар да, аудандардың арақатынасы да бұрмаланады.

Топографиялық карталарды жасау үшін Гаусс-Крюгердің көлденең – цилиндрлік тең бұрышты проекциясы қолданылады. Бұл проекцияның мәні эллипсоид нүктелерін цилиндрдің бетіне жобалау болып табылады (1.13-сурет).

Гаусс-Крюгер проекциясы – бұл неміс ғалымдары Гаусс пен Крюгер жасаған, көлденең цилиндрлік тең бұрышты картографиялық проекциясы.

Бұл проекцияны қолдану жер бетінің, едәуір маңызды, бөліктерін айтарлықтай бұрмалаусыз бейнелеуге және, ең бастысы, осы аймақта жалпақ тікбұрышты координаттар жүйесін құруға мүмкіндік береді.

Сурет 1.13 – Гаусс-Крюгердің тең бұрышты проекциясы

Бұл жағдайда цилиндр экватор айналасында емес, меридиандардың бірінің айналасында жайылады. Дұрыс бағыттарды сақтамайтын, тең бұрышты проекция нәтиже болып табылады.

Эллипсоидты цилиндрдің бетіне тигізу аймақтың орташа (осьтік) меридианы бойынша 3° және 6° жүреді. Бетті аймақтарға бөлуі, осьтік меридианнан алыстаған кезде проекциядағы нүктелердің орналасуында айтарлықтай бұрмаланулар пайда болуымен туындаған. 3° және 6° аймақты таңдауы, картаның масштабына байланысты. 1:5 000 және одан үлкен масштабтағы карталарды жасау кезінде 3° қолдану қажет, ал 1:10 000 және одан кіші масштабтағы карталарды жасау кезінде – 6°. Алты градустық аймақтар,

Гринвич меридианынан бастап, батыстан шығысқа қарай, араб цифрларымен нөмірленеді.

Осьтік меридианның бойлығы формула бойынша есептеледі:

$$L_0 = 6^0 \times N\text{з} - 3^0 . \qquad (1.4)$$

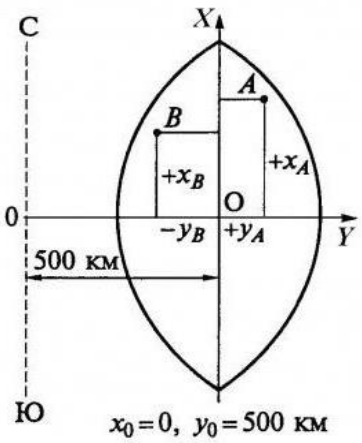
Осьтік меридиандардың бойлықтары 3°-тең, бірақ 6°- тең емес. Үш градустық аймақтар, 6° аймақтың барлық шекаралық және осьтік меридиандары 3° аймақтың осьтік меридиандары болатындай етіп орналастырылған, сондықтан, 3^0 аймақтың барлық осьтік меридиандары 3° дейін ұзындыққа ие.

Үлкен аумақтардағы геодезиялық желілер пункттерінің орналасуын географиялық (бұрыштық) координаттар – ендік және бойлық, ал кіші аудандарда – тік бұрышты (сызықтық) координаттар анықтайды.

Егер цилиндр жазықтыққа орналастырылғаннан кейін аймақтарда осьтік меридиандар мен экватор өзара перпендикуляр сызықтармен бейнеленсе, онда олардың әрқайсысында қарапайым тікбұрышты координаттар жүйесі қолданылады, онда аймақтардың осьтік меридиандары абсцисса үшін, ал экватор үшін координата қабылданады.

Нүктеден координаталық осьтерге дейінгі бөліктер Гаусс-Крюгердің жалпақ тікбұрышты координаттары деп аталады. Бұл жүйенің осьтері белгіленеді: *y* осі шығысқа (оңға), ал *x* осі орташа меридианның бойымен солтүстікке (жоғарыға) бағытталған.

Солтүстік жарты шарда *x* координаты әрқашан оң, ал *y* оң және теріс болады. *Y* координатасының оң-теріс мәндерімен шатастырмау үшін, оны аймақтың орташа меридианынан есептеген кезде, 1.14-суретте көрсетілгендей, батыс бағытта 500 000 м (500 км) жасанды шығу тегі қабылданды.



Сурет 1.14 - Абцисса осьінің 500 км солға ығысуы

Мысал: №5 аймақтағы А және В нүктелерінің позициясында координаттар бар: y_A = + 115 672,0 м, y_B = -110 432,5 м.

Демек, координаталық түрлендіру 500 000 м үлкен болады:

$$y_A = 5\,500\,000 + 115\,672{,}0 \text{ м} = 5\,615\,672 \text{ м},$$

$$y_B = 5\,500\,000 - 110\,432{,}5 \text{ м} = 5\,389\,567{,}5 \text{ м}.$$

Гаусс-Крюгер координаттарының мәндерін бір мәнді ету үшін *y* координатасына сол жақта аймақ нөмірі қосылады, біздің мысалда, аймақ нөмірі – 5 [4].

1.1.5 Сызықтарды бағдарлау

Жұмысты жобалау кезінде объектілердің негізгі нүктелерге қатысты орналасуын білу қажет. Сызықты бедерге немесе картаға бағыттау – бұл сызықтың бастапқы (бастау) бағытқа қатысты бағытын анықтау дегенді білдіреді.

Геодезияда меридиан бастапқы бағыт ретінде қабылданады: *географиялық* (*шын*), *осьтік* және *магниттік*. Бағдарлау процесі, меридиан мен берілген сызықтарға арасындағы бұрышты табуға дейін азаяды, ал бұрыштың мәні меридианнан бағдарланған сызықтарға қарай өседі.

Келесі сызықтық бағдарлау бұрыштары бар: азимут (шынайы және магниттік), румб пен дирекциондық бұрыш.

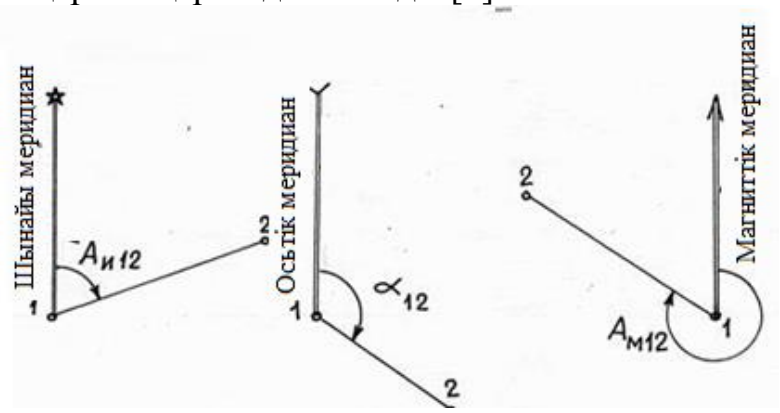
Азимут – меридианның солтүстік бағытынан сағат тілімен осы сызықтарға бағытына дейін есептелген көлденең бұрыш. 0°-тан 360° дейін есептелген, *А* - әрпімен белгіленеді.

Азимут табылады: шынайы $A_г$ және магнит $A_м$.

Азимут *географиялық* $A_г$ және географиялық меридианнан есептелген бұрыш *азимут магниттік* $A_т$, бұл магниттік меридианнан бағдарланған сызықтарға дейін көлденең есептелген бұрыш.

Географиялық (Шын) меридианның берілген нүктедегі бағыты астрономиялық бақылаулардан анықталады және карталарда жұлдызшамен – «*», ал магниттік меридианның бағыты – магниттік жебенің көмегімен және көрсетіледі - «↑» (Сурет 1.15) .

Дирекциондық бұрыш α - осьтік меридианның солтүстік бағытынан бағытталған сызыққа «Y» дейін есептелетін бұрыш. Азимут болса, оны оң деп, сол жағында болса – қарама-қарсы деп атайды [5].



Сурет 1.15 – Геодезиядағы бастапқы бағыттар

Шынайы не географиялық азимутты тікелей анықтау үшін гироскопиялық құрылғылар қолданылады - гиротеодолит, гирокомпас (осы бөлімнің 1.6-тармағында сипатталған).

Тәжірибелік есептерді шешкенде және шағын ауданға план құрған кезде магниттік азимуттар деп аталатын жуық бұрыштарды қолдану ыңғайлы, себебі олар қарапайым геодезиялық аспаптар – буссолдар немесе компастар көмегімен оңай анықталады. Магниттік меридианның бағыты магниттік көрсеткі бағытымен ұсынылған.

Жер бедегі магниттік азимуттар мен румб сызықтардың тікелей анықтауы үшін буссоль деп аталатын геодезиялық құрылғы қолданылады (Сурет 1.16). Буссоль геодезиялық құралдармен (теодолит, тахеометр және т.б.) бірге қолданылады. Буссоль корпусынан тұрады, оның ішіне градус немесе жарты градус бөлімдері бар, 10° аралықта белгіленген, сақина нығайтылған.

Корпустың ортасында магниттік ине орнатылған шпиль бар. Оның бірнеше түрі бар, олардың: азимутальды буссоль (сақинадағы бөлімдер 0°-тан 360° дейін мәндерге ие), румбикалық (бөлімден 0°-тан 90° дейін) және цилиндрлік буссоль (бөлімдер $0^0 \pm 5^0$ дейін болады). Жердің магниттік және географиялық полюстері сәйкес келмегендіктен, магниттік меридиандар шынайы (географиялық) полюстерімен сәйкес келмейді.

Сурет 1.16 - Буссоль

Шынайы (географиялық) және магниттік меридиандардың бағыттары арасындағы бұрышты магниттік тілдің ауытқуы деп атайды және δ деп белгілейді.

Азимуттардың мәндерін біле отырып, магнит инесінің ауытқуын мына формула бойынша есептеуге болады:

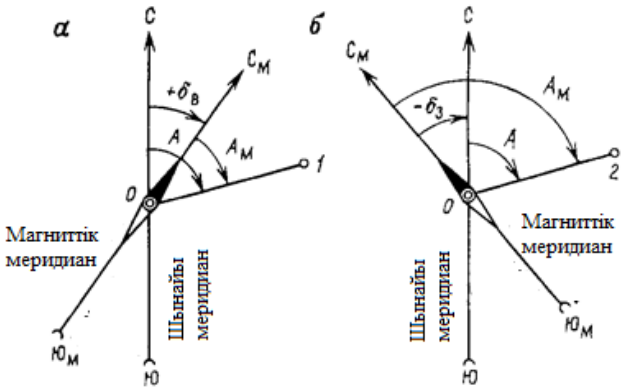
$$\delta = A_r - A_m, \tag{1.5}$$

мұндағы δ - магниттік ауытқу;

A_r – шынайы не географиялық азимут;

A_m – магниттік азимут .

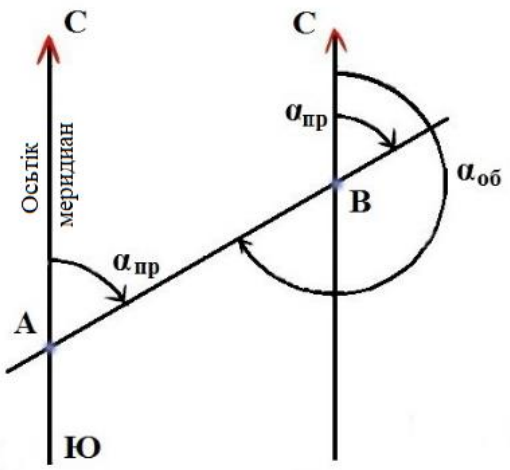
Егер магниттік иненің ауытқуы шығысқа қарай ауытқыса, онда ол оң «+» деп саналады (Сурет 1.17, *а*), егер батысқа қарай ауытқу болса, онда теріс «-» саналады (Сурет 1.17, *б*).



Сурет 1.17 - магниттік тілдің ауытқуы бейнесі

Аймақтық жүйеде Гаусс-Крюгер координаты бастапқы бағыт ретінде *OX* осьімен сәйкес келетін аймақтың осьтік меридианы қабылдайды, сондықтан бағдарлау үшін *дирекциондық бұрыш* қолданылады.

Дирекциондық бұрыш – осьтік меридианның солтүстік бағытынан бастап бағытталған сызыққа дейінгі сағат тілімен есептелген көлденең бұрыш. *α* – әрпімен белгіленіп, 0°-тан 360° дейін өлшенеді. Дирекциондық бұрыштар тура және кері болады (Сурет 1.18).



Сурет 1.18 – Тура және кері дирекциондық бұрыштар

Кері дирекциондық бұрыштар үшін формула қолданылады:

$$\alpha_{обр} = \alpha_{пр} \pm 180^0, \qquad (1.6)$$

мұндағы α_{pr} - тік бағытталған бұрыш;

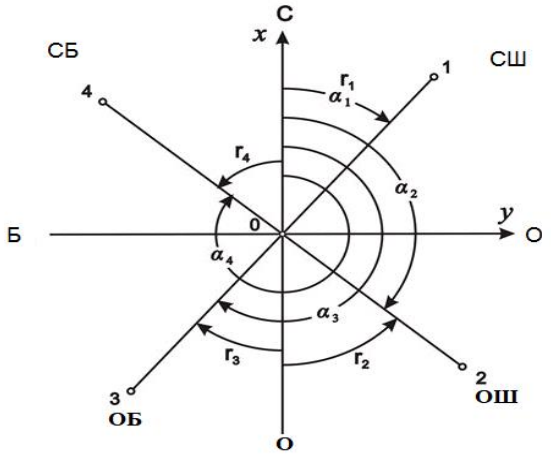
α_{arr} - кері бағыттағы бұрыш.

Геодезиялық жұмыстарды жүргізген кезде бағдарлау бұрыштарын меридианның солтүстік бағытынан ғана емес, сонымен қатар берілген сызықтарға ең жақын бағыттан бағыт бойынша да, сағат тіліне де қарсы санауға болады.

Румб – осьтік меридианның бағытынан (солтүстік және оңтүстік жағынан) бағдарланған сызыққа дейін есептелетің көлденең сүйір бұрыш. *r* – әрпімен белгіленіп, 0°-тан 90° дейін өлшенеді.

Румб әрдайым, осы бағыт орналасқан, ширектің атауымен жүреді (Сурет 1.19).

Сызықтың дирекциондық бұрышын біле отырып, оның румбын және керісінше есептеуге болады. Әр түрлі ширектерде орналасқан дирекциондық бұрыштар мен румбқа байланыс 1.2 кестеде көрсетілген біркелкі формулалар бойынша орнатылады.



Сурет 1.19 - Жердегі сызықтардың әр түрлі бағыттарына арналған румб пен дирекциондық бұрыштар

Кесте 1.2 - Дирекциондық бұрыштар мен румбтар арасындағы тәуелділік

Ширек	Дирекциондық бұрыш немесе азимут мәні	Румб аты	Румбтар мен дирекциондық бұрыштар / азимуттар арасындағы байланыс		Координат өсімше таңбалары	
					Δx	Δy
1	0 ⁰- 90 ⁰	СШ	$r = \alpha$	$\alpha = r$	+	+
2	90 ⁰- 180 ⁰	ОШ	$r = 180^0 - \alpha$	$\alpha = 180^0 - r$	-	+
3	180 ⁰- 270 ⁰	ОБ	$r = 180^0 + \alpha$	$\alpha = 180^0 + r$	-	-
4	270 ⁰- 360° ⁰	СБ	$r = 360°^0 - \alpha$	$\alpha = 360°^0 - r$	+	-

Мысалды шешу үлгілері:

Есеп 1. Егер *r* = СШ: $20^0 15'$, *r*= ОШ: $30^0 12'$ румбтарының мәні белгілі болса, азимуттарды анықтау кажет.

Шешуі. Румб бағытын біле отырып, ширектер бойынша румб пен азимут арасындағы байланыс формуласын анықтаймыз және қажетті мәнді табамыз:

1) *r* = СШ: $20^0 15'$ (I-ширек: $\alpha = r$), $\alpha = 20^0 15'$. Жауабы: $\alpha = 20^0 15'$.

1) 2) r = ОШ: $30^0 12'$ (II-ширек: $\alpha = 180^0 - r$), $\alpha = 180^0 - 30^0 12' = 149^0 48'$. Жауабы: $\alpha = 149^0 48'$.

Есеп 2. Егер дирекциондық бұрышының мәні $\alpha = 275^0 18'$ екендігі белгілі болса, румбты анықтаныз?

Шешуі. Ширек бойынша дирекциондық бұрыштың бағытын біле отырып, IV ширекке қатысты формуланы анықтаймыз және румбты есептейміз: $r = 360^0 - \alpha = 360^0 - 275^0 18'$ = СБ: $84^0 42'$.

Жауабы: r = СБ: $84^0 42'$ [6].

1.1.6 Топографиялық карталар мен пландар

Карталар мен пландарсыз ел экономикасының кез-келген саласы мүмкін емес. Карталар мен пландар белгілі бір математикалық заңдарға сәйкес құрылады. Бұл заңдар жер эллипсоидының беткі қабаты жазықтыққа ауысқанда пайда болатын, бұрмалануларды барынша азайтады және оның дәлдігін қамтамасыз етеді. Топографиялық карталар мен пландардың толықтығы мен дәлдігі техникалық мәселелерді шешуге мүмкіндік береді.

Топографиялық карта – шартты белгілермен, барлық сызықтарын белгілі бір мөлшерде бірнеше есе кішірейту арқылы жергілікті жердің едауір бөлігін жазықтық бетінде дәлме-дәл әрі жан-жакты бейнелеу. Топографиялық картада геодезиялық бақылау нүктелері, бедер, гидрография, өсімдік жамылғысы, топырақ, шаруашылық және мәдени нысандар, жолдар, коммуникациялар, шекаралар және жер бедерінің басқа объектілері туралы ақпарат бар (Сурет 1.20).

Сурет 1.20 - Топографиялық картаның бөлігі

Мемлекеттік топографиялық карталар Гаусс-Крюгердің көлденең-цилиндрлік проекциясында: 1:1000000, 1:500000, 1:200000, 1:100000, 1:50000, 1:25000 және 1: 10000 масштабында шығарылады.

Топографиялық план – Жер бетінің учаскесінің қисықтығын ескермей кішірейтіліп дәлме дәл түрдегі жазықтықтағы кескіні. Топографиялық пландар 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 масштабта жасалады.

Топографиялық карталар мен пландарда жер бедерінің барлық элементтері шамамен бірдей егжей-тегжейлі және дәлдікпен бейнеленеді.

Топографиялық карталар жалпы мемлекеттік сипатқа ие, олар бірыңғай жалпы ережелер мен шартты белгілер негізінде жасалады. Пайдалануға ыңғайлы болу үшін жақтаулары шектеулі, шамамен 40-50 см болатын жеке парақтар шығарылады. Топографиялық карталар мен пландарды құру кезінде масштабты және масштабтан тыс белгілер қолданылады.

Топографиялық карталарға мынадай қасиеттер тән: *көріну, өлшемділік, сенімділік, қазіргі заман, географиялық сәйкестік, геометриялық дәлдік, мазмұнның толықтығы.*

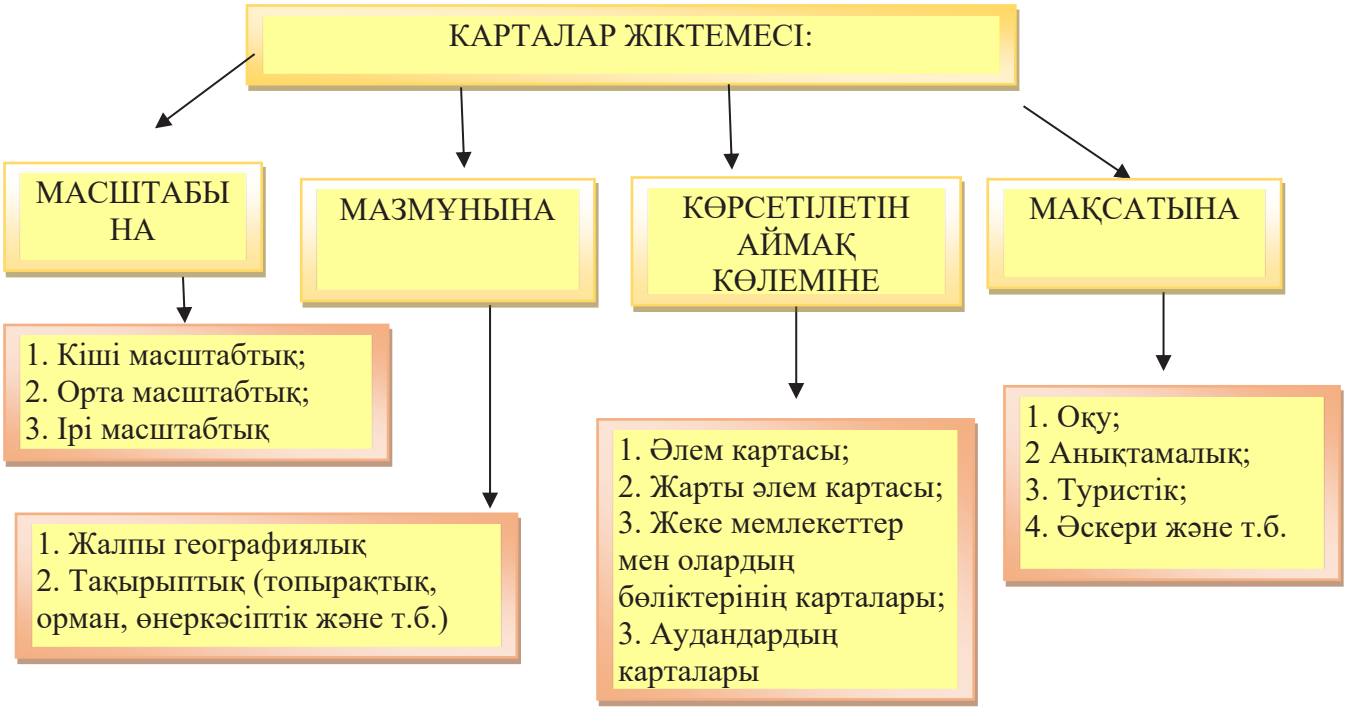
Карталар өзінің мазмұнымен сипатталатын масштабы, мазмұны, бейнеленген аумақтың көлемі және мақсаты бойынша жіктеледі (Сурет 1.21).

Пландар жіктеледі:

– мазмұны жағынан – контурлық, топографиялық және арнайы;

– масштабы жағына – ірі, орта масштабты және шағын масштабты;

– бейнеленген аумақтың көлемі жағынан – елді мекендер, аудандар, жер пайдалану және т.б. болып бөлінеді [6]



Сурет 1.21 – Карталардың жүктемесі

1.1.7 Масштабтар

Масштаб – бұл картадағы немесе сызбадағы сызықтар ұзындығының жердегі нақты ұзындыққа қатынасы.

Масштабтар сандық, сызықтық және көлденең болады:

Сандық масштаб деп бөлшек түрінде көрсетілген масштабты айтады, онда бөлгіш бірге тең болады, ал бөлгіш жердегі сызықтық өлшемдердің картадағы осы өлшемдерге қатысты неше есе кішірейтілгенін көрсетеді.

Масштабты жазықтықа өрнектеу формуласы:

$$\frac{l}{s} = \frac{1}{m}, \qquad (1.7)$$

мұндағы l – пландағы ұзындық, см;

s – жердегі көлденең арақашықтық, м;

m – сандық масштабтың бөлгіші.

Планда немесе картада толығырақ мәліметтерді көрсету үшін оларды үлкенірек масштабта құрастыру қажет. Сандық масштабтың бөлгіші неғұрлым кіші болса, масштаб соғұрлым үлкен болады және бөлгіш үлкен масштаб кіші болып саналады.

Мысалы, 1:500 масштабы бедердің сызығының көлденең қашықтығы план бойынша 500 есеге азайғанын көрсетеді. Яғни, пландағы, картадағы, профильдегі 1 см жердегі 500 см немесе 5 м сәйкес келеді.

Сандық масштаб тәжірибе жүзінде келесі мәселелерді шешуге мүмкіндік береді:

- жердегі есептелген s сызығының ұзындығына сәйкес берілген масштаб бойынша кейінге қалдыру үшін план бойынша l ұзындығын анықтайды;
- план бойынша есептелген l сызығының ұзындығы бойынша жердегі s сызықтар ұзындығын анықтайды.

Есепті шешу мысалдары:

1 есеп. Планның масштабы 1:10 000, жергілікті жердегі көлденең жағдайы s = 251,3 м. Берілген масштабтың планда 1 см жергілікті жердегі 100 м сәйкес келеді. Картасындағы l қашықтықты есептеңіз.

Есепті шешу 1.8 формуласы бойынша орындалады:

$$l = \frac{251{,}3\ \text{м}}{10000} \times 1 = 2{,}51\ \text{см}.$$

Жауабы: l = 2,51 см.

2 есеп. Планның масштабы 1:2 000 (1см =20м). Пландағы ұзындық l =3,5 см. Аймағында оған сәйкес s ұзындығын анықтау.

Шешім:

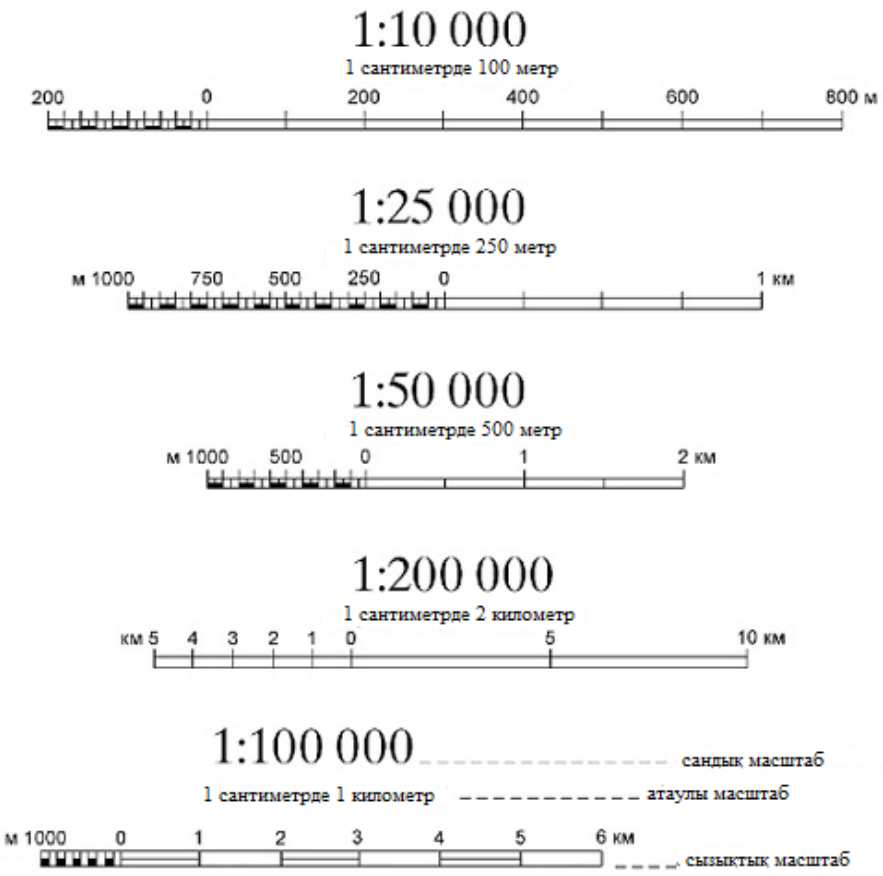
$$s = l \times m = 3{,}5см \times 2000 = 7000см = 70м.$$

Жауабы: s= 70 м.

Егер сандық масштаб арифметикалық деп аталса, онда графикаға, іс жүзінде есептеулер жүргізбеу үшін, олар сызықтық және көлденең қолданылады.

Сызықтық масштаб – бұл тең бөліктерге бөлінген масштаб жолағы түріндегі сызбалық масштаб.

Жұмыс принципі – тең бөліктермен салынатын тік сызыққа салу. Ең сол жақ бөлігі, өз кезегінде, 10 тең бөлікке бөлінеді. Жердегі метрлердің сәйкес санына әр сантиметрлік бөлуге қарсы белгіленеді: 100 м, 200 м және т.б. Ұзындықты санаудың басы ретінде 0 (нөл) алынады – сол жақ шеткі табанның оң жақ шеті (Сурет 1.22).



Сурет 1.22 - Сызықтық масштаб

1.22-суретте 1 см тең кесінділер, қашықтықты өлшеу масштаб негізі болып табылады.

Есептерді шешу мысалдары :

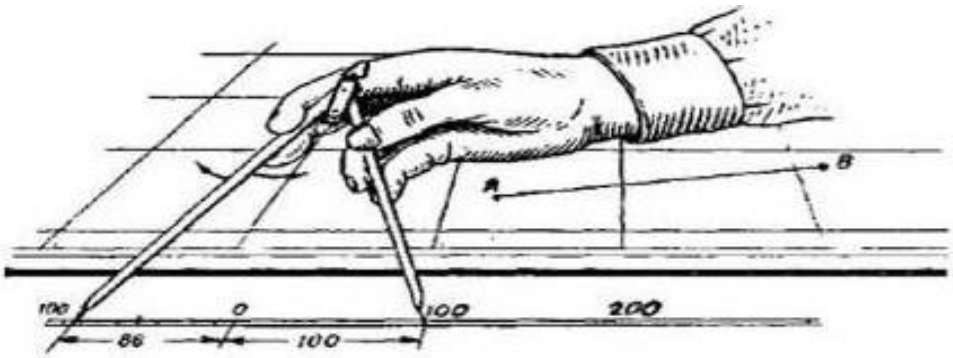
1-есеп. Ұзындығы *s*=546 м жер бетіндегі сызығын 1:10000, 1:25000 масштаб картасына салу қажет.

Шешім:

Есептегіштің оң аяғын, 500 м сәйкес келетін, бөлуге қояды, ал екінші аяғын – төртінші бөлу арқылы нөлден солға, 40 м сәйкес, қалған 6 м шамамен алынады. Содан кейін есептелген сызық планға көшіріледі.

2-есеп. Сызықтық масштабты пайдаланып, жердегі сызықтың ұзындығын есептеңіз (Сурет 1.23).

Шешім: Есептегіштің ине аяғы сызықтық масштабқа, оң аяғы нөлден оңға бөлінумен сәйкес келетіндей қойып қолдануы керек, ал екінші аяғы нөлдің сол жақ жағында болуына тиіс. Содан кейін метрлер саны есептелнеді.



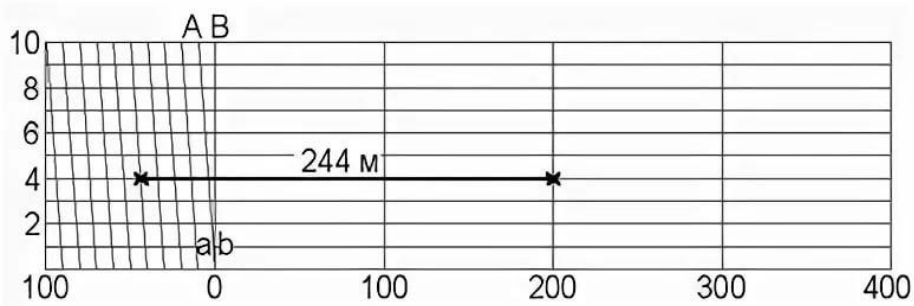
Сурет 1.23 - План бойынша сызығының ұзындықтарын анықтау әдісі

Көлденең масштаб планға немесе картаға сызықтар салу дәлдігін арттыру үшін қолданылады.

Көлденең масштаб – бұл графикалық дәлдікпен (0,1 мм) картадағы қашықтықты өлшеуге және салуға арналған арнайы график.

Әдетте көлденең масштаб металл пластинаға ойылып жазылылатыны, масштабты сызғышы деп аталады.

Масштабтық сызғышта 2 см тең үлкен бөлімдері бар (масштаб табаны), 2 мм-ге тең кіші бөлімдері бар (нөлден солға қарай), және тік пен көлденең сызықтар арасындағы сегменттері бар, бірінші көлденең сызық бойымен 0,2 мм тең, ал екіншіден 0,4-ке мм тең, үшіншісінде - 0,6 мм және т.б. (Сурет 1.24).



Сурет 1.24 - Масштаб сызғышы

Берілген масштабта салуға болатын жер сызығының ең кіші ұзындығы *масштабтың дәлдігі* деп аталады. Ол планда 0,1 мм сәйкес келеді. Масштабтың дәлдігі формула бойынша анықталады:

$$\frac{m}{10000}, \qquad (1.9)$$

мұндағы m – сандық масштабтың бөлгіші.

Бұған қарай, масштабтың дәлдігі 1: 200 = 0,02 м; 1: 1 000 = 0,1 м; 1: 10 000 = 1 м және одан әрі.

Масштабтың дәлдігі, түсіру масштабын таңдағанда және жердегі қандай объектілерді түсіруге болмайтындығын анықтаған кезде, өте маңызды, себебі олар осы масштабта көрсетілмейді. Сандық масштабтың бөлгіші неғұрлым үлкен болса, планның бөлшектері аз болады, ал керісінше, бөлгіш аз болған сайын соғұрлым егжей-тегжейлі болады.

Есепті шешудің мысалы:

1: 10 000 масштаб планға немесе картаға есептегіш көмегімен s = 244 м көлденең сызық арақашықтығын өлшеп көрсету керек.

Шешуі: Есепті шешу үшін масштаб сызғышы болуы керек (1.24-сурет).

Масштаб негізінде:

- нөлден оңға бөлшек, 2 см = 100 м тең;
- нөлден солға бөлшек, 2 мм = 10 м тең;
- негізден жоғары бөлшек 0,2 мм = 1 м тең, әрі қарай:

Есептегіштің оң аяғын 200 белгісі бар бөлшеке қояды, ал екінші аяғын – төртінші бөлшекке нөлден солға қарай қояды, ол 240 м тең болады. Содан кейін, өлшегішті жоғары көтеріп, сол аяғын көлденең сызық бойына кою керек, ал оң аяғын – төртінші қатарға көлденең сызыққа тігінен кою керек. Жалпы ұзындығы 244 м аламыз [1].

1.1.8 Топографиялық карталар мен пландары парақтарын бөліп сызу және номенклатурасы

Карталардың үлкен масштабында жер бетінің едәуір аумағын бір парақта бейнелеу мүмкін емес, сондықтан олар параллельдер мен меридиандармен шектелген бірнеше парақтарда жасалады.

Карталар мен пландарды бөлу – бұл картаны немесе планды жеке парақтарға бөлу жүйесі. Бір жүйеде көп парақтық карталардың немесе пландардың жеке парақтарын белгілеу *номенклатура* деп аталады.

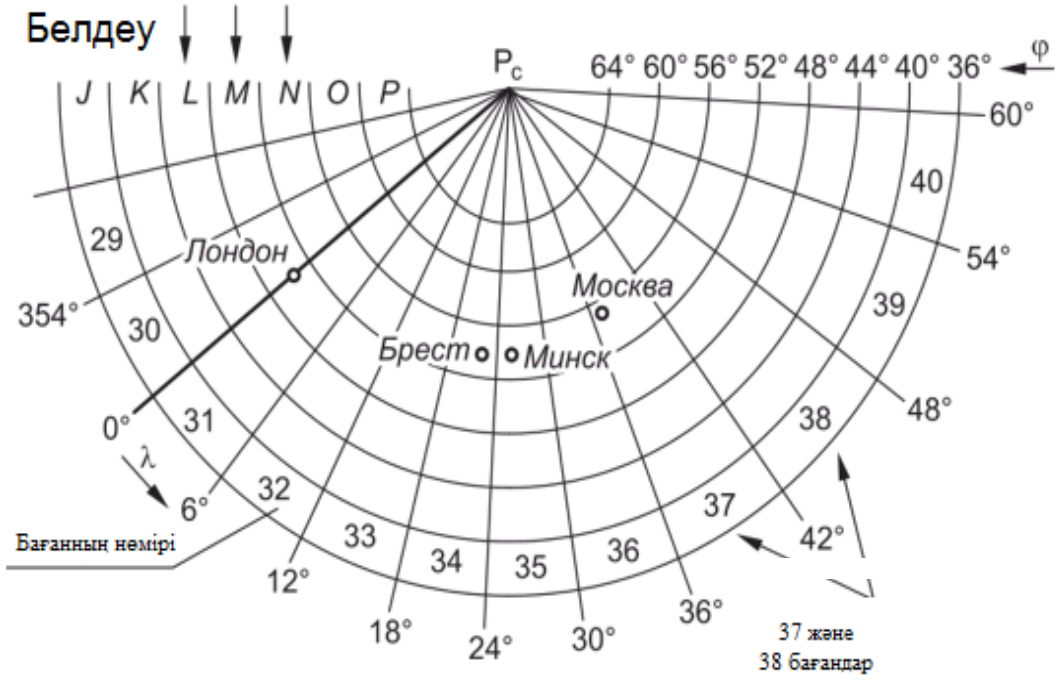
Карта парағының негізіне, халықаралық бөлу жүйесі (номенклатура) 1:1000000 масштабы қабылданған.

1: 1000 000 масштабтағы карта парағын алу үшін жер беті шартты түрде параллельдер мен меридиандармен, ендік бойынша 4^0 және бойлық бойынша 6^0 бөлінеді. Экватордан солтүстікке және оңтүстікке қарай жолдар (белдеу) латын алфавитінің бас әріптерімен А-дан V дейін, ал бағандар араб цифрларымен 1-ден 60-қа дейін белгіленеді. Бағандар батыстан шығысқа қарай Гринвич меридианынан (ұзындығы 180^0 меридиан) бағытта есептеледі (Сурет 1.25).

31-баған шығыс бойлықтың 0^0 – 6^0 ұзындығымен меридиандар арасында орналасқан.

Кез келген масштабтағы топографиялық карта парағының номенклатурасын алу үшін қабылданған халықаралық бөлу масштабын 1: 1 000 000 жеке белгілеуімен бөліктерге бөледі:

1) 1: 500 000 масштабты карта парағының номенклатурасын алу үшін 1: 1 000 000 карта парағы 4 бөлікке бөледі. Әр бөлік орыс алфавитінің бас әріптермен белгіленеді: А, Б, В, Г. Олардың өлшемдері ендік бойынша 2^0 және бойлық бойынша 3^0 құрайды. Мысалы: О-54, М-48;



Сурет 1.25 – Масштабы 1: 1 000 000 картаның сызбасы

2) 1: 200 000 масштабты карта парағының номенклатурасын алу үшін 1: 1 000 000 карта парағы 36 бөлікке бөледі. Әр бөлік солдан оңға қарай рим цифрларымен I-ден XXXVI дейін белгіленеді. Парақтардың өлшемдері ендік бойынша 40' және бойлық бойынша 1^0 құрайды. Мысалы: О-54-I, М-48-VII;

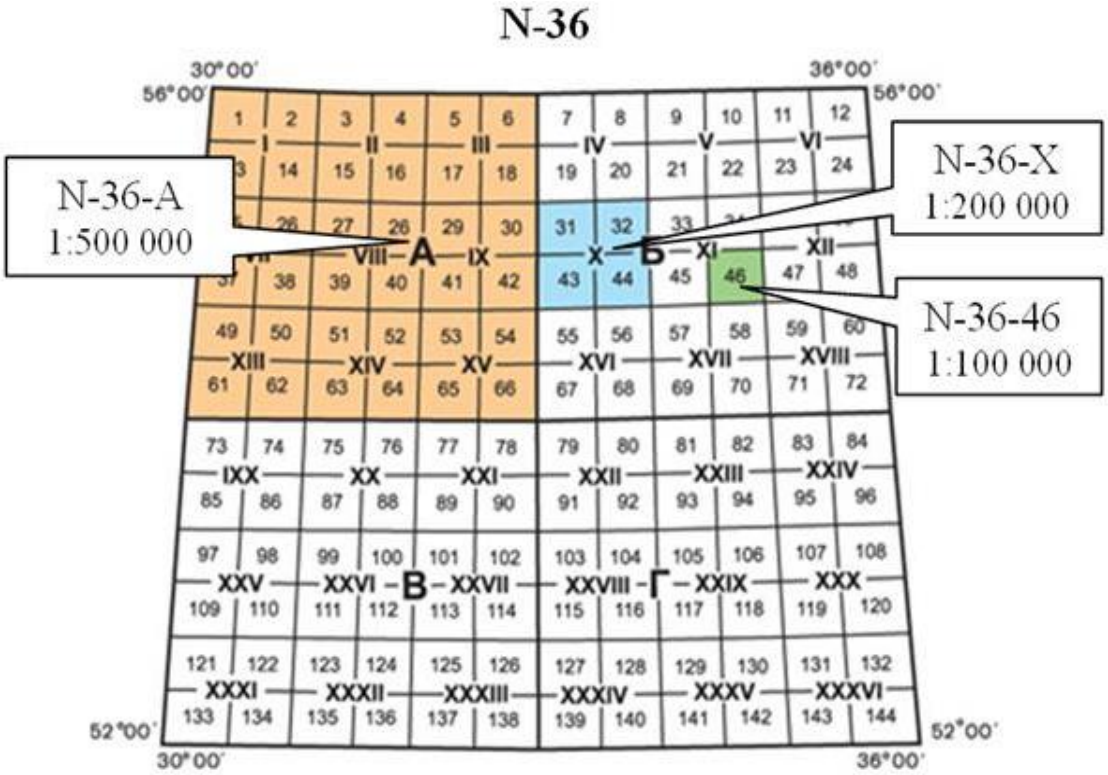
3) 1: 100 000 масштабты карта парағының номенклатурасын алу үшін 1: 1 000 000 карта парағы 144 бөлікке бөледі. Әр бөлік солдан оңға қарай араб цифрларымен 1-ден 144 дейін белгіленеді. Парақтардың өлшемдері ендік бойынша 20' және бойлық бойынша 30' құрайды.

1: 50 000, 1: 25 000, 1: 10 000 масштабтағы парақтардың номенклатурасын алу үшін 1: 100 000 номенклатурасы бастапқы болып табылады (1.27-сурет):

1) 1: 50 000 масштабты карта парағының номенклатурасын алу үшін 1:100 000 карта парағы 4 бөлікке бөледі. Әр бөлік орыс алфавитінің бас әріптермен белгіленеді: А, Б, В, Г және картаның сәйкес парағының номенклатурасында 1:100 000 масштабта беріледі. Олардың өлшемдері ендік бойынша 10' және бойлық бойынша 15' құрайды. Мысалы: О-54-69-В, М-48-128-Б;

2) 1: 25 000 масштабты карта парағының номенклатурасын алу үшін 1:50 000 карта парағы 4 бөлікке бөледі. Әр бөлік орыс алфавитінің кіші әріптермен белгіленеді: а, б, в, г. Бөліктердің өлшемдері ендік бойынша 5' және бойлық бойынша 7'30". Мысалы: О-54-69-В-г, М-48-128-Б-а;

3) 1: 100 000 масштабты карта парағының номенклатурасын алу үшін 1:25 000 карта парағы 4 бөлікке бөледі. Әр бөлік араб цифрларымен 1-ден 4 дейін белгіленеді. Парақтардың өлшемдері ендік бойынша 2'30" және бойлық бойынша 3'45" құрайды. Мысалы: О-54-69-В-г-1, М-48-128-Б-а-4;

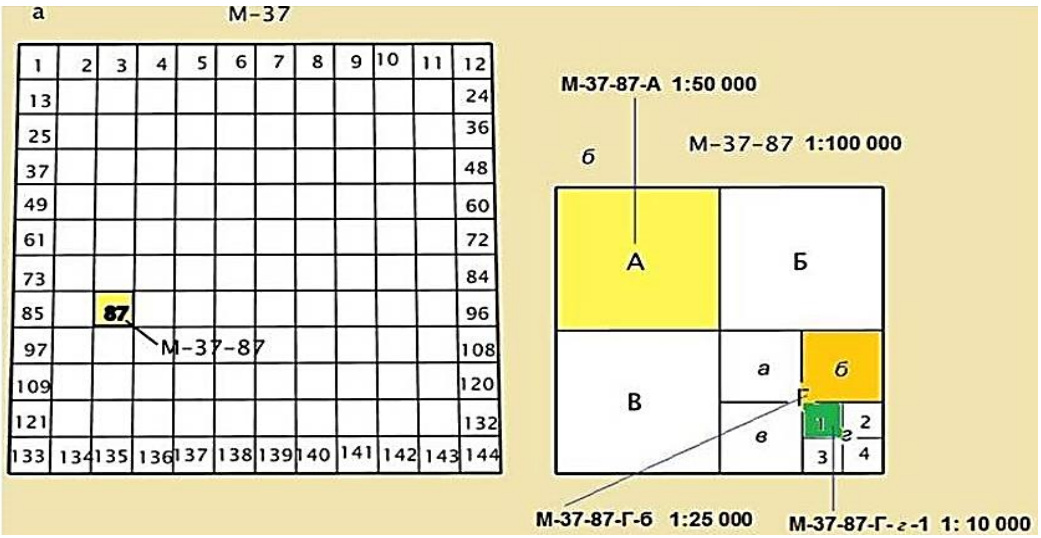


Сурет 1.26 - 1: 1 000 000 масштабтың бөліп сызуы

4) 1: 5 000 масштабтағы карта парағының номенклатурасын алу үшін 1:100 000 карта парағы 256 бөлікке бөледі. Әрбір бөлік 1-ден 256-ға дейін араб цифрларымен белгіленеді. Олардың өлшемдері ендік бойынша 1'15" және бойлық бойынша 1'52,5" құрайды. Мысал: О-54-69-158, М-48-128-57;

5) 1:2 000 масштабтағы карта парағының номенклатурасын алу үшін 1: 5 000 карта парағы 9 бөлікке бөледі. Әр бөлік орыс алфавитінің кіші әріптермен белгіленеді: а, б, в, г, д, е, ж, з, и. Ол картаның сәйкес парағының 1:100 000 масштабтағы номенклатурасына жатқызылады. Олардың өлшемдері ендік бойынша 00'25" және бойлық бойынша 00'37,5" құрайды. Мысалы: О-54-69-158-а, М-48-128-57-з.

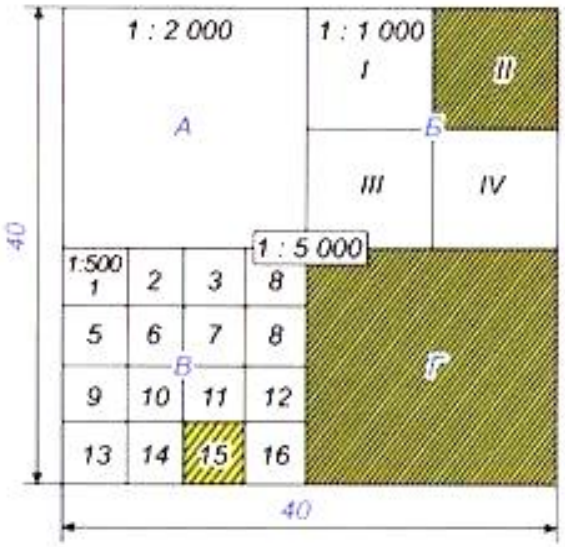
Жер бетіндегі нүктенің географиялық координаттарын біле отырып, осы нүкте орналасқан белгілі масштабтағы карта парағының номенклатурасын таба аласыз. Трапеция шыңдарының географиялық координаттарын белгілі номенклатура көмегімен табуға болады.



Сурет 1.27 – 100 000 – 1: 10 000 масштабтағы карта парақтарының бөліп сызуы

Алаңы 20 км^2 бар топографиялық пландарға, рамалық өлшемдері 40×40 см пландар, тікбұрышты (шаршы) бөлуім қолданылады. 1: 2 000-1: 500 үлкен масштабтар үшін өлшемдері 50×50 см. 1: 5 000 план парағы негізі бөлуім ретінде қабылданады, осы бөлуімге сәйкес парақтардың номенклатурасы белгіленеді.

1: 5 000 масштабтағы планның парағын сыза отырып, олар араб цифрларымен нөмірленеді. Масштаб парағы 1: 2 000 масштабтағы парақтарда бейнеленген 4 бөлікке бөлінеді, олар әріптермен белгіленеді: А, Б, В, Г. 1: 2 000 масштабының номенклатурасын, оң жақта 1: 5 000 масштабтағы планның парақ нөміріне, осы парақты білдіретін, әріпті қосу арқылы алынады. 1: 2 000 масштабтағы план парағы 1: 1 000 масштабқа түсіру үшін 4 бөлікке бөледі, рим цифрларымен белгілейді: I, II, III, IV және 1: 500 масштабқа түсіру үшін 16 бөлікке бөледі, 1-ден 16 дейін араб цифрларымен белгілейді (Сурет 1.28) [1].



Сурет 1.28 – 1: 5 000 - 1: 500 масштабтағы план парақтарының бөлуі

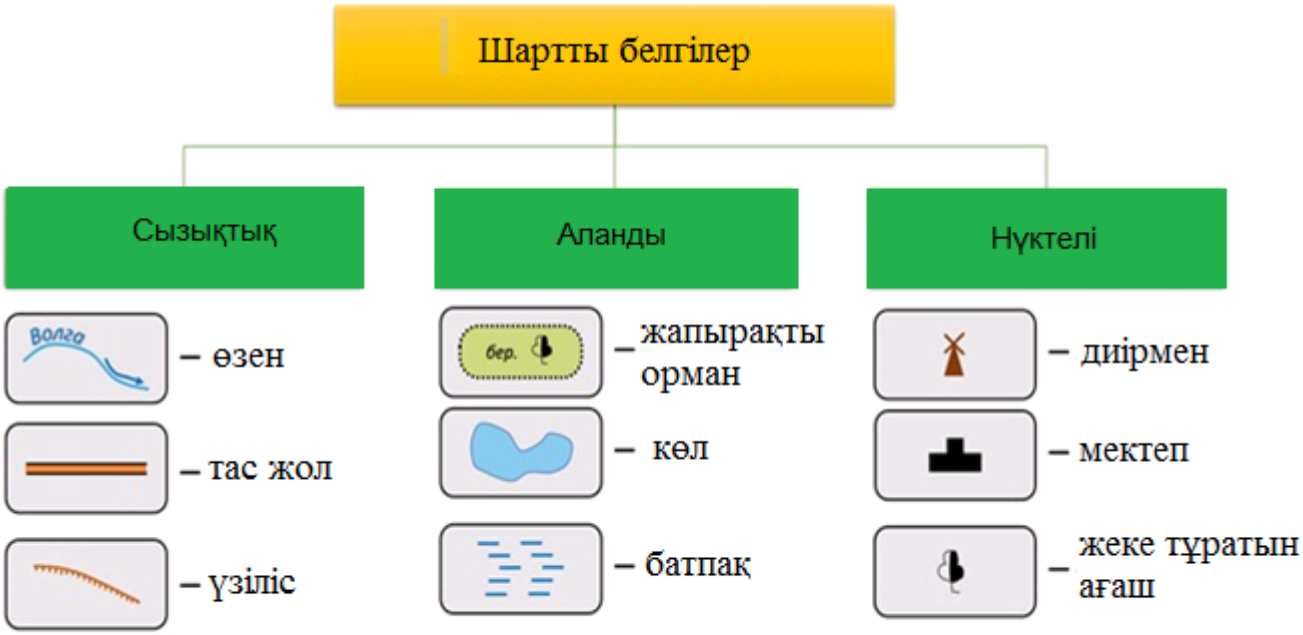
1.1.9 Картографиялық шартты белгілер. Шартты белгілерді жіктеу. Жергілікті жер элементтерінің шартты белгілері

Карталар мен пландарда жергілікті жер объектілерінің кескіні (төңірегі) шартты белгілерде көрсетілген.

Шартты белгілер – бұл жергілікті жер объектілерін карталар мен пландарға оларды көсетілген кезде белгілеу жүйесі. Топографиялық карталарда төңірек объектілері жердегі жағдайды дұрыс бағалауға және жобалау-іздестіру жұмыстары барысында туындайтын мәселелерді шешуге мүмкіндік беретін топографиялық шартты белгілермен ұсынылған.

Шартты белгілер елдің геодезиялық қызметімен белгіленеді және жарияланады және барлық ұйымдар үшін міндетті болып табылады. Шартты топографиялық белгілер төңірек туралы нақты және көрнекі көрінісін беруі керек; олар логикалық және сыртқы жағынан бейнеленген объектілердің сыртқы түрі мен сипатына ұқсас болуы тиіс. Карталар мен пландарды құрған кезде әр түрлі масштабтағы топографиялық шартты белгілер үшін бекітілген стандартты қатаң сақтау қажет, ол шартты белгінің түрін, оның өлшемін, түсін және тиісті қолтаңбаларын көрсетеді.

Шартты белгілердің түрлері 1.29 суретте көрсетілген.



Сурет 1.29 - Карталар мен пландардың шартты белгілерінің түрлері

Шартты белгілер бейнелеу тәсілі бойынша алаңдық (масштабты), масштабтан тыс, сызықтық, түсіндірме болып бөлінеді.

Алаңдық немесе *масштабты* шартты белгілермен пішіні осы масштабта берілуі мүмкін, едәуір көлемдегі объектілер бейнеленеді. Мұндай шартты

белгілерге: ормандар, алқаптар, су қоймалары, ғимараттар мен құрылыстар жатады.

Масштабтан тыс шартты белгілер шағын өлшемдердің салдарынан карта масштабында көрсетілмейтін төңіректің объектілерін бейнелейді. Масштабтан тыс заттарға тіректер, бағдаршамдар, құдықтар, құбырлар және т.б. кіреді.

Сызықтық шартты белгілермен ұзындығы карта масштабында көрсетілген сызықтық сипаттағы объектілер (жолдар, кіші өзендер мен бұлақтар, электр беру желілері, мұнай құбырлары және басқа да объектілер) бейнелейді, ал картадағы осы объектілердің ені әдетте бейнеленген төңірек объектісінің енінен үлкен болады.

Мысалы, 1:25 000 масштабтағы картада 5×7 м өлшемді немесе ені 6 м болатын жолды заттай түрде бейнелеу мүмкін емес, себебі көрсетілген масштабтың дәлдігі $t_{кон}$ = 2,5 м. Осы картада объект 0,2×0,3 мм, ал жол 0,24 мм өлшеммен көрсетіледі. Сонымен қатар, 1:500 масштабтағы осы объектілер, сәйкесінше, 10×14 мм және 12 мм өлшемдермен бейнеленеді.

Арнайы белгілер түріндегі *түсіндірмелі* шартты белгілер контурдың ішінде орналасады және объект туралы қандай да бір ақпарат береді: жазулар, сандар, өсімдік түрлерінің белгілері. Қосымша түсіндірме шартты белгілер осы объектіні кеңірек сипаттайды, мысалы, ағаш түрлері белгішесінің жанында олардың орташа биіктігін, қалыңдығын және олардың арасындағы қашықтықты белгілейді; жолдар үшін – олардың ені мен жабыны.

Сандық ақпаратпен қатар қосымша түсіндірме шартты белгілер ретінде түсті бояу да пайдаланылады, бұл жалпы алғанда төңіректің топографиясы туралы неғұрлым толық түсінікке ие болуға мүмкіндік береді, мысалы, жасыл түс – өсімдіктер (ормандар, саябақтар, алаңдар), көк түс – су беттері.

Қазіргі карталарда барлық шартты белгілер мынадай түстермен басылады: қара (масштабтан тыс және түсіндірме шартты белгілер), жасыл (өсімдіктер), көк (гидрография), қызғылт сары (отқа төзімді ғимараттар, асфальтталған жолдар), сары (жақсартылған жолдар), сұр (көкөніс бақшалары), қалампыр бояу, яғни қоңыр (табиғи бедер және көлденең элементтер) [7].

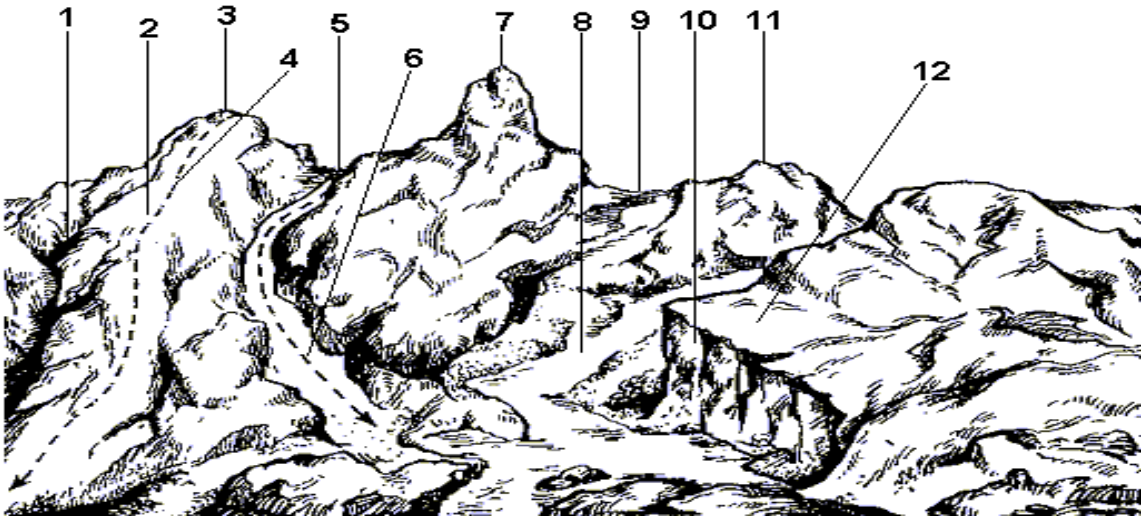
1.1.10 Жергілікті жер бедерінің негізгі формалары. Топографиялық карталар мен пландардағы жергілікті жер бедерінің бейнеленуі

Жер бетіндегі әртүрлі биіктіктер мен тереңдіктер алаңдар мен ғимараттарды, жолдар мен каналдарды, көпірлер мен бөгеттерді салу кезінде, суару, механикаландырылған өңдеу және т.б. үшін, учаскелерді жобалау кезінде ескеріледі.

Бедер тұрақты, өзгермейтін нәрсе емес. Жер ішінде әрекет ететін күштердің, температураның ауытқуының, судың, желдің, өсімдіктердің, адам қызметінің әсерінен бедер уақыт өте келе өзгереді. Жер бетіндегі әр түрлі

бұзылулардан *бедердің негізгі формаларын* ажыратуға болады: таулар, өзек, жоталар, өзек, қайқыбелдер.

Жер бетінің бедері өте алуан түрлі, бірақ оның талдауын жеңілдету үшін бедердің барлық түрлері негізгі формалардың аз санына терілген (Сурет 1.30).



1 - өзек; 2 - жон; 3, 7, 11 - тау; 4 - суайрық; 5, 9 - қайқыбел;
6 – суағар; 8 - өзен; 10 – жар, 12 - текше

Сурет 1.30 - Бедердің формалары

Бедердің негізгі формаларына жатады:

Тау – конус тәрізді бедер, ол айналадан жоғары көтеріледі. Оның ең биік нүктесі *шыңы* деп аталады. Шыңы өткір болуы мүмкін - шың, немесе алаң түрінде - үстірт. Бүйір беті беткейлерден тұрады. Беткейлер қоршаған жер бедерімен қосылатын сызық таудың негізі немесе табаны деп аталады. Қоршаған беті 200 м төмен болатын тау *төбешік* деп аталады.

Шұңқыр - тауға қарама-қарсы бедердің түрі, жабық ойықты бірдіреді. Оның ең төменгі нүктесі - түбі. Бүйір беті беткейлерден тұрады; олардың қоршаған аймақпен түйісу сызығы *жиек* деп аталады.

Жотасы – созылған және кез келген бағытта үнемі төмендейтін төбе. Жотаның екі беткейі бар; жотаның жоғарғы жағында олар біріктіріліп, суайрық сызығын немесе су бөлгішті құрайды.

Өзек – бедердің жотаға қарама-қарсы формасы және қандай да болмасын бағытта созылған және үнемі бір жағынан таяз болатын тереңдік. Өзектің екі баурайы бір-бірімен біріктіріліп, оның ең төменгі бөлігінде су төгетін сызық немесе оның бойымен су, баурайға ағатын аңғар түбі пайда болады. Алқап пен сая өзектің түрлері болып табылады: біріншісі жайпақ шымдалған баурайы бар кең өзек, екіншісі – тік тақыр баурайлары бар тар өзек. Алқап көбінесе өзеннің немесе бұлақтың арнасы болып табылады.

Қайқыбел - бұл көршілес екі таудың баурайларының түйіскен жерінде пайда болатын орын. Кейде қайқыбел екі жотаның су алаптарының түйісуі

болып келеді. Қайқыбелден қарама-қарсы бағытта жайылған екі өзек бастау алады. Таулы аймақта қайқыбел арқылы жолдар немесе соқпақ жолдар өтеді; сондықтан таудағы қайқыбелді асулар деп атайды.

Бедердің сипаттамалық нүктелерде бейнелеу үшін (шыңдарда, түбінде, суайрықтарда, су ағындарында, жиектерде, тау етегінде, қайқыбелде және баурайлардың иілу нүктелерінде) биіктіктерді анықтап, оларды пландар мен карталарға жазады. Шығу тегі бойынша бедерлік элементтер *табиғи* және *жасанды* болып бөлінеді. Топографиялық карталарда табиғи бедерлік элементтер әдетте қоңырмен, ал жасанды элементтер қара түспен белгіленеді.

Бедерерді пландар мен карталарда бейнелеу үшін жер беті бедерінің формалары, беткейлердің тік болуы, нүктелер мен биіктіктер туралы түсінік беретін белгілер қолданылады. Пландар мен карталарда аймақтың бедері әртүрлі тәсілдермен (штрихтау, нүктелік сызық, түрлі-түсті пластика) бейнеленеді, бірақ көбінесе контур сызықтары (изогипстер), сандық белгілер және шартты белгілер қолданылады.

Түсінікті болу үшін бедерді пландар мен карталарға бейнелеу кезінде, контур сызықтарының әртүрлі горизонталь түрлері қолданылады, атап айтқанда:

– *негізгі*, бедер қимасының қабылданған биіктігіне сәйкес келетін және қалыңдығы 0,12 мм қоңыр түспен тұтас сызық түрінде салынады;

– биіктігі бедердің төрт немесе бес қимасына тең болып, негізгі көлденең ретінде қызмет ететін *негізгі қалыңдықтар*, олардың қалыңдығы 0,3 мм тең болып қабылданады;

– *қосымша*, сондай-ақ, *жартылай горизонтальдар* деп аталады және негізгі горизонтальдар көмегімен көрсетілмейтін бедердің ерекшелігін суреттеу мақсатында бедердің 0,5 қимасы арқылы өткізіледі; олар қалыңдығы 0,12 мм болатын үзік сызықтар;

– бедердің 0,25 қимасы арқылы өтетін *қосалық*, осыған байланысты олар *ширек горизонтальдар* деп атайды.

Дәлірек айтқанда, 1, 2 немесе 5 м бедерлік қималары бар *қалыңдатылған горизонтальдар еселігі* бес қиманы құрайды, ал 0,25, 0,5 немесе 2,5 м қималар кезінде – төрт қиманы құрайды.

Жердегі *горизонтальдар* Жердің физикалық бетімен қиылысуынан пайда болған, із ретінде, есептеуге болады. Бедердің барлық нүктелерін бірдей биіктіктермен байланыстыратын қисық сызықты *горизонтальдар сызығы* деп атайды (Сурет 1.31).

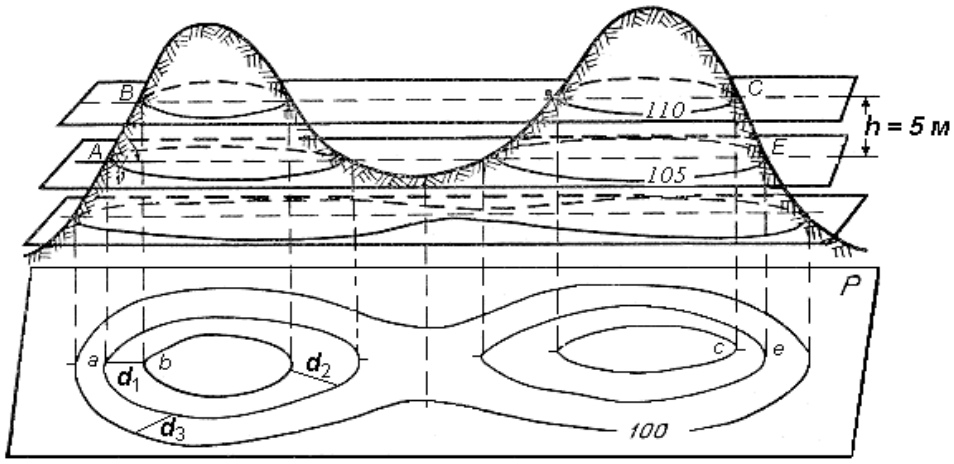
Бірқатар инженерлік мәселелерді шешкен кезде көлденеңнің қасиеттерін білу қажет:

1. Бір *горизонтальдарда* жатқан, жердің барлық нүктелер биіктігі, тең белгілерге ие.

2. *Горизонтальдар* әртүрлі биіктікте орналасқандықтан, планда қиылыспайды. Жартастар түрінде бейнеленгені, таулы жерде ерекше *горизонтальдар* болуы мүмкін.

3. *Горизонтальдар* сызықтар үздіксіз сызықтар болып табылады. План шеңберінен үзілген *горизонтальдар* сызықтар планнан тыс тоғысады.

4. Шектес көлденеңнің әртүрлі биіктігін *горизонтальдар* қимасының биіктігі деп атап, *h* әрпімен белгілейді.



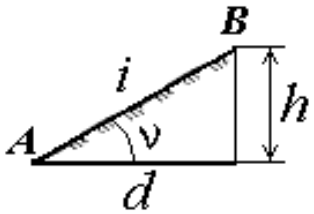
Сурет 1.31 - Бедерді горизонтальдармен бейнелеу тәсілі

План немесе карта ішіндегі бедердің көлденең қимасының биіктігі қатаң түрде тұрақты болады. Оны таңдау бедердің сипатына, картаның немесе планның масштабына және мақсатына байланысты. Бедердің көлденең қимасының бұл биіктігі *қалыпты* деп аталады.

5. Пландағы немесе картадағы көршілес контурлар арасындағы *қашықтық көлбеу* немесе *көлбеу* деп аталады. *Салынды* – бұл көршілес горизонтальдар арасындағы кез-келген қашықтық (Сурет 1.31), ол көлбеуді сипаттайды бедертің көлбеуі және *d* арқылы белгіленеді.

Көлбеу бағытымен горизонт жазықтығымен түзілген және бұрыштық өлшеммен көрсетілген тік бұрыш, көлбеу бұрышы деп аталады (Сурет 1.32).

Төбенің тік болуының тағы бір сипаттамасы - көлбеу і қызмет етеді. Жер *бедерінің көлбеу сызығы* деп биіктіктің көлбеу арақашықтыққа қатынасын айтады.



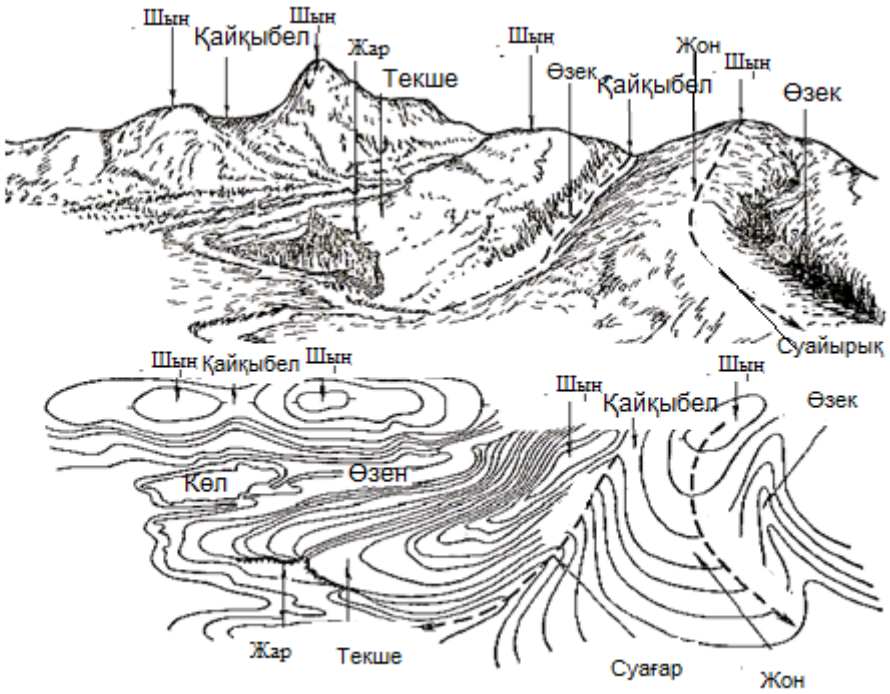
Сурет 1.32 – Еңісті және беткейдің иілу бұрышын анықтау

Көлбеу бұрышы неғұрлым көп болса, көлбеу тікірек болады. Еңістің және беткейдің иілу бұрышының формуласының түрі:

$$i = \frac{h}{d} = tgv \rightarrow d = h \times ctgv. \qquad (1.9)$$

(1.9) формуласынан, көлбеу өлшемсіз шама, жүздік (%) немесе мыңдық үлеспен – промиллемен (‰) көрсетіледі.

Егер көлбеу бұрышы 45° дейін болса, онда ол көлбеуінен бейнеленеді, егер оның көлбеуі 45° жоғары болса, онда бедер арнайы белгілермен белгіленеді. Мысалы, құз пландар мен карталарда тиісті шартты белгімен көрсетіледі (Сурет 1.33).

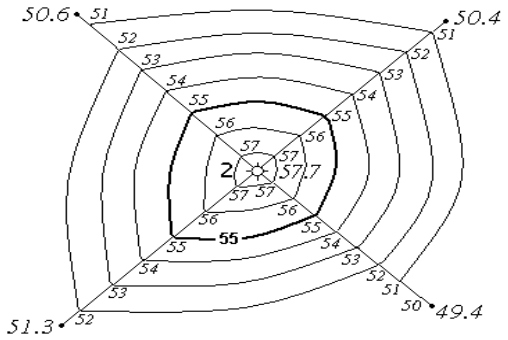


Сурет 1.33 – Жер бедерінің негізгі формаларын горизонтальдармен көрсету

Бедердің сипатына, масштабына және планның мақсатына байланысты бедердің көлбеу қимасының *h* биіктігін таңдайды. Инженерлік жобалау үшін әдетте *h*=1 м. Бұл жағдайда, *горизонтальдар* белгілер бір метрге тең болады.

Пландағы немесе картадағы *горизонтальдар* позиция интерполяция арқылы анықталады. 1.34-суретте 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57 м белгілері бар *горизонтальдармен* салуы көрсетілген. 5 м немесе 10 м көлденеңдер сызбада қалыңдатылған сызықтармен сызылады және олардың белгілері көрсетіледі. Көлденең белгілеуді, саны жоғарғы қараса бедердің биіктеу жағын көрсететіндей, етіп жазады. 1.34-суретте 55 м белгісі бар қалыңдатылған көлденең көрсетілген.

Салынды үлкен жерінде, үзік сызықтар қолданылады (*жартылай горизонтальдар*). Кейде, сызбаны көрнекі ету үшін, көлденең сызықтарға перпендикуляр, *горизонтальдар* бағытта (су ағынына қарай) орналастырылған ұсақ сызықшалар көрсетеді. Бұл сызықшалар *бергштрих* деп аталады [7].



Сурет 1.34 - Интерполирование

1.2 Жергілікті жерде арақашықтықтар, көлденең және тік бұрыштарды өлшеу. Бұрыштық және сызықтық өлшеу нәтижелерін өңдеу

1.2.1 Теодолиттер. Теодолиттердің жіктелуі. Теодолиттерді тексеру және түзету

Теодолиттік түсіру – бұл контурлық планды жасау үшін қажет жердегі сызықтардың бұрыштары мен ұзындығын өлшеу бойынша далалық жұмыстар. Бұл атауды геодезиялық бұрыштық өлшеу құралын – теодолитті қолдану арқылы алды.

Теодолит – көлденең және тік бұрыштарды және арашықтықты өлшеуге арналған геодезиялық құрылғы.

Т-30 теодолитінің құрылғысы 1.35-суретте көрсетілген.

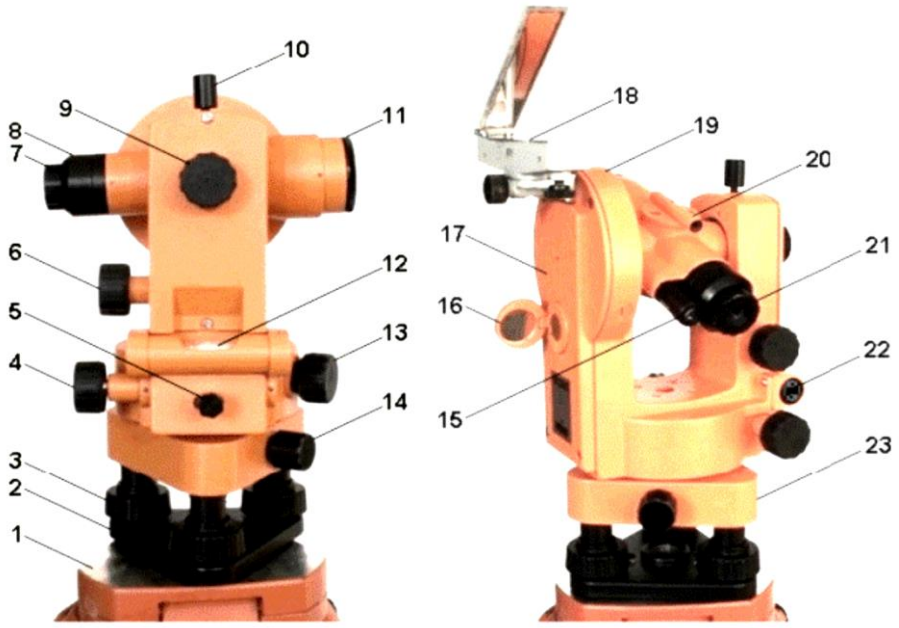
Трегер – үшбұрышты тұғыр, геодезиялық аспаптарды (теодолиттер, тахеометрлер, маркалар және т.б.) тағанға орнатуға арналған.

Теодолиттің көлденең шеңбері көлденең бұрыштарды өлшеуге қызмет етеді және лимб пен алидадтан тұрады. Тік шеңбер көлденең шеңберге ұқсас және тік бұрыштарды өлшеуге арналған.

Лимб – бұл теодолиттің жұмыс шарасы, ол бекітетін (қысқыш) бұрандасы бар бөлімшекпен сақина, оны бекітілген күйде бекітуге қызмет етеді және жетекші бұранда, ол лимбтың баяу және тегіс айналуына қызмет етеді. Көлденең және тік шеңберлер 1° арқылы бағдарланады. Көлденең шеңберде 0°-тан 359° дейін цифрландыру дөңгелек бар, ал тік шеңберде 0°-тан 75° дейін сектор бар. Қарапайым теодолитте лимб тірекпен мықтап бекітілген және айналмайды. *Қайталанатын теодолитте* лимб пен алидадты, алидад лимбпен бекітілген кезде, бөлек немесе бірге айналдыруға болады. Айналмалы лимбасы бар теодолиттерде алидад пен лимбты тек бір-біріне тәуелсіз айналдыруға болады.

Алидада – лимбпен бірге орналасқан аспаптың бөлігі. Алидаданың рөлін санау құрылғылары болып табылатын арнайы оптикалық жүйелер орындайды. Теодолиттерде бұл лимб үстінде орналасқан және айналатын шеңбердің

диаметрлерінің бірі. Алидада қозғалмайтын лимбке қатысты теодолиттің жоғарғы бөлігімен бірге өз осінің айналасында айнала алады, ал көлденең шеңбер бойынша кері санақ өзгереді. Егер алидада лимбпен бірге осьтің айналасында айналса (алидадтың қысқыш бұрандасы бекітіліп, лимба босатылса), онда көлденең шеңбер бойынша кері санақ өзгеріссіз қалады. Тік шеңбердің лимиті визуалды дүрбінің айналу осьіне мықтап бекітіліп, онымен бірге айналады, ал лимбтың нөлдік диаметрі дүрбінің көрінетін осьіне параллель болуы тиіс. Дүрбі айналған кезде тік шеңбердің алидадасы қозғалыссыз қалады.



1 – таған басы; 2 – тіреуіш (трегер); 3 – көтергіш бұрандалар; 4 – алидаданың жетекші бұрандасы; 5 – алидаданың бекіту бұрандасы; 6 – көру дүрбісінің жетекші бұрандасы; 7 – көру дүрбісінің окуляры; 8 – көру дүрбісінің жіп торының сақтандыру қалпақшасы; 9 – фокустау бұрандасы (кремальер); 10 – көру дүрбісінің бекіту бұрандасы; 11 – көру дүрбісінің объективі; 12 – алидадтағы цилиндрлік деңгей; 13 – көру түтігінің бұранда тұтқасы лимба; 14 – көлденең шеңбердің бекіту бұрандасы; 15 – микроскоптың окуляры; 16 – жарық айнасы; 17 – колонка; 18 – буссоль; 19 – тік шеңбер; 20 – оптикалық визир; 21 – окулярдың диоптриялық сақинасы; 22 – цилиндрлік деңгейдегі түзету бұрандалары; 23 – тұғыр

Сурет 1.35 – Теодолит Т-30 құрылғысы

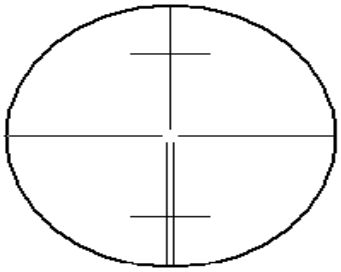
Көтергіш бұрандалар цилиндрлік деңгейдің көпіршігін ортасына (нөлге) келтіру үшін қолданылады.

Көру дүбірі теодолитпен жұмыс істеу кезінде алыс заттар мен нүктелерге (затты көру) жоғары дәлдікті бағыттауға арналған. Ол: линзадан, көзілдіріктен, фокустық линзадан, жіп торынан, кремальерден (түтік ішіндегі фокустық линзаны жылжытатын бұрандадан) тұрады. Осьтің екі түрі бар: визуалды (линзаның оптикалық орталығын жіп торының центрімен тікелей байланыстыратын визуалды ось деп аталады) және оптикалық (линзаның оптикалық орталығын және көзілдірікті тікелей байланыстыратын).

Жіп торы – бұл визуалды түтік объективі берген, кескін жазықтығында орналасқан, соққылар жүйесі. Тордың негізгі соққылары көлденең және тік жазықтықта құбырды бағыттау үшін қолданылады (Сурет 1.36).

Қос тік штрих *жіп биссекторы* деп аталады; биссектордың бақыланатын нысанаға дәл келуі, бір жіпке қарағанда дәлірек жасалады. Жіп торының немесе олардың бисекторларын алмастыратын осьтердің негізгі соққыларының қиылысу нүктесі *жіп торының қиылысуы* деп аталады.

Жіптердің торлары мен линзаның оптикалық ортасын байланыстыратын қосатын сызығы *құбырдың көрнекі осі* деп аталады, ал оның бақыланатын мақсатқа дейін жалғасуы – *көру сызығы*. Объектив пен окулярдың оптикалық орталықтары арқылы өтетін сызық түтіктің *оптикалық осі* деп аталады. Мақсатқа тұру жері кезінде бақылаушы құбырдың көру өрісінде жіп торының штрихтарын және қарастырылып отырған заттың бейнесін анық көруі тиіс.



Сурет 1.36 - Теодолиттің жіп торы

Деңгей – жұмыс кезінде лимб жазықтығының көлденеңдігін бақылайтын құрылғы. Деңгейдің мынадай түрлері бар: цилиндрлік және дөңгелек.

Теодолиттердің жіктелуі. Теодолиттер дәлдігі, лимб бойынша есептеу әдісі, құралы бойынша, тағайындалуы және басқа белгілері бойынша ерекшеленеді.

Дәлдігі бойынша теодолиттер былайша бөлінеді:

1. *жоғары дәлдіктегі*, олардың көмегімен көлденең бұрыш орташа квадраттық қателікпен ± 0,5" - тен ± 1" дейін бір толық қабылдаумен өлшенеді;

2. *дәлдік*, көлденең бұрышты бір қабылдаумен өлшеуге мүмкіндік береді, орташа квадраттық қателік ± 2" - ден ± 15" дейін;

3. *техникалық* – орташа квадраттық қателікпен ± 20" ± 60" дейін.

Көлденең бұрышты өлшеудің орташа квадраттық қателігі теодолиттің атауында сандармен көрсетіледі, мысалы Т2, Т5, Т30.

Теодолит санында тура бейнесі бар көру дүрбісін қолданған жағдайда П әрпі қосылады, мысалы, көлденең бұрышты өлшеудің орташа квадраттық қателігі ± 30" және тік кескін дүрбісі бар, 2Т30П және 4Т30П – теодолиттер. Санның алдындағы 2 және 4 сандары бар, бұл теодолиттердің екінші және төртінші шығарылу кезеңдеріне сәйкес келетіндігін білдіреді, яғни Т30 теодолитіне қарағанда жетілдірілген.

Құрылымы бойынша теодолиттер бөлінеді: қайталанатын және қарапайым. Қайталанатын теодолиттерде лимб пен алидадтың жеке және

бірлескен айналуы болады, бұл көлденең бұрыштарды өлшеу үшін бұрыштың мәнін бірнеше рет қою арқылы (бұрыштарды қайталау әдісімен өлшеу кезінде) мүмкіндік береді. Қарапайым теодолиттерде цилиндрлік тік ось алидадамен қатаң бекітілген.

Шеңберлер жасау *материалдары* мен есеп алу құрылғыларының құрылымына *байланысты ажыратылады*:

- металл шеңберлермен және верньерлермен;

- шыны шеңберлермен – есеп алу құрылғысы – штрихты немесе бөлікті микроскоп және оптикалық микрометрмен.

Тағайындалуы бойынша: маркшейдерлік, жобалау және басқа болып бөлінеді.

Тексеру және түзету. Әрбір теодолит көлденең және тік бұрыштарды, өлшеу схемасынан туындайтын, белгілі бір оптикалық-механикалық және геометриялық жағдайларға сәйкес келуі тиіс. Тасымалдаудан кейін немесе жұмысқа жасау кезінде теодолит сыртқы тексеруден, сынақтардан және тексерулерден өтеді (Сурет 1.37).

Теодолиттің негізгі тексерулері және олардың түзетулері:

1) *Көлденең деңгей тексеру* – Горизонталь алидадада орналасқан цилиндрлік деңгей осі алидаданың айналу осьіне перпендикуляр болуы тиіс.

Тексеруді орындау:

1. Аспапты горизонт жағдайына келтіреміз;

2. Екі көтергіш бұранданың бағыты бойынша *деңгейді* орнату және олардың көмегімен көпіршікті нөлге келтіреді;

3. Алидаданы 180° бұрайды.

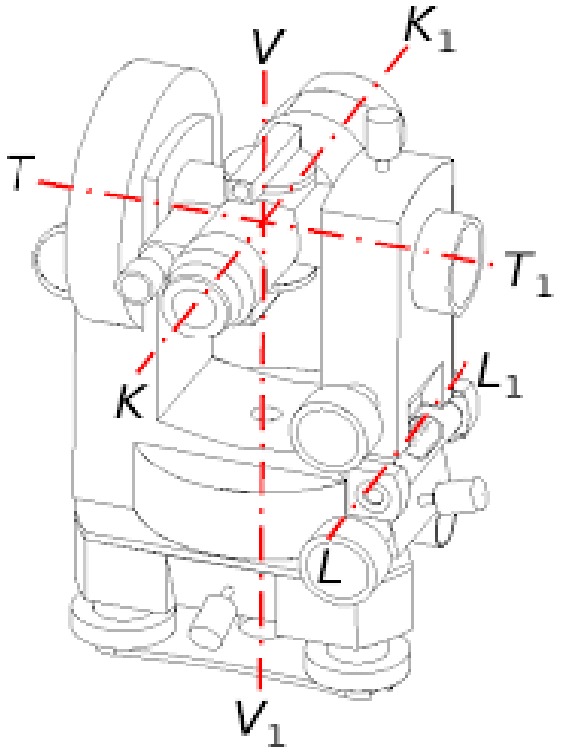
Егер *деңгей* көпіршігі нөлдік нүктеде қалса, онда қажетті шарт орындалды – *деңгей* осі алидаданың айналу осьіне перпендикуляр болды. Ауытқу жағдайында, түзету бұрандаларымен оның көлденеңін өзгертіп, көпіршікті нөлдік нүктеге қарай ауытқудың жартысына ауыстырады. Тексеру, көпіршіктің жылжуы цилиндрлік деңгейдің бір бөлінуінен аз болуын қамтамасыз ету үшін, қайталайды.

2) *Жіп торын тексеру* – жіп торының тік штрихы көру дүрбісінің айналу осьіне перпендикуляр болуы тиіс.

Тексеруді орындау: Жіп торының тік штрихын нүктеге келтіріп, көру дүрбісінің жетекші бұрандасымен оны көлбеу өзгертеді. Егер нүктенің кескіні штрихтан сырғып кетпесе, жіп торын бұру тиіс. Мұны істеу үшін, көзілдіріктің корпусын бұрып, оны көру дүрбісінің бекітетін төрт бұрандасын босатады (Сурет 1.38).

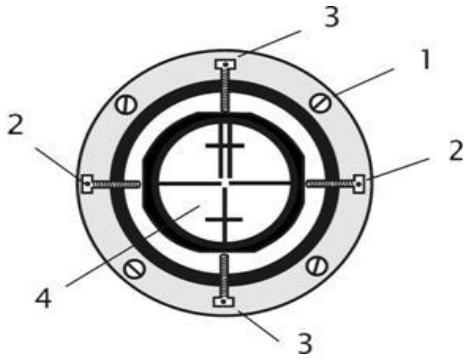
3)Көздеу осынің тексеруі – көру дүрбісінің көздеу осы көру дүрбісінің айналу осьіне перпендикуляр болуы тиіс

Тексеру принципі: егер көздеу осы көру дүрбісінің айналу осьіне перпендикуляр болса, онда тік шеңберден әртүрлі жағдайында көлденең шеңберден алынған есебі («сол жақ» - СШ және «оң жақ» - ОШ) бір нүктеде айырмашылықтары 180º болады.



V-V1 – аспаптың айналу тік осьі;
T-T1 – көру дүрбісінің айналу осьі;
K-K1 – көру дүрбісінің көздеу осьі;
L-L1 – көлденең дөңгелек алидадының цилиндрлік деңгейінің осі

Сурет 1.37 – Теодолиттің негізгі геометриялық осьтері

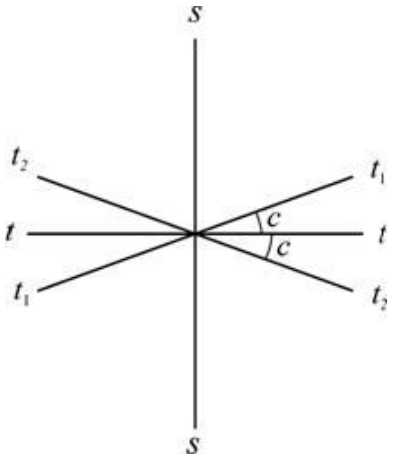


1– окуляр бекіту бұрандасы;
2, 3 – жіп торының көлденең және тік түзету бұрандалары
4 – жіп торы

Сурет 1.38 – Жіп торын бекіту

Егер есеп алу айырмашылығы 180° өзгеше болса, онда көру дүрбісінің айналу осьі көздеу осьіне перпендикуляр емес (Сурет 1.39). Бұл ретте, СШ және

ОШ тиісті есеп алуы, дұрыс мәндерден *коллимациялық қате* атауын алған бірдей шамаға – *с* ерекшеленеді.



ss – көздеу ось;
tt - көру дүрбісінің айналу осынің дұрыс орналасуы;
t_1t_1, t_2t_2 – оң және сол жақ көру дүрбісініңтайналу осынің орналасуы

Сурет 1.39 – Көздеу осынің тексеру

Тексеруді орындау:

1. СШ және ОШ екі орналасуында қашықтағы нүктеге көздеу;

2. Теодолиттің қос дәлдігінен аспауы тиіс, коллимациялық қателікті есептеу, мынадай формула бойынша анықталады:

$$c = (C\text{Ш} - \text{СО} \pm 180°)/2 \qquad (1.10)$$

3. Егер коллимациялық қателік рұқсат етілген мәннен үлкен болса, онда алидаданың жетекші бұрандасымен көлденең (СШ - с) немесе (ОШ+ с) тең дұрыс санауды орнатады. Бұл жағдайда жіп торының ортасы нүктенің кескінінен ауысады. Жіп торының бұрандаларын жабатын қақпақты бұрап, тік түзету бұрандаларының бірін босатып және көлденең түзету бұрандаларымен әрекет ете отырып, жіп торының ортасын нүкте бейнесімен біріктіреді. Бос бұрандаларды бекітіп, тексеру қайталанады.

4) Көру дүрбісінің *айналу осын тексеру* – көру дүрбісінің айналу осі алидаданың айналу осыне перпендикуляр болуы тиіс.

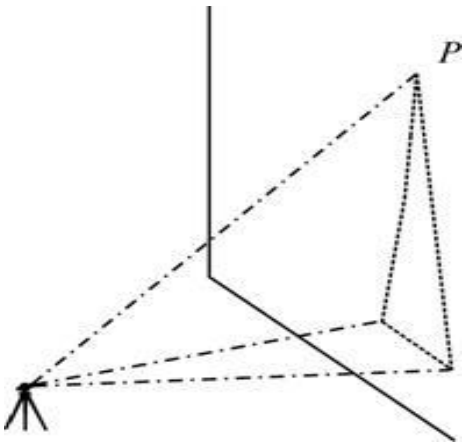
Тексеруді орындау:

1. Теодолит ғимарат қабырғасына жақын орнатылады, 25° - 30º көлденең бұрышта жоғары орналасқан *P* нүктесіне көздейді (Сурет 1.40).

2. Көру дүрбісінің горизонталь жағдайға келтіріп, қабырғаға жіп торының центр проекциясын белгілейді.

3. Көру дүрбісінің зенит арқылы аударып, қайтадан *P* нүктесіне көздейді және оның проекциясын белгілейді.

Егер нүктенің екі проекциясының суреттері жіп торының бисекторынан асып кетпесе, талап орындалды деп саналады. Әйтпесе, көру дүрбісінің айналу осынің орнын түзетуі қажет. Осьтің қисаюын өзгерту арқылы түзету шеберханада жасалады [8].



Сурет 1.40 - Көру дүрбісінің айналу осын тексеру

1.2.2 Көлденең және тік бұрыштарды өлшеу әдістері мен тәсілдері

Көлденең бұрыштарды өлшеу. Көлденең бұрыш – бұл бұрыштың жоғарғы жағындағы тік сызық арқылы өтетін, екі тік жазықтықтың арасындағы екі қырлы бұрышқа сәйкес келетін көлденең жазықтықтағы бұрыш. Көлденең бұрыштар 0° - дан 360° дейін өзгереді.

Жұмыс алдында теодолит бұрыштың жоғарғы жағына орнатылып жұмыс жағдайына келтіреді. Егер өлшеулер Жер бетінде орындалса, бұрыштың жақтарының бағыты қадалармен белгіленеді. Жер асты жағдайларында тіктеуіштермен немесе арнайы сигналдармен белгіленеді. Теодолитті жұмыс жағдайына келтіру екі операциядан тұрады – *орталықтандыру, горизонттау*.

Орталықтандыру әдісі теодолиттің тік осын бұрыштың (нүктенің) жоғарғы жағына орналастырудан тұрады және тіктеуіштің көмегімен жүзеге асырылады.

Теодолит нүктенің үстіне таған басының жоғарғы жазықтығы көлденең болатындай етіп орнатылады, тік сызықтың ұшы нүктеге бағытталады (қазіргі теодолиттер, орталықтандыруды жеңілдететін және дәлдікті арттыратын, оптикалық центрлермен жабдықталған).

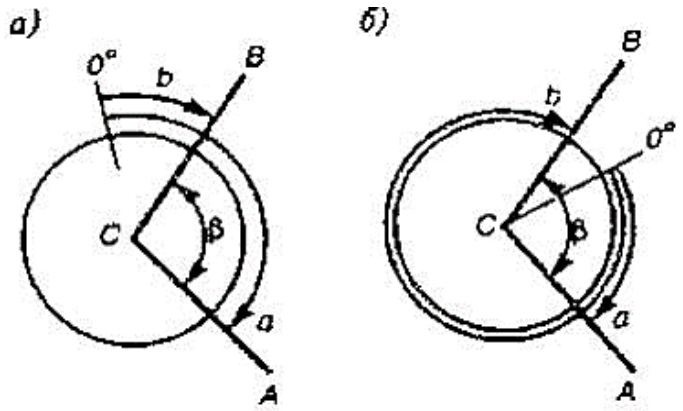
Горизонт жағдайға келтіру әдісі теодолиттің тік осын тік күйге келтіру болып табылады. Ол үшін алидада көлденең дөңгелегінде цилиндрлік деңгейді 2-көтергіш бұранданың бағыты бойынша орнатылады және оларды қарама-қарсы бағытта бұрап, деңгей көпіршігін есептелген нүктенің ортасына шығарады; алидаданы босатып, деңгей 3-бұранданың бағыты бойынша орнатып және соңғысын бұру арқылы, көпіршікті қайтадан ортаға шығарады. Теодолиттің көру дүрбісін зенит арқылы айналдырады.

Құрылғыны жұмыс жағдайына келтіргеннен кейін, бұрыштарды өлшейді. Көлденең бұрыштарды өлшеу кезінде айналдыра өлшеу әдістері мен қайталау әдісі қолданылады.

Айналдыра өлшеу әдісі бойынша, құрылғы *С* нүктесінде орнатылады (Сурет 1.41). Қозғалыссыз лимбамен, алидаданы айналдыру арқылы *А* артқы нүктесіне көздейді. Алдымен, оптикалық визирді көру дүрбісімен, көру аясында түскенше, қолмен көздеу жасалады. Содан кейін алидаданың бұрандалар мен көру дүрбісін бекітіп, және көру дүрбісі заттқа фокустап, алидаданың бағыттаушы бұрандалар мен көлденең шеңбер дүрбі арқылы, көзду жасайды. Содан кейін, *а* көлденең шеңбер бойынша санайды және өлшеу журналына жазады.

Көлденең бұрыштың бағыты бойынша сол жақ бұрышын өлшеу және есептеу ұқсас реттілік бойынша жүргізіледі, тек сол жақ бұрыш әрбір жарты мысалда, алдыңғы және артқы нүктелердегі кері есептеулердің айырмасы ретінде есептеледі.

Алидаданы босатып, *В* алдыңғы нүктесіне көздейді, *b* санағын алады. Сонда β бұрышының бағыты бойынша, оң жақ мәні формула бойынша артқы және алдыңғы нүктелердегі үлгілердің айырмашылығы ретінде анықталады:



Сурет 1.41Айналдыра өлшеу әдісімен бұрышты өлшеу сызбасы:
а - есептелген бұрыштан тыс нөлдік лимбаны орналастыру кезінде,
б - есептелген бұрыштың ішіне нөлдік лимбаны қою кезінде

$$\beta_{сш} = a - b \qquad (1.11)$$

және алдыңғы нүктелердегі үлгілердің айырмашылығы ретінде анықталады:

$$\beta_{сш} = a - b \qquad (1.11)$$

Барлық осы әрекеттер бір жартылай әдісті құрайды. Содан кейін, алидаданы 90° өзгертіп, сол нүктеге бұрайды. СШ-дағы β мағынасын есептейді.

Екі жартылай қабылдау бір толық қабылдауды құрайды. Нәтижелердің алшақтығы теодолиттің есептеу құрылғысының екі есе дәлдігінен аспауы тиіс:

$$\beta = \frac{\beta СШ + \beta ОШ}{2} \quad (1.12)$$

Қайталау әдісімен өлшеуі бойынша нәтижесіндегі қателіктерді азайту арқылы, жеке көлденең бұрыштың өлшеу дәлдігін біршама арттыруға мүмкіндік береді. Әдістің мағынасы есептелетін бұрыштың шамасын лимбаға бірнеше рет (n) қою болып табылады. Есептеулер тек бақылаудың басында (a) және соңында (b) алынады, ал β бұрышының мағынасы формула бойынша есептеледі:

$$\beta = (b - a)/n. \quad (1.13)$$

Тік бұрыштарды өлшеу. Тік бұрыштарды өлшеу үшін теодолиттің тік шеңбері қызмет етеді, ол көру дүрбісінің осьіне қатаң бекітіліп, онымен бірге айналады.

Тік бұрыш – теодолиттің көрнекі осьі мен көлденең жазықтықтың арасындағы бұрыш. Тік бұрыштарды өлшеуі анықтау үшін жүргізіледі:

- жер бетіндегі сызықтардың көлденең төсемдері үшін;
- жер бетіндегі нүктелер арасындағы өсімшелер үшін.

Тік бұрыштарға көлденең бұрышы мен зенитік қашықтық жатады.

Көлденең жазықтық пен жергілікті жер сызығының бағыты арасындағы бұрыш *көлбеу бұрыш* деп аталады және ν әрпімен белгіленеді. Көлденең бұрыштары оң (+) және теріс (-) болады.

Зенит пен жергілікті жер сызығының бағыты арасындағы бұрыш *зениттік қашықтық* деп аталады және z әрпімен белгіленеді. Зениттік қашықтық әрқашан оң болады.

Бір бағыттағы көлбеу бұрыш пен зениттік қашықтық арақатынаспен байланысты:

$$v = 90 - z \text{ немесе } z = 90 - v. \quad (1.14)$$

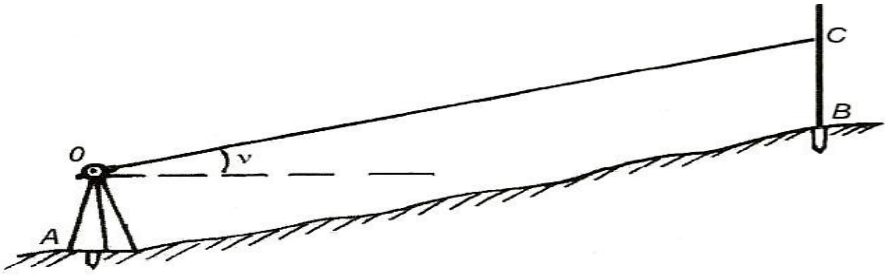
Көздеу сызығының еңіс бұрышының мәні тік жазықтықтағы екі бағыт бойынша есептеулердің айырмашылығына тең. Бағыттардың бірі көздеу көру дүрбісінің осьінің көлденең жағдайына сәйкес келуі тиіс. Бұл жағдайда тік шеңбер бойынша кері санақ нөлге тең болады, градус немесе нөлге жақын, *нөл орны* (НО) деп аталады.

Тік шеңбердің *нөлдік орны* – тік шеңбердің кері санағы, көру дүрбісінің осьінің көлбеу орналасуында және кері санақ құрылғысының бастапқы жағдайы. Деңгей мен көтеру бұрандаларын қолдана отырып (Т30 және 2Т30 теодолиттерінде, көлденең және тік бұрыштарды өлшеу кезінде қолданылатын, бір цилиндрлік деңгей бар) теодолиттің айналу осі тік күйге келтіреді, СШ және ОШ кезінде кез-келген бекітілген және айқын көрінетін нүктені бақылайды, тік шеңбер бойынша есептеулер жүргізеді және формулаларға сәйкес нөлдік жердің мәндерін есептейді:

$$НО = \frac{(СШ + ОШ \pm 180)}{2} \text{ (Т30 үшін);}$$

$$НО = \frac{СШ + ОШ}{2} \text{ (2Т30 үшін).} \qquad (1.15)$$

ν және НО көлденең бұрышын көру дүрбісінің екі жағдайында бақыланады, көздеу кезінде алынған екі нысаналау нәтижелері бойынша, анықтауға болады: «сол жақ шеңбер» (СШ) және «оң шеңбер» (ОШ) (Сурет 1.42).



Сурет 1.42 – Сызықтық көлденең бұрышын өлшеу сызбасы

Тік бұрыштарды өлшеу алдында теодолит орталықтау және горизонт арқылы жұмыс жағдайына келтіріледі. Тік бұрышты өлшеу тәртібі келесі әрекеттерді орындау бойынша жүргізіледі:

1) орташа жіп торы жіп бақылайтын нысанаға бағытталады;

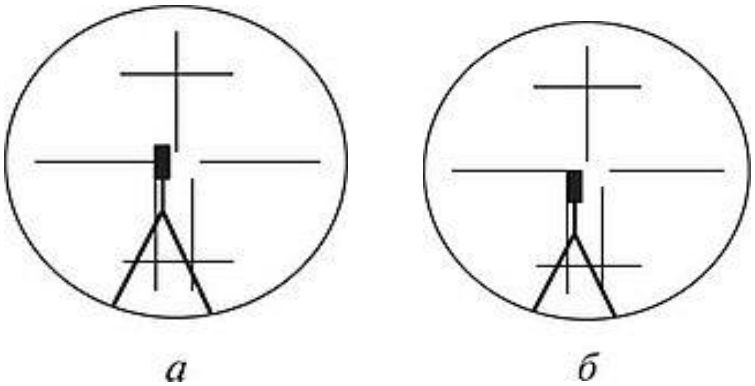
2) цилиндрлік деңгейдегі көпіршіктің жағдайы тексеріледі;

3) егер көпіршік ауытқып кетсе, онда осы сызықтың бағытында орналасқан көтергіш бұранданың көмегімен ол нөл-пунктке келтіріледі;

4) көру дүрбісінің жетекші бұрандасын қолдана отырып, ортаңғы жіп қайтадан нүктеге бағытталады, мысалы, визер цилиндрінің жоғарғы жағына (Сурет 1.43- теодолит түтігінің көру өрісінде тікелей бейнесі көрсетілген);

5) тік шеңбер бойынша кері санақ алынады;

6) осыдан кейін көру дүрбісі зенит арқылы аударылады, және сипатталған әрекеттер тік шеңбердің басқа жағдайында қайталанады.



Сурет 1.43 – Тік бұрышты өлшеу кезінде нысананы баөылау:
а – дұрыс емес; *б* – дұрыс

1.2.3 Бұрыштық өлшеу нәтижелерін өңдеу

Станцияда (теодолит тұрған нүктеде) бұрышты өлшеу алдында теодолиттік түсіру журналын толтырады. Жазбалар шарикті қаламмен, ұқыпты, түзетусіз жүргізіледі.

Көлденең бұрыштарды өлшеу нәтижелері далалық журналға жазылады, үлгі 1.3-кестеде келтірілген.

Кесте 1.3 - Қабылдау тәсілімен көлбеу бұрыштарды өлшеу журналы (Сурет 1.41)

№№ Станция	Бағыттау нүктелері	СШ/ОШ	Санақтар	Бұрыш	Орташа бұрыш
С	А	СШ	278°20'	33°21'	33°21'30"
	В	СШ	244°59'		
С	А	ОШ	43°38'	33°22'	
	В	ОШ	10°16'		

Ескертпе: Есептеу формулалары бөлімнің 1.2.2 тармағында келтірілген.

Далалық журналдағы тік бұрыштарды өлшеу нәтижелері 1.4-кестеде келтірілген.

Кесте 1.4 - Тік бұрыштарды өлшеу журналы (2Т30)

Нүкте		Тік шеңбердің орналасуы	Тік шеңбер бойынша есептеулер	НО нөл орны	v көлдеу бұрыш
тұру жері	визилауы				
А	В	СШ	+2°16'	+0°00,5'	+2°15,5'
		ОШ	-2°15'		
	С	СШ	-4°34'	-0°00,5'	-4°33,5'
		ОШ	+4°35'		

Көлбеу бұрышы *v*, көлденең орналасқан нысанаға бағытталған дүрбімен және дүрбі бойынша есеп алу айырмашылығына тең.

$$v = СШ - НО = НО - ОШ + 180^0 (Т30\ үшін), \quad v = \frac{СШ+ОШ}{2}\ (2Т30\ үшін) \quad (1.16)$$

1.16 формуласынан:

$$v = (СШ - ОШ + 180^0)/2\ \ (Т30\ үшін) \quad (1.17)$$

Кейбір жағдайларда, көлбеу бұрыштарды анықтай отырып, олар тік шеңбердің бір позициясында (сол және оң) өлшеулермен шектеледі [8, 9].

1.2.4 Жергілікті жерде арақашықтықты өлшеу әдістері мен тәсілдері

Сызықтық өлшеу – бұл арнайы құрылғылар мен құралдардың көмегімен белгілі бір реттіліктегі нүктелер арасындағы қашықтықты анықтау. Сызықтық өлшеу құралдарында өлшеуіш таспаны қолдана отырып, қарапайымнан заманауи құрылғылардың көмегімен қабырға ұзындықтарын жоғары дәлдікке дейін түрлері болады.

Қашықтықты өлшеудің келесі түрлерге бөлінеді: жанама, тікелей.

Өлшеудің жанама түрлеріне жатады:

Рулеткалық өлшеу. Бұл белгілі бір орналасуы бар бастапқы пунктен, нүктеден бастап анықталғанға дейін немесе сызыққа (мысалы, тазалағыш қоршау сызығына) дейінгі сызықтардың ұзындықтарының мәндерін, металл рулетка көмегімен, анықтауға болады.

Өлшемді таспасымен өлшеу. Бұл схема рулетка өлшеміне ұқсас. Айырмашылығы, өлшемді жиынтығына, шкаласыз түйреуіштер мен таспалар кіреді, сондай-ақ айтарлықтай қашықтықта сызықтық туралауды орнату үшін қосымша кезеңдер қолданылады.

Сызықтық өлшеудің тағы бір тәсілі, *негізгі құрылғымен* жақтарды дәл өлшеу. Бұл өлшемді таспасымен өлшеуге ұқсас, бірақ өлшеу ұзындығының айырмашылығы (24 м) және оған инварлық сым мен тағандар қолданылады. Бұл құрылғы 1 және 2 класты геодезиялық желілерде негізгі жақтарды орнату үшін қолданылды.

Тікелей өлшеу түрлеріне жатады:

Қашықтықты өлшеуіштің оптикалық принциптеріне негізделген арақашықтықты өлшеу. Оның мәні – қашықтық өлшегіштің төменгі және жоғарғы жіптері арасындағы сантиметрлік бөліністер саны бойынша тұру (құрал) және көріну (тақтайшада) нүктелері арасындағы ұзындықты (тұрақты коэффициенті К=100) жіптердің көмегімен табу.

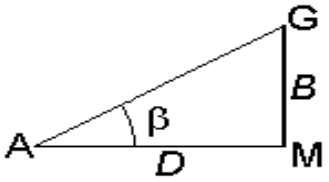
Қазіргі уақытта арақашықтықты анықтаудың ең дәл және қол жетімді әдісін импульсті немесе фазалық (дәлірек) принциптерге негізделген *жарық қашықтық өлшеу* деп санауға болады.

Физика-оптикалық құрылғыларды қолдана отырып, сызықтардың ұзындығын өлшеу дегеніміз – базис көрінетін бұрыштың функциясын (оптикалық қашықтық өлшегіштер) немесе есептелетін сызықтың соңғы нүктелері (электромагниттік қашықтық өлшегіштер) арасында электромагниттік толқындардың таралу уақыты мен жылдамдығының функциясын анықтау.

Физика-оптикалық қашықтық өлшегіштердің артықшылығы – өлшеу жылдамдығы, жоғары дәлдік және маршрутты дайындамай үлкен қашықтықты өлшеу мүмкіндігі: сызықтың соңғы нүктелері арасындағы оптикалық көрініс қажет. Оптикалық қашықтық өлшегіштердің идеясы параллактикалық үшбұрыштың шешіміне негізделген, онда кіші (параллактикалық) бұрыш β және оған қарама-қарсы B катеті (база) арқылы, D қашықтықты формула бойынша анықтайды:

$$D = B \times ctg\beta \,. \qquad (1.18)$$

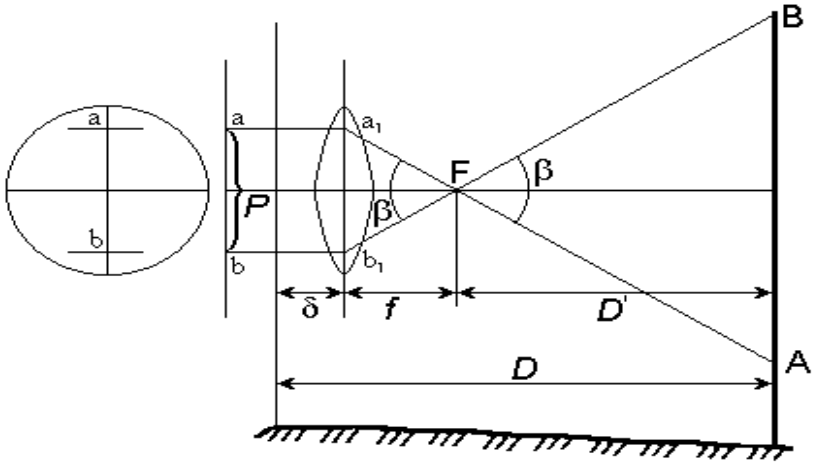
Шамалардың бірі (*B* немесе *β*) тұрақты болып санайды, ал екіншісіні өлшейді. Осыған байланысты, тұрақты базасы және ауыспалы бұрышы бар немесе тұрақты бұрышы және ауыспалы базасы бар оптикалық қашықтық өлшегіштер бөледі (Сурет 1.44).



Сурет 1.44 – Параллактикалық ұшбұрыш

Аспаптық әдіспен жердегі қашықтықты өлшеудің бірнеше әдістеріне бөлінеді:

Жіп тәрізді оптикалық қашықтық өлшеуіш. Ең көп тараған – тұрақты параллактикалық бұрышы бар жіп тәрізді қашықтық өлшегіші. Көру дүрбісінде құрылғы бойынша өте қарапайым және барлық геодезиялық аспаптар бар. Мұндай құбырлардың жіптерінің торында, негізгі тік және көлденең жіптерден басқа, *қашықтық өлшегіш* деп аталатын қосымша штрихтар (жіптер) болады. Олардың көмегімен қашықтық өлшегіш рейка бойынша жер бедерінің нүктелері арасындағы *D* арақашықтығын анықтайды (Сурет 1.45). Қашықтық өлшегіш жіптер a және b әріптерімен белгіленеді.



Сурет 1.45 – Өлшеудің қашықтық әдісі

Қашықтықты анықтауды есептеу формуласы:

$$\mathrm{D} = \mathrm{D}' + f + \delta \,. \qquad (1.19)$$

мұндағы D' – объективтің алдыңғы фокусынан рейкаға дейінгі қашықтық;

f – линзаның фокустық ұзындығы;

δ – теодолиттің айналу осынен объективке дейінгі қашықтық [10].

1.2.5 Сызықтық бақылау нәтижелерін өңдеу

Бұрыштық өлшеудегі сияқты, сызықтық бақылаулардың санақ деректері өлшеу журналына жазылады. Егер рулетка және өлшемді әдісімен санақ қарапайым түрде енгізілсе, онда жіп әдісі есептеулермен жүргізіледі. *ABF* және a_1b_1F ұқсас үшбұрыштарын қарастырайық (Сурет 1.45):

$$ab/AB = f/D'. \tag{1.20}$$

мұндағы $ab = P$ – қашықтық өлшегіш жіптер арасындағы арақашықтық;

$AB = n$ – тақтайшадағы қашықтық өлшегіш жіптер арасындағы сантиметрлік бөліністердің саны.

Сонда,

$$D' = f/P \times n, \tag{1.21}$$

$$D = D' + f + \delta = f/P \times n + f + \delta. \tag{1.22}$$

f/P қатынасы диапазонды өлшеу коэффициенті деп аталады және *K* – мен белгіленеді, ал сомасы *(f +δ)* диапазонды өлшеу тұрақтысы болып табылады және *C* белгіленеді.

Сонда,

$$D = K \times n + C. \tag{1.23}$$

Қашықтық өлшегіш жіптер сантиметрлік бөлімдерде қашықтық өлшегіш коэффициенті К=100 болатындай етіп қолданылады. Әдетте *f* объективі 200 мм тең болса, Р = 2 мм тең болады, содан кейін К=100.

Қазіргі теодолиттерде қашықтық өлшегіш *C* тұрақтысы нөлге жақын, сондықтан есептелген қашықтықта метр саны қашықтық өлшеуіштегі метр санына тең:

$$D = K \times n = 100 \times n. \tag{1.24}$$

К = 100 және n = 124,3 см, кезінде мынадай мәнге ие:

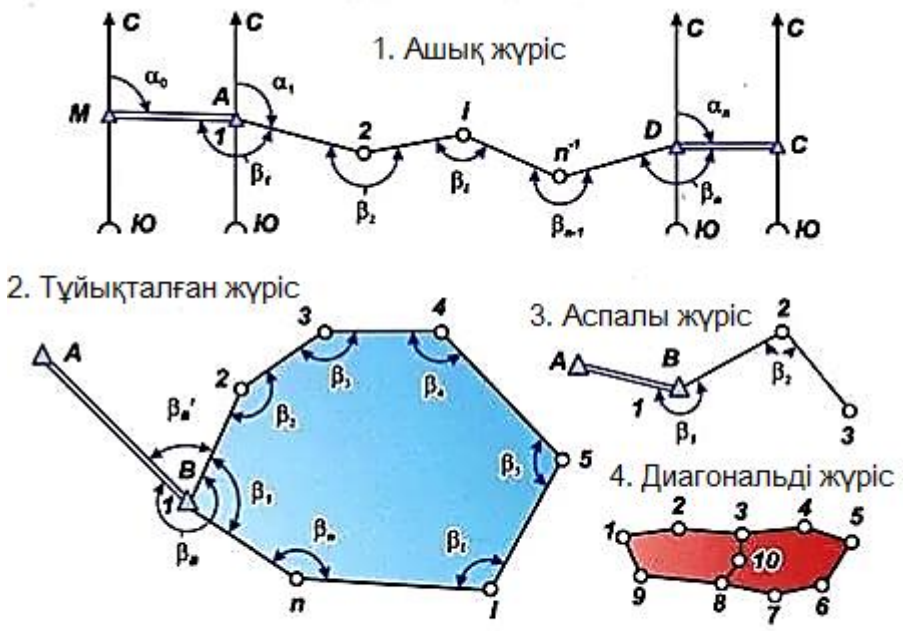
$$D = 100 \times 124{,}3 \text{ см} = 124{,}3 \text{ м [10].}$$

1.2.6 Геодезиялық түсіріс тораптары. Теодолиттік жүрістер

Жергілікті жер бедердің кескініне сіз жер планын алу теодолиттік түсіру немесе көлденең түсіру деп аталады.

Теодолит жүрістері геологиялық, жерге орналастыру жұмыстарында және т.б. кеңінен қолданылады.

Теодолиттік түсірісті орындау кезінде, кез-келген басқа түсіріс сияқты, олар негізгі принципті ұстанады – жалпыдан нақтыға көшу. Біріншіден, әртүрлі қозғалыстармен геодезиялық түсіру желісі (ГТЖ) деп аталатын геодезиялық торап жасалады. ГТЖ түрлері 1.46 суретте көрсетілген.



Сурет 1.46 - Теодолиттік жүріс түрлері

Формасы бойынша теодолиттік жүрістің мынадай түрлеріне бөлінеді:

- *тұйық жүріс* – жабық полигон (көпбұрыш) түріндегі торапты салу. Геодезиялық негіздеменің тірек пункттерінің біріне байлануы тиіс;

- *ашық жүріс* – тар ұзартылған учаскелер (жолдар, арналар, электр беру желілері және т.б.) үшін торапты төсеу. Бастапқы және соңғы нүктелерде бастапқы координаттар болуы тиіс;

- *аспалы жүріс* – негізгі теодолиттік жүрістен алшақ орналасқан нүктелердің орнын (жағдайды түсіру) анықтау үшін торапты салу. Геодезиялық негіздеме пунктіне бір ұшымен қосылады, бұрылыстың 3-4 шыңынан аспайды;

- *диагональды жүріс* – тұйық полигондар ішіндегі жер бедерін түсіру және оны бақылау үшін торапты салу.

Теодолиттік жүрістердің дәлдігі:

- 1-разрядты салыстырмалы қатесі 1:2000 артық емес;

- 1:1000 аспайтын салыстырмалы қатесі бар 2-разряд.

Теодолиттік түсіру кезіндегі жұмыстар кешені: алынатын учаскені барлаудан, жергілікті жердегі нүктелерді бекітуден, теодолиттік жүрістердегі сызықтардың бұрыштары мен ұзындығын өлшеуден, жер бедерін түсіруден, далалық өлшеу материалдарын өңдеуден, планды құрастырудан тұрады [1].

1.2.7 Алдырмас арақашықтықты анықтау

Теодолит жүрісін салу кезінде олардың жақтары өзендерден, каналдардан, жартастардан, батпақтардан және басқа кедергілерден өтіп, сызықты өлшемді құралымен өлшеу мүмкін болмайтын жағдайлар болуы мүмкін. Мұндай жағдайларда жанама өлшеулер қолданылады және бұл өлшеу процедурасы *алдырмас арақашықтықты анықтау* деп аталады.

Жергілікті жердегі алдырмас арақашықтықты анықтау үшін, өлшеулі болу үшін, қол жетімді базистер (b және b_1) таңдалады, мұнда олардың ұштарынан төңіректің анықталатын кесіндісінің бастапқы және соңғы нүктелеріне көріну болу керек (Сурет 1.47). b базистың ұзындығын, α, β үшбұрышындағы бұрыштарды өлшеп, қашықтықты 1.25 формула бойынша есептейді. Өлшеулер мен есептеулерді α_1, бақылау үшін, b_1 үшбұрышының екінші базисі, β_1 бұрыштары өлшенеді және қашықтық бірдей есептеледі. Базисті таңдағанда, оған қарсы бұрыш 150^0-ден артық емес және 30^0-ден кем болмауы тиіс.

Синус теоремасы бойынша үшбұрышты есептеп отырып, формуланы аламыз:

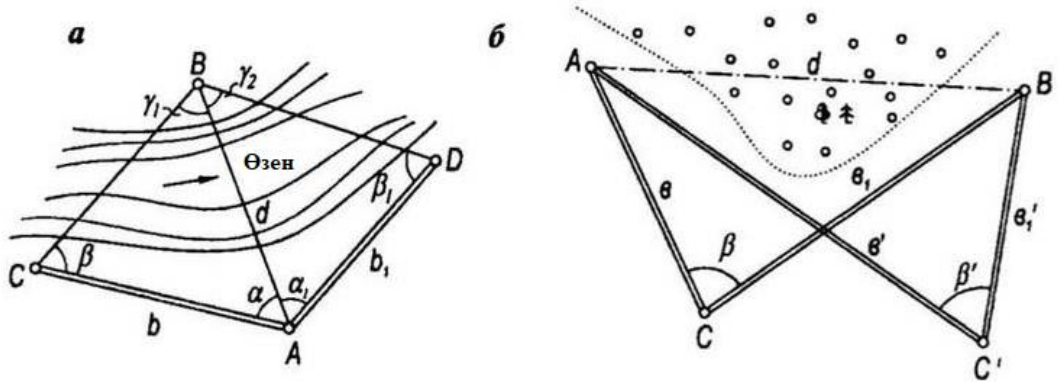
$$d = b\frac{\sin\beta}{\sin(a+\beta)}\ ; \qquad d = b_1\frac{\sin\beta_1}{\sin(a_1+\beta_1)}\ , \tag{1.25}$$

мұндағы d – жол берілмейтін қашықтық, м;

b, b_1 – базистер;

β, β_1, α, α_1– үшбұрыштардағы бұрыштар.

Алынған екі нәтиженің арасындағы айырмашылық анықталған қашықтықтың ұзындығынан 1: 1 000 аспауы тиіс. Алынған нәтижелерден орташа мән алынады [1].



Сурет 1.47 –алдырмас арақашықтықты анықтау сызбалар

1.2.8 Теодолиттік жүрістерде өлшенген бұрыштар мен кординат өсімшелерін теңестіру. Тура және кері геодезиялық есептер

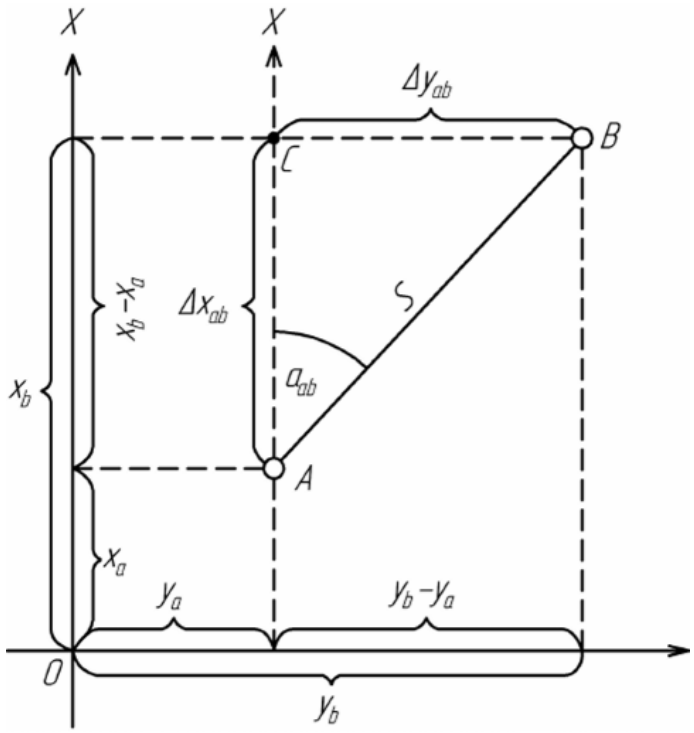
Теодолиттік түсіру материалдарын камералық өңдеудің түпкі мақсаты теодолиттік жүріс нүктелерінің координаталарын алу және план құру болып табылады. Теодолиттік түсіру материалдарын өңдеу кезінде жұмыстың негізгі бөлігі есептеумен байланысты. Барлық есептеулерді бақылау тиіс. Ол үшін аралық есептеулер мен соңғы нәтиженің дұрыстығын қосымша есептеулер, «екі рет» есептеулер және әртүрлі формулалар арқылы тексереді.

Теодолиттік жүрістердегі бұрыштық өлшеулерді өңдеу: координаттар ведомосын толтырудан; бұрыштардың практикалық және теориялық сомаларын есептеуден; бұрыштық түйістіру қатесін және оның қолжетімділігін анықтаудан; түйістіру қатесінен (бұрыштағы түзетулерді есептеу) тұрады.

Желілерді өлшеудің төзімділік қолайлы жағдайлары үшін– 1/2000, ал қолайсыз жағдайлар үшін - 1/1000. Егер полигонның периметрінде алынған түйістіру қатесін қолжетімді болса, онда түйістіру қатесі кері белгімен әрбір ось бойынша барлық өсулерге сызықтардың ұзындығына пропорционалды түрде бөлінеді.

Теодолиттік жүрісті өңдеу мысалы, 3-бөлімнің 3.2 тармағында сипатталған.

Нүктелердің тікбұрышты координаттарын есептеу үшін *тура геодезиялық есеп*, бағыт бұрышы мен қашықтықты есептеу үшін – *кері геодезиялық есеп* қолданылады (Сурет 1.48).



Сурет 1.48 – Тура және кері геодезиялық есептер

Тура геодезиялық есеп – бастапқы нүктенің координаталары мен келесі нүктеге қарайғы бағыттың дирекциондық бұрышы және нүктелердің арақашықтығы арқылы екінші нүктенің координаталарын анықтау.

Сызықтың кординаталар өсімшесін және оның бір нүктесінің координаталарын біле отырып, басқа нүктенің координаталарын есептеуге болады:

$$x_{\text{B}} = x_{\text{A}} + \Delta x_{\text{AB}},\ y_{\text{B}} = y_{\text{A}} + \Delta y_{\text{AB}}; \qquad (1.26)$$

$$\Delta x_{\text{AB}} = s_{\text{AB}} \times \cos\alpha_{\text{AB}},\ \ \Delta y_{\text{AB}} = s_{\text{AB}} \times \sin\alpha_{\text{AB}}. \qquad (1.27)$$

Тапсырма мысалы: 1 нүктенің координаттары бар: x_{A} =6135892,36 м, y_{A} = 5 236 638,21 м, s_{AB} = 462,80, $\alpha_{\text{AB}}=64^0 11{,}2'$. В нүктесінің координаттарын есептеу қажет.

Шешім: 1.26 формулалары бойынша есептеледі:

$$\Delta x_{\text{AB}} = s_{\text{AB}} \times \cos\alpha_{\text{AB}} = 462{,}30 \times (-0{,}43544) = +201{,}30 \text{ м},$$
$$\Delta y_{\text{AB}} = s_{\text{AB}} \times \sin\alpha_{\text{AB}} = 462{,}80 \times 0{,}90022 = +416{,}17 \text{ м}.$$

1.27 формулалары бойынша 2 нүктенің координаттары есептеледі:

$$x_{\text{B}} = x_{\text{A}} + \Delta x_{\text{AB}} = 6135892{,}36 \text{ м} + (+201{,}52) = 6136093{,}66 \text{ м},$$
$$y_{\text{B}} = y_{\text{A}} + \Delta y_{\text{AB}} = 5\,236\,638{,}21 + (+416{,}62) = 5237054{,}83 \text{ м}.$$

Кері геодезиялық есеп – бастапқы және келесі нүктенің координаталары арқылы бағыттың дирекциондық бұрышы мен осы нүктелердің арақашықтығын анықтау.

Сызықтың координаталарының өсуін біле отырып, бағыт бұрышы мен қашықтықты формулалар арқылы есептейді:

$$\tan\alpha_{\text{BA}} = \frac{\Delta y_{BA}}{\Delta x_{BA}} = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}\ , \qquad (1.28)$$

$$S_{BA} = \frac{\Delta y_{BA}}{\sin\alpha_{BA}} = \frac{\Delta x_{BA}}{\cos\alpha_{BA}}. \qquad (1.29)$$

Нүктелер арасындағы арақашықтық, Пифагор теоремасы бойынша есептеледі:

$$S_{BA} = \sqrt{\Delta x_{BA}^2 + \Delta y_{BA}^2}. \qquad (1.30)$$

Тапсырма мысалы: А нүктесінің координаттары бар: x_{A} = 6136093,66 м, y_{A} = 5237054,83 м және В нүктелері: x_{B} = 6135892,36 м, y_{B} = 5 236 638,21 м. Бағыт бұрышы мен арақашықтықты есептеу қажет.

Шешім: 1.29 формулалары бойынша дирекциондық бұрышын табады:

1. $tg_{\alpha_{BA}} = \frac{\Delta y_{BA}}{\Delta x_{BA}} = \frac{-416{,}62 \text{ м}}{-201{,}30\text{м}} = tg_{\alpha_{BA}} 2{,}06965 = 64{,}21137$

2. $r_{BA} = 64^0 12{,}7'$

3. Теріс белгілері бар Δx және Δy – IV ширек, мұндағы α=180^0+r, демек $\alpha_{BA} = 244^0 12{,}7'$.

1.30 формулаларына сәйкес қашықтықты есептейді:

$$s_{BA} = \frac{\Delta x_{BA}}{\cos\alpha_{BA}} = \frac{\Delta y_{BA}}{\sin\alpha_{BA}} = \frac{-201{,}30\text{ м}}{-0{,}43505} = \frac{-416{,}62\text{м}}{+0{,}90041} = 462{,}71\text{ м.}$$

Кері геодезиялық міндет, жобалау желілерінің ұзындығын есептеу, теодолиттік жүрістерді мемлекеттік геодезиялық желі пункттеріне, қоюландыру желілеріне және түсіру желілеріне байланыстыру кезінде, пункттен пунктке көріну болмаған кезде бағытты анықтау үшін, үлкен практикалық маңызы бар [3].

1.2.9 Километрлік торды салу, планға теодолиттік жүріс нүктелерін салу

Түсіру материалдарын өңдеудің кез-келген соңғы кезеңі – планды құру болып табылады. Планның құрамдас кезеңдерінің бірі – километрлік торды салу.

Километрлік тор Гаусс-Крюгер проекциясының координаттарында (өлшем бірлігі – метр) салынады. Километрлік торларды салу үшін қосымша бағдарламалық қамтамасыз ету қажет емес.

Теодолиттік түсірісті планға салу, километрлік (координаталық) тор құрудан басталады. Қабырғасы бар квадраттар түрінде тор құрады 10 см, және 1: 25 000 масштабтар үшін – 8 см. Тік тор сызықтары X осіне параллель, ал көлденеңдері Y осіне параллель алынады. Жұмыста штангенциркуль, координатор, Дробышев сызғышы немесе тұрақты шкаласы сияқты әр түрлі құралдар қолданылады.

X және Y үшін қанша квадрат салу керектігін анықтау үшін келесі өрнекті қолдану:

$$N_X = (X_{\max} - X_{\min})/d, \qquad N_Y = (Y_{\max} - Y_{\min})/d, \tag{1.31}$$

мұндағы X_{max} және Y_{max} – координаталардың ең үлкен мәні, тор ұзындығының еселіктеріне дейін дөңгелектеледі;

X_{min} және Y_{min} – төмен жақ;

d – квадраттың жердегі қабырғасының ұзындығы, м.

Координаталық торға өтпелі нүктелердің кескіні берілген масштабтағы координаттар тізімінен алынады.

Бір немесе екі нүктенің орнын анықтау және олардың қолданылуының дұрыстығын сызбадағы сызық бағытына сәйкес келуі керек бағытталған бұрыштың бағыты бойынша жүргізуге болады (Сурет 1.48). Сондай-ақ, олардың арасындағы қашықтық көлденең арақашықтықпен жақындасып

жатқанын тексеру қажет. Рұқсат етілген айырмашылық 0,2 мм-ден аспауы керек. Егер сәйкессіздіктер анықталса, координаттар торының сапасын және бөліктерін дұрыстығын тексеру қажет [6].

1.3 Нивелирлеу

1.3.1 Нивелирлеудің міндеті, түрлері және әдістері

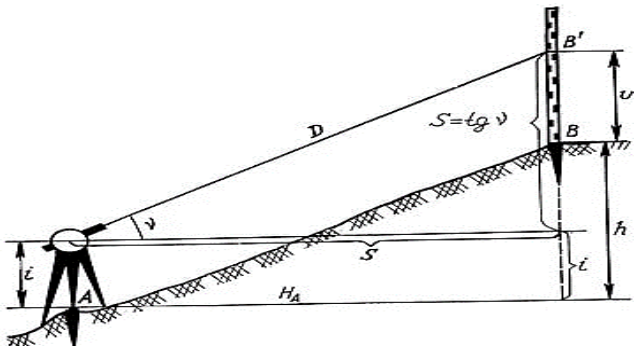
Кез-келген жобаны құру кезінде пландар мен карталарды қолдана отырып, жер бедері туралы түсінік алу, бір нүктенің екіншісінен қаншалықты жоғары немесе төмен екенін анықтау, яғни биіктікте жер бедерінің объектілерінің, контурларының орналасуын анықтау қажет болады. Ол үшін нивелирлеу қолданылады, оны *биіктік түсіріс* деп те атайды.

Нивелирлеу – қабылданған бастапқы бетке қатысты нүктелердің биіктік өсімшелерін (h) және биіктігін (H) анықтау үшін жасалған геодезиялық өлшемдер жиынтығы. Бастапқы беті Балтық теңізінің орташа деңгейлік бет болып саналады. Параграфтарда жер бетінің биіктігі мен биіктігін анықтау қарастырылған. Жер бедерінің артықтығы мен биіктігін анықтау белгі бөлімнің 1.1.3. кіші тарауында қарастырылған.

Биіктік өсімшені өлшеудің әртүрлі әдістерінің негізінде жатқан, физикалық принциптерге байланысты, нивелирлеудің келесі түрлері бар:

- *геометриялық нивелирлеу*, онда нүктелер арасындағы биіктік өсімше мөлшері көлденең сызықпен өлшенеді – көру сәулесімен;
- нүктелер арасындағы биіктік көлбеу көру сәулесімен өлшенетін – *тригонометриялық (геодезиялық) нивелирлеу*;
- жер бетіндегі нүктелердің координаттарын анықтауға арналған спутниктік технологияларды қолдануға негізделген, *спутниктік нивелирлеу*;
- *гидростатикалық нивелирлеу*, бұл жағдайда асып кету байланыс ыдыстарындағы тыныш күйдегі сұйықтықтың салыстырмалы түрде бос бетімен анықталады
- атмосфералық қысымның өзгеруі мен жер бедерінің берілген нивелирінің теңіз нивелирінен биіктігінің өзгеруі арасындағы тәуелділікке негізделген, *барометрлік нивелирлеу*;
- байланысатын ыдыстарда біркелкі көтеріліп немесе түсіп кететін сұйықтықтың салыстырмалы түрде еркін бетінің биіктік өсімшесін анықтауға негізделген, *гидродинамикалық нивелирлеу*;
- жердің физикалық бетінен жоғары ұшу биіктігін өлшеуге негізделген, *радиолокациялық нивелирлеу және әуе нивелирлеу*.

Тригонометриялық нивелирлеу – көлбеу көрнекі сәуленің көмегімен, геодезиялық аспаптар арқылы биіктікті анықтау әдістерінің бірі болып табылады. Әдістің мәні далалық өлшеулер жүргізгеннен кейін тригонометриялық функциялар жиынтығын пайдаланып есептеу биіктік өсімшені есептеу болып табылады (Сурет 1.49).



Сурет 1.49 - Тригонометриялық нивелирлеу

Нүктелер арасындағы биіктік өсімшелерді анықтау, көру сызығының көлбеу орналасуында жіп тәрізді қашықтық өлшегіштің көмегімен қашықтықты анықтау кезінде алынған деректерді қолдану арқылы жүзеге асырылады. Бұл жағдайда көлбеу бұрышын өлшеу көру дүрбісінің екі жағдайда (СШ және ОШ) орындалуы керек. Биіктік өсімше мәндер (метрмен) формулалармен анықталады:

$$h = \mathrm{S} \times \mathrm{tg}\, v + i - V, \qquad (1.32)$$

мұндағы v - көлбеу бұрышы;

i - аспаптың биіктігі;

S - бақыланатын нүктеден тақтайшаға дейінгі қашықтық;

V - бағыттау биіктігі.

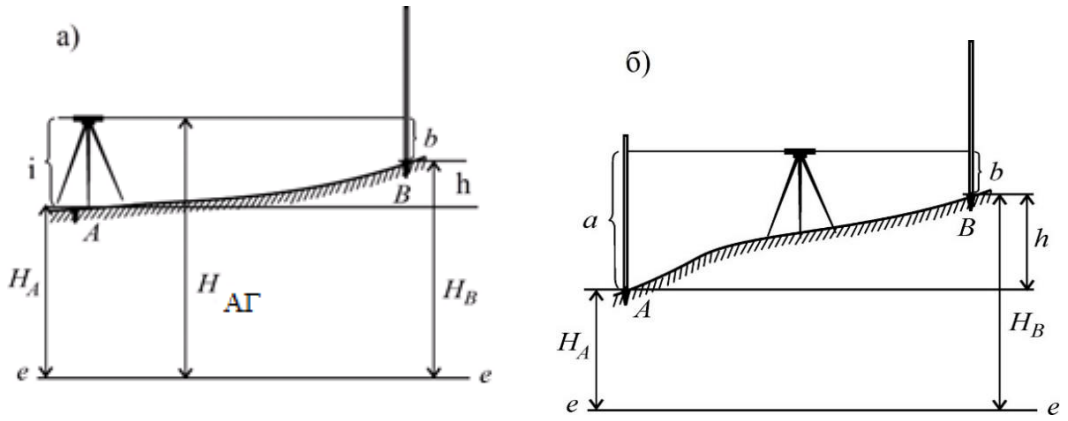
Жоғарыда келтірілген формулалар бойынша айқындалған биіктік өсімше мәндеріндегі айырмашылық ±0,01 м-ден аспауы тиіс.

Нивелирлеудің ең дәл түрі – *геометриялық нивелирлеу*. Ол көру сызығының және нивелирлік тақтайшаның көлденең орналасуын қамтамасыз ететін арнайы құралдардың – нивелирлердің көмегімен орындалады.

Геометриялық нивелирлеуді орындау. Алдынала жердегі нүктелерді нивелирлеу, жер бетінде қадалармен, кәшә ағаштармен бекітіледі. Нивелирлеу кезінде, оларға тік нивелирлік тақтайша орнатылады. Онымен жұмыс істеу үшін нивелирді орнату орны *станция* деп аталады, ал тақтайшаға дейінгі арақашықтық – нивелирлеу *иығы*.

Геометриялық нивелирлеудің екі әдісі бар: *алға* және *ортадан*.

Алға қарай нивелирлеу әдісі кезінде, құрылғы *а* станциясының нүктесінен жоғары орнатылады (H_A – А нүктесінің белгісі) және құрылғының биіктігін өлшейді – i, яғни асып кету анықталған нүктеден көлденең визуалды оське дейінгі тік сызықтың бөлігі. Іс жүзінде i тақтайшаның көмегімен өлшенеді, ол тұру нүктесінің үстіне орнатылады, ал магнитудасы тақтайшаға қарсы есептеледі (Сурет 1.50).



Сурет 1.50 - Нивелирлеу тәсілдері: а - алға; б-ортадан

B нүктесіне тақтайша орнатылады (H_B - *B* нүктесінің белгісі) және тақтайша бойымен бойынша кері санауды алады. Тақтайша бойымен есептеу (*b*) – бұл нысаналық оське дейін артуын анықтайтын нүктеден тік сызықтың кесіндісі.

A нүктесінен *B* нүктесінің *h* артуын алу үшін (Сурет 1.50, а), *B* нүктесінде тақтайшаны тік қояды және көздеу көлденең ось бойынша тақтайша бойымен санау жүргізіледі.

Алға әдіспен биіктік өсімше нивелирдің биіктігіне тең, минус тақтайша бойымен санау:

$$h = i - b\,. \tag{1.33}$$

Биіктік өсімше оң және теріс болады. Егер *A* – H_A нүктесінің биіктігі белгілі болса, *B* – H_B нүктесінің биіктігін анықтау үшін, онда аламыз:

$$H_B = H_A + h\,. \tag{1.34}$$

Ортасынан тәсілімен нивелирлеу әдісі кезінде тақтайшаны *A* және *B* нүктелеріне орнатады (Сурет 1.50, б), ал нивелир – дөңгелек деңгейдің көмегімен нивелирден бастап тақтайшаға дейін тең қашықтықта, шамамен осы екі нүктелер арасында, содан кейін, цилиндрлік деңгейді жұмыс қалпына келтіреді және тақтайша бойынша *a* және *b* кері санауды алады.

Ортасынан алынған әдіс кезінде нүктелер арасындағы биіктік өсімше артқы және алдыңғы тақтайшадағы үлгілердің айырмашылығына тең:

$$h = a - b\,, \tag{1.35}$$

мұндағы *h* – биіктік өсімше, м;

a – артқы тақтайша бойымен санау;

b – алдыңғы тақтайша бойымен санау.

Асып кету оң және теріс болады. *B* – H_B нүктесінің белгісін және *A* – H_A нүктесінің белгілерін анықтау үшін, құралдың горизонты анықталады.

Құралдың горизонты ($H_{АГ}$) – нивелирдің көрі дүрбісінің көру осінен бастап бастапқы нивелирлік бетке дейінгі тіктеуіш сызық бойындағы арақашықтық. Құралдың горизонты үстіне тақтайша орнатылған, плюс осы тақтайша бойымен кері санағандағы нүктенің биіктігіне тең.

$H_{АГ}$ көмегімен кез-келген нүктенің биіктігін осы станцияда есептеуге болады, мысалы, *B* нүктесінің биіктігі:

$$H_B = H_{АГ} - b. \qquad (1.51)$$

Тақтайша орнатылған нүктенің биіктігі минус осы тақтайша бойымен кері санағандағы, құралдың горизонтына тең.

Геометриялық нивелирлеу көмегімен:

- биіктіктерді қашықтыққа, мысалы, Кронштадт футштокынан немесе белгілі биіктіктері бар нүктелерден басқа нүктелерге беру;
- желілік типтегі трассаны нивелирлеу – жолдар, арналар, электр беру желілері және одан әрі;
- құрылыс алаңдарының, мелиоративтік жүйелердің бетін нивелирлеу және т.б.

Барлық осы жұмыс түрлері 10 – 100 км қашықтықта орындалады. Нивелирлеу дәлдігін арттыру мақсатында нивелир мен тақтайша арасындағы қашықтық 50 – 100 м, шекті қашықтық – 150 м шектеледі. Сондықтан, ұзын нысанды нивелирлеу кезінде, күрделі нивелирлеу қолданылады – бұл бір станциядан екінші станцияға өлшеу жұмыстары, ол жалпы нивелирлік қозғалысты құрайды [1, 8].

Полигондар мен нивелирлік қозғалыстар жүйесі мемлекеттік нивелирлік желі (МНЖ) болып табылады.

1.3.2 Мемлекеттік нивелирлік тораптар. Нивелирлеу белгілері

Мемлекеттік нивелирлік тораптар геометриялық нивелирлеу әдісімен құрылады және I, II, III, IV кластың нивелирлік тораптардан тұрады.

I және II кластардың нивелирлік тораптары жоғары дәлдіктегі нивелирлеуге жатады және биіктіктің негізгі базасы болып табылады, ол арқылы бүкіл ел бойынша биіктіктердің бірыңғай жүйесі құрылған. Нивелирлеу класы, периметрі 3000 дейін км, бірыңғай (Балтық) жүйеде II нивелирлі нивелирлік желінің негізі болып табылады. Периметрі 500 – 600 км болатын II класты нивелирлеу қалыңдататын желілерді нивелирлеу үшін негіз болып табылады. III және IV кластарды нивелирлеу топографиялық түсірулер үшін биіктіктердің бірыңғай жүйесін қамтамасыз етуге және инженерлік мәселелерді шешуге арналған, яғни олар I және II кластардың қалыңдататын тораптар.

I және II класты желілер арнайы әзірленген бағдарламалар мен схемаларға сәйкес құрылады, олар жалпы келесі талаптарға жауап береді:

- I кластағы нивелирлік желі периметрі шамамен 1200 км елді мекендерде және шамамен 2000 км тұрғылықсыз және жетуге жолы қиын аудандар қиылысында тұйық полигондарды құрайтын, меридиандар мен параллель бойындағы қолайлы трасса бойынша 1 км жүріске $m_{h\ км} \leq 0{,}5$ мм салынған геометриялық нивелирдің жүрісінен тұрады. Сонымен қатар, I класты желі ғылыми мақсатта – жер қыртысын зерттеу үшін қолданылады.

I класты нивелирлеу әр 25 жылда, ал сейсмикалық белсендіде – 15 жылда қайталанады.

- II кластағы нивелирлікторап I кластың тармақтарына сүйенетін және периметрі шамамен 400 км елді мекендерде және 1000 км дейінгі жетуге жолы қиын аудандар қиылысында полигондарды құрайтын геометриялық нивелирлеуден тұрадын. Сонымен қатар, I класты торап ғылыми мақсатта – жер қыртысын зерттеу үшін қолданылады.

II класты нивелирлік, тор периметрі бойынша қиылыста полигондар түзетін және I класты нүктелерге негізделген, геометриялық нивелирлеудің жеке қозғалыстарынан тұрады, 400 км тұрғылықты болатын және одан бұрын 1000 км тұрғылықсыз аудан жерлерде. II класты желі III, IV класты нивелирлік тораптарды дамытуға негіз болады.

Нивелирлеуді орындамас бұрын нүктелердің орналасуын нақтылау үшін аумақты барлау керек, жоғалған нүктелер қалпына келтірілуі керек.

Нивелирлеу нәтижелерінің дәлдігіне қойылатын талаптар, 1.5 кестеде көрсетілген.

Кесте 1.5 - Нивелирлеу нәтижелерінің дәлдігіне қойылатын талаптар

Нивелирлеу класы	Орташа квадрат қателік		Көпбұрыштардағы және f, мм сызықтары бойынша рұқсат етілген түйістіру қатесі
	кездейсоқ, η мм / км	жүйелік σ, мм / км	
I	0.8	0,08	± 3 мм *$\sqrt{L}$
II	2.0	0.20	± 5 мм$\sqrt{L}$
III	5.0	-	± 10 мм$\sqrt{L}$
IV	10.0**	-	± 20 мм$\sqrt{L}$

мұндағы L * – полигон периметрі немесе сызық ұзындығы, км;

** – қателік сызықтардың немесе көпбұрыштардың түйістіру қатесінен есептеледі.

Жергілікті жерде МНТ тораптарын бекіту нивелирлеу сыныбына қарамастан: олардың *маңыздылығы бойынша* ғасырлық, іргелі, қатардағы; *салу орны бойынша* топырақты, жартасты, қабырғалы болып бөлінетін, арнайы тұрақты нивелирлік белгілер – реперлермен жүргізіледі.

Ғасырлық реперлер елдің барлық аумағында, арнайы схема бойынша, нұсқаулықта белгіленген жерлерде, негізінен ғылыми мақсаттар үшін бөлінген. Толтыру тереңдігі тау жыныстарының орналасуымен анықталады.

Қатардағы реперлер шамамен 5 км жүрістен кейін орнатылады, оны тиісті ұзындықтағы бөлімдерге бөледі. Жету қиын аудандарда секцияның

ұзындығы 6 – 7 км дейін ұлғайтылуы мүмкін, ал сейсмикалық белсенді аудандарда 3 – 3,5 км дейін азайтылуы тиіс.

Қабырғалық реперлер мүмкіндігінше құрылыс салынған аумаққа бекітіледі. Бекіту тас немесе бетон құрылыстардың тірек бөліктерінде 0,3 м кем биіктікте жүргізіледі.

Жартас реперлері: *қатардағы* – конструкциясы мен орнатылуы бойынша мемлекеттік геодезиялық торап орталықтарына (МГТ-орталықтарына) мүлдем ұқсас, *іргелі* – ерекшелік ретінде кездеседі.

Топырақты реперлері: *қарапайым* – құрылымы мен қондырғысы бойынша МГТ орталықтарына мүлдем ұқсас, *іргелі* – бұл іргетастың орнында тікелей шұңқырда жасалған жаппай темірбетон монолиті. Іргелі реперді тек I және II класты нивелирлеу үшін пайдалануға рұқсат етілгендіктен, жақын жерде қарапайым репер болып табылатын репер спутнигі орнатылады. II кластың дәлдігі іргелі репердің биіктігімен беріледі және іргелінің орнына III және IV кластың нивелирлеу үшін негізгі ретінде қолданылады.

Әр репер үшін олар абрис жасайды және оның орналасқан жерін сипаттайды. Бұдан басқа, реперлердің орналасуы нивелирлеу материалдарына қоса берілетін 1:100 000 масштабтағы картада көрсетіледі [11].

1.3.3 Нивелирлердің құрылысы мен жіктелуі. Нивелирлерді тексерулері мен түзетулері

Нивелир геодезиялық құрылғы деп аталады, оның көмегімен жер бетінің жеке нүктелері арасындағы биіктік анықталады.

Құрылымдық шешімдер бойынша нивелирлер оптикалық және оптикалық-электрондық нивелирлерге (цифрлық нивелирлерге) бөлінеді.

Нивелирлер дәлдігі жоғары, дәл және техникалық болып бөлінеді:

- *жоғары дәлдік нивелирлер* – I және II класты нивелирлеуге арналған ең дәл жұмысты орындауға арналған;
- *нақты* – III және IV класты нивелирлеуге арналған;
- *техникалық* – техникалық нивелирлеуді қоса алғанда, инженерлік жұмыстарға арналған.

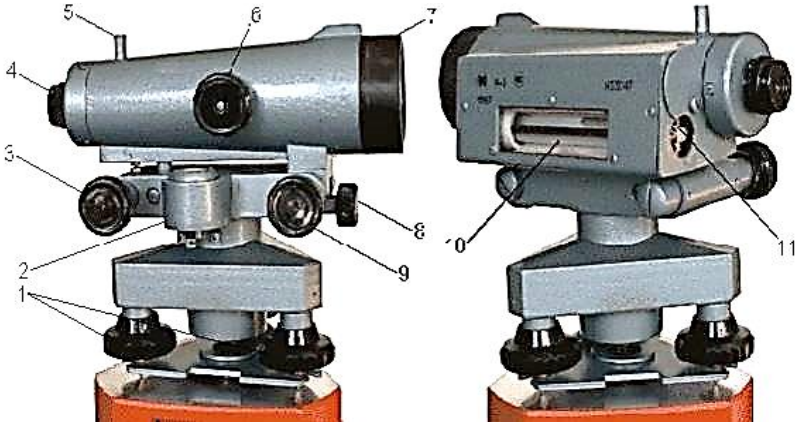
Нивелирлеудің дәлдік дәрежесінен өлшеуді жүргізу үшін қажетті құралды таңдайды (кесте 1.6).

Ең кең таралған Н-3 нивелирін қарастырайық (Сурет 1.51).

Н-3 нивелирінде үш көтеру бұрандасында орналасқан тіреуіш бар. Көру үшін торлы *фокусты ішкі көру дүрбісі* қолданылады. Окуляр *диоптрінің сақинасы* түтікті көздің үстіне қою үшін қолданылады – тордың айқын бейнесін алу үшін. Құбырды объектіге орнату үшін – бақыланатын объектінің (тақтайшаның) айқын бейнесін алу үшін *тірек арналған*, оның айналуымен *фокустық линза* құбыр ішінде қозғалады.

Кесте 1.6 - Нивелирлік топтардың параметрлері

Параметр атауы	Нивелирлік топ		
	жоғары дәлдік	дәл	техникалық
1	2	3	3
Биіктік өсімшені өлшеудің орташа квадраттық қателігі 0,6 миль екі соққы (мм-мен): - компенсатормен нивелирлеу үшін - нивелирмен нивелирлеу үшін	 0,3 0,5	 2.0 3.0	 5.0 -
Көру дүрбісінің ұлғаюы, мм, кем емес	40	30	20
Көру дүрбісінің қарашығының диаметрі, мм, кем емес	48	37	24
Көрудің ең аз қашықтығы, м, артық емес: - тіркемесіз - объектив тіркемесімен	 4.0 1.0	 1.5 0.8	 1.0 0,5
Филаменттерді өлшеу коэффициенті, рет	100 ± 1	100 ± 1	100 ± 1
Көру құбыры кезіндегі нивелирдің бөліну мәні, анг. сек. қосулы 2 мм	10 ± 1	15 ± 1,5	-
Оптикалық микрометр шкаласының бөлінуі, мм	0,05 ± 0,003	-	-



1 - көтеру бұрандалары; 2 - дөңгелек нивелир; 3 - биіктік бұрандасы; 4 - диоптриялық сақинасы бар көру дүрбісінің окуляры; 5 - көру; 6 - тірек; 7 – көру дүрбісінің объективі; 8 - бекіту бұрандасы; 9 - бағыттаушы бұранда; 10 - контактілі цилиндрлік деңгей; 11 - цилиндрлік деңгей реттейтін бұрандалар

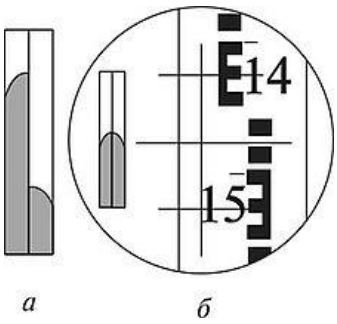
Сурет 1.51 - Цилиндрлік деңгейі бар Н-3 нивелир құрылысы

Дөңгелек деңгей құралды жұмыс қалпына жылдам келтіру үшін қызмет етеді, оны бөлу құны 5' тең. Цилиндрлік деңгей көру дүрбісінің көру осін көлденең қалыпқа дәл жеткізуге арналған. Нивелирдің цилиндрлік деңгейі теодолиттің цилиндрлік деңгейімен бірдей құрылымға ие. Айырмашылық тек оның жоғары сезімталдығында, нивелирдің цилиндрлік деңгейінің бөліну мәні 15" құрайды. Нивелирдің цилиндрлік деңгейі көру дүрбісіне мықтап бекітілген,

сондықтан цилиндрлік деңгей қисайған кезде көру дүрбісінің көру осі де қисаяды. Ал керісінше: көру дүрбісі қисайған кезде цилиндрлік деңгей қисаяды, нәтижесінде оның көпіршігі қозғалады.

Цилиндрлік деңгейдің көпіршігін нөлдік нүктеге жеткізу үшін биіктік бұрандасы қолданылады. Цилиндрлік деңгейдегі көпіршіктің нөлдік нүктеге жылжуымен бір уақытта көру дүрбісінің көру осі көлденең позицияны алады.

Цилиндрлік деңгей – *түйіспелі болып келеді*. Бұл нивелир көру дүрбісінің көру аймағында цилиндрлік деңгей ұштарының кескінін беруге арналған арнайы оптикалық жүйеге ие екендігін білдіреді (Сурет 1.50). Егер цилиндрлік деңгейдің көпіршігі нөлдік нүктеде болса, онда оның көпіршік ұштарының түтік көріну аймағында сәйкес келеді (Сурет 1.52, *б*).



Сурет 1.52 - Н-3 нивелирінің көру айясы

Егер цилиндрлік деңгейдің көпіршігі нөлдік нүктеде болмаса, онда құбырдың көру айясында цилиндрлік деңгейдің ұштарының кескіндері 1.52, *а*-суретте көрсетілгендей алшақтайды. Демек, көру дүрбісінің көру осін көлденең қалыпқа келтіру үшін цилиндрлік деңгейдегі көпіршіктің ұштарын көру дүрбісінің көру аймағында биіктік бұрандасының көмегімен біріктіру керек. Көру дүрбісінің горизонт бойымен бірқалыпты қозғалуы үшін көру дүрбісін бағыттайтын бұранда қолданылады, ол тек көру дүрбісін бекіту бұрандасы бекітілген кезде жұмыс істейді. Нивелирлік көру дүрбісінің ұлғайтылуы 30^x, көру өрісі – Г20".

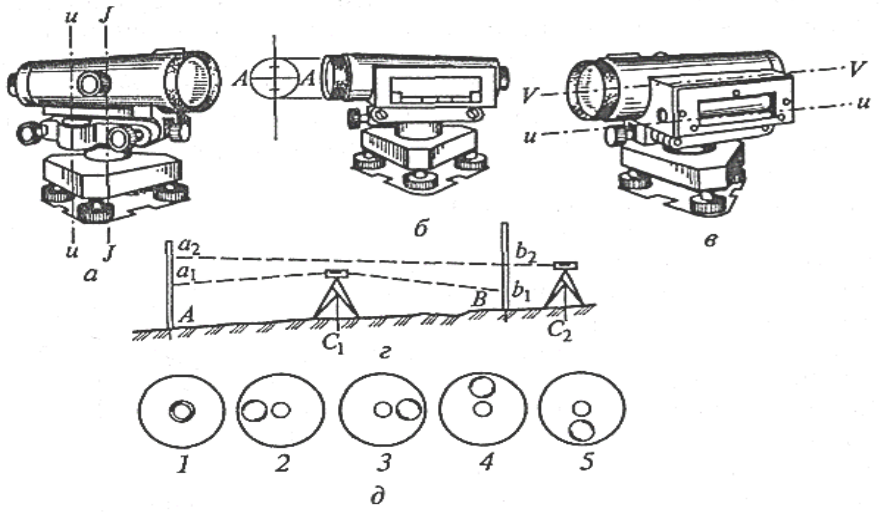
Өзін-өзі теңестіру көрінісі бар нивелирлер бар. Осы мақсатта компенсаторлар қолданылады – жіңішке металл жіптерге ілінген арнайы призмалар. Құрылғы айналмалы нивелир арқылы жұмыс күйіне келтіріледі. Егер бұл жағдайда прибордың айналу осінің ауытқу сызығынан ауытқуы 5' аспайтын болса, онда компенсатор көмегімен нивелирдің көздеу осі автоматты түрде көлденең күйге келтіріледі [12].

Нивелирмен жұмысты бастамас бұрын, кез-келген геодезиялық құрылғы сияқты, ол зерттеледі. Егер нивелирге сыртқы сараптама жасау кезінде ешқандай зақым табылмаса, онда олар тексеруге кіріседі.

Тексерулер - бұл аспаптың негізгі осьтерінің салыстырмалы дұрыс орналасуын басқаратын әрекеттер. Егер тексерулер жүргізген кезде құрылғы бөліктерінің салыстырмалы орналасуында сәйкессіздік табылса, онда ол түзету бұрандаларымен реттеледі.

Цилиндрлік деңгейлері бар нивелирді жұмысқа дайындағанда қандай тексерулер жүргізілетінін қарастырайық.

1. *UU шеңбер нивелирінің осі нивелирдің JJ айналу осіне параллель болуы керек (Сурет 1.53, а).*



Сурет 1.53 – Нивелирді тексеру: : *а, б, в* - осьтерді орналастыру сызбасы;
г - үшінші тексеру кезіндегі нивелир позициясы;
д - дөңгелек нивелирдегі көпіршіктің 1-ден 5-ке дейінгі орналасуы

Осьтердің параллельдігін тексеру үшін келесі әрекеттерді орындайды: шеңбер нивелирінің көпіршігі көтергіш бұрандалармен ортаға шығарылады, нивелирдің жоғарғы бөлігі 180° бұрылады. Егер көпіршік ортада қалса, нивелир жарамды, ал егер көпіршік жылжып кетсе жарамсыз деп саналады.

Осындай ақаулықты жою үшін нивелир тік күйге келтіріліп, көпіршікті ортаға ауытқу доғасының бірінші жартысында нивелирлік бұрандалармен, екінші жартысында - көтергіш бұрандалармен жылжытады.

*2. АА торының көлденең жібі нивелирдің JJ айналу осіне перпендикуляр болуы тиіс (*Сурет 1.53, б).

Тексеру келесі ретпен жүзеге асырылады:

- нивелирдің айналу осі дөңгелек нивелир бойымен тік күйге келтіріледі;
- нивелирден 20-30 м қашықтықта тақтайша орнатылып, санақ алынады;
- ортаңғы көлденең жіптің сол жақ ұшын тақтайшаға келтіріп, санақ алынады;
- құбырды көлденең жазықтықта бұранданың көмегімен ортаңғы көлденең жіптің оң жақ шеті қиылғанша жылжытады және көрсеткішті алады.

Егер нивелир дұрыс жұмыс жасаса, онда тақтайша бойымен кері есептеу өзгермейді немесе 1 мм шегінде өзгереді, егер дұрыс болмаса – кемінде 1 мм артық өзгереді. Ақаулықты түзету үшін торды бекітетін бұрандаларды босатады және бұрандалардың кері әсерінен торлы диафрагманы орналастырыңыз.

3. *Көру дүрбісінің VV көру осі цилиндрлік деңгейдің UU осіне параллель болуы керек* (Сурет 1.53, с, г). Құралдың негізгі шарты.

Тексеруді орындаудың кезектілігі: тұрғылықты жерде арасындағы қашықтық 75 м болатын екі А және В нүктелері таңдайды, нүктелерді таяқшамен белгілеп, нивелирді C_1 нүктесіне орнатады және тақтайша бойынша a_1, b_1 кері есептеуді алады. Осыдан кейін биіктік өсімше формуласы бойынша есептеледі:

$$h = a - b. \tag{1.37}$$

Әрі қарай, нивелир C_2 нүктесінде тақтайшалардың бірінен 3-5 м қашықтықта орнатылады, тақтайшалар бойынша a_2 және b_2 кері есептеуді алады және асып кетуін есептейді.

Нивелирлеу нәтижелерін салыстырып, b_2 көрсеткішін қатесіз деп санағанда, келесідей нәтижеге қол жеткізіледі:

$$X = (h_1 - h_2)/2 \tag{1.38}$$

X мәні Н-3 нивелирі үшін ± 4 мм артық болмауы тиіс. Егер X мәні үлкен болса, онда дұрыс мән есептеледі.$b_2^{/}$

$$b_2^{/} = b_2 + X. \tag{1.39}$$

Тордың көлденең жіпі бұрандамен осы көрсеткішке бағытталады (бұл жағдайда көпіршік ортасынан ауытқиды). Бүйірлік түзету бұрандаларын босатып, деңгей көпіршігін тік бұрандалармен ортасына орнатады немесе оны түзетуші бұрандалармен жіптер торына жылжытады.

Тексеруді бақылау үшін қайталайды [13].

1.3.4. Жоғары дәлдіктегі нивелирлеу

Нүктелердің биіктігін жоғары дәлдікпен анықтау, есептер шығару мен нивелирлеу нәтижелерін өңдеу кезінде үлкен ұқыптылықпен және дәлдікті қажет ететін *жоғары дәлдіктегі геометриялық нивелирлеуге* мүмкіндік береді.

Жоғары дәлдіктегі нивелирлеу I және II класты қамтиды. Осы класты нивелирлеуге қойылатын негізгі талаптар 1.5 кестеде келтірілген.

I және II кластардың нивелирлік тораптар Жердің пішінін және оның сыртқы гравитациялық өрісін зерттеу үшін, қайталанатын нивелирлеу арасындағы кезеңдерде оның жеке блоктарының қозғалыс жылдамдығы мен бағыттары туралы мәліметтер алу, белсенді ақауларды анықтау және желіні жаңарту үшін қолданылады.

Жоғары дәлдіктегі нивелирлеу нивелирлермен орындалады: I класс үшін - тұйық нивелирлер НГ, Ni 004 және компенсаторлармен Ni 002 нивелирлер, II

класс үшін - Н1, Н2, Ni 002, Ni 004 және Ni 007. Геометриялық нивелирлеу, нивелир мен жұптан тұратын жабдықтар жиынтығымен орындалады.

Нивелирлер «Н» әрпімен белгіленеді, содан кейін, екі жүрісте 1 км, биіктікті өлшеу кезіндегі, орташа квадраттық қателікті сипаттайтын сандар жазылады. Қалған әріптер құралдың (лимб пен компенсатор) құрылым ерекшеліктерін көрсетеді.

Қазіргі уақытта автоматты оптикалық нивелирлер кең таралған – компенсатор деп аталатын арнайы құрылымдық бөлімшесі бар құрылғылар. Компенсатор нивелирдің нивелирлік көру дүрбісінің автоматты түрде көлденең күйге келтіру үшін қолданылады. Бұл тәсіл алынған нәтижелердің сенімділігін едәуір арттырады, орындаушылардың жұмысын жеңілдетеді және жұмыс уақытын үнемдейді.

Қолмен компенсатор болған кезде құрал көлденең жазықтыққа қолмен әкелінеді, бірақ өзін-өзі нивелирлеу нивелирі дұрыс позицияны автоматты түрде қабылдай алады.

Сандық нивелир – жоғары дәлдіктегі оптикалық нивелир функцияларын біріктіретін заманауи көпфункционалды геодезиялық құрылғы, электронды жады құрылғысы және алынған өлшемдерді өңдеуге арналған енгізілген бағдарламалық жасақтама (Сурет 1.54). Сандық нивелирлермен арнайы штрих-тақтайшалар қолданылады, олардың көмегімен биіктіктерді ғана емес, олардың арасындағы қашықтықты да өлшеуге болады, яғни тең емес иық үздіксіз бақылап отыруға болады.

Сурет 1.54 – Цифрлық нивелирлердің сыртқы түрі

Бақылаушыға құрылғыны жұмыс орнына келтіріп, тақтайшаны бағыттап, суретті фокустап, батырманы басуы жеткілікті. Осыдан кейін, құрылғы персоналда автоматты түрде оқуды қабылдайды, оны экранға шығарады. Сандықжәне оптикалық нивелирлердің басты айырмашылығы – олардың тұрақтылығы. Өндірушілер мәлімдеген осындай құрылғылардың дәлдігі 1 км қос соққыға ± 0,3-0,4 мм құрайды. Сандық нивелирлер жұмыс дәлдігі мен жылдамдығын арттырып қана қоймай, нивелирлеудегі басты қателіктердің бірі – бақылаушының қателігін жояды.

Сандық нивелирлердің оптикалық элементтері негізінен әдеттегі нивелирлерден алынған, сондықтан тақтайшадан визуалды түру есептеу мүмкін. Автоматты режимде өлшеу кезінде, тактайшаның кодтық шкаласы

жолақтарының суреттері, сәулені бөлу блогы арқылы қабылдағыштың сезімтал аймағына проекцияланады.

Сәулелік блогі спектрлік аймақтағы сәулеленуді инфрақызылға және көрінетінге бөледі. Спектрдің инфрақызыл аймағында жатқан сәуле, сәулені бөлетін шетінен қабылдағышқа қарай шағылысқан кезде, көрінетін бөлік сәулені бөлетін қондырғы арқылы еркін өтіп, жіп торының жазықтығында өзекшенің бейнесін құрайды. Осыған байланысты, бір жағынан, бақылаушы жарық күшінің жоғалуын сезбейді, екінші жағынан, спектрдің инфрақызыл аймағында жоғары сезімталдығы бар қабылдағыштың сезімтал аймағына жеткілікті қарқындылықтың сәулеленуі түседі.

Сандық нивелирдің жұмыс істеуі корреляция принципіне негізделген. Бұл жағдайда аспаптың жадына жазылған штрих-код қабылдағыш, тудырған сигналмен салыстырылады. Сандық нивелирлерде корреляцияны қолдану кезінде екі параметр оңтайландырылады, яғни биіктігі және масштабы.

Бір жағынан, «құрылғы - тақтайша» биіктіктерінің айырмашылығы штаттық код тақтайшаның орын ауыстыруы ретінде ұсынылса, екінші жағынан код штрихтарының кескін масштабы «құрылғы - тақтайша» арақашықтықының функциясы ретінде өлшенеді.

Нивелирлеу әдісіне, нивелирлерге және тақтайшаларға, станцияда есептерді орындау тәртібіне қойылатын талаптар, сәйкес кластағы мемлекеттік нивелирлік желілерді құру кезіндегідей. Айырмашылық рұқсат етілген соққы ұзындығында және нивелирлік сызықтарды реперлермен бекіту жиілігінде.

Сандық нивелирмен өлшенген биіктіктерді есептеу автоматты түрде геометриялық нивелирлеу формулаларына сәйкес жүзеге асырылады (осы нұсқаулықтың 1.3.1-тармағында сипатталған).

Сандық нивелирмен өлшеуді «ортасынан» жүргізу процесін қарастырайық.

Нивелирлік өлшеулерді ортасынан бастау үшін нивелирді Т1 және Т2 нүктелерінің ортасына орнатады:

- оны жұмыс күйіне келтіреді, құрылғыдан қолайлы бағдарламаны таңдайды;
- Т1 және Т2 нүктелерін деңгей бойымен ұстап тұрып тақтайшаларды орнатады;
- бақылаушы көру дүрбісін тақтайшаға бағыттайды және нақтылауды орындайды;
- нивелир корпусындағы «старт» батырмасын басқаннан кейін өлшеу процесі автоматты режимде жұмыс істейді. Фокустық компоненттің орналасу датчигінен оқулар автоматты түрде оқылады, сигналдың қарқындылығына байланысты компенсатордың сезімтал элементінің орны анықталады, жеке қабылдағыш пиксельдің қажетті қанықтылық нивелиріне жету үшін интеграция уақыты анықталады, өрескел және дәл оңтайландыру орындалады [14].

1.4 Топографиялық түсірістер

1.4.1 Топографиялық түсірістер туралы жалпы ақпарат. Топографиялық түсірілімдердің түрлері мен мәні

Топографиялық түсіріс далалық және камералдық жұмыстар жиынтығы деп аталады, нәтижесінде жер бедерін және нысандарды жер бетінде көрсете отырып карталар, пландарды құру үшін қажетті мәліметтер алынады (Сурет 1.55).

Сурет 1.55 - Топографиялық түсіріс

Далалық жағдайда орындалатын, бұрыштарды, сызықтарды өлшеуге байланысты геодезиялық жұмыстар *далалық* деп аталады, ал ғимарат жайларында орындалатын есептеу және графикалық (деректерді өңдеу) - *камералдық* деп аталады.

Топографиялық түсіріс кезінде, өлшеу қателіктерінің әсерін, уақыт пен қаражаттың оны өндіруге жұмсалуын азайту мақсатында, жалпыдан жекеге суретке түсіру ережесін сақтайды.

Жердегі учаскені түсірмес бұрын, мүмкіндігінше арнайы белгілермен бекітілген бірқатар нүктелер таңдалады және белгіленеді. Нүктелер учаскенің шекарасында да, оның ішінде де біркелкі орналасады. Мұндай нүктелердің жиынтығы *геодезиялық желі* немесе *геодезиялық негіздеме* деп аталады.

Содан кейін, осы нүктелердің орнын анықтау үшін геодезиялық өлшеулер жасалады. Әрі қарай, олар геодезиялық желінің нүктелерін қолдана отырып, ішкі жағдай деп аталатын учаске ішіндегі аймақтың егжей-тегжейін түсіруді бастайды.

Осылайша, түсірілімнің кез-келген түрінің мәні геодезиялық желіні құру және жағдайды түсіру болып табылады.

Түсірілім жоспарлы, биіктік және жоспарлы-биіктік (аралас) болып табылады. Жоспарлы (көлденең) түсіру жергілікті жердегі нүктелердің координаттарын, ал биіктік – нүктелердің биіктігін анықтауға мүмкіндік береді [1, 11].

1.4.2 Топографиялық түсірілімдерді әртүрлі әдістермен орындау

Топографиялық түсірістер топографиялық карталар мен әртүрлі масштабтағы пландарды құру мақсатында жер бетін картаға түсіру мәселелерін шешуге арналған.

Барлық өлшемдер әр нақты жағдайда сәйкесінше қолданылатын белгілі бір құрылғыларды, техниканы және әдістерді қолдану арқылы жасалады. Топографиялық түсірістерді жасаудың келесі негізгі әдістері бар: геодезиялық, стереофотограмметриялық, лазерлік сканерлеу.

Геодезиялық әдіс рельефті және жер бетінің жағдайын зерттеуді тікелей далада, жерде, далалық бригадалармен, геодезиялық құралдарды (теодолиттер, тахеометрлер, нивелирлер, GPS-қабылдағыштар) қолдана отырып жүргізеді деп болжайды.

Стереофотограмметриялық әдіс жер бетінің үлкен аудандарын картаға түсіруге арналған. Топографиялық карталар түрлендірілген аэрофотосуреттерден немесе сол жердің спутниктік кескіндерінен құрастырылады. Фотосуреттен жер бетінің бейнеленген элементтерінің пішінін анықтап қана қоймай, сонымен қатар объектілердің мөлшері мен өзара орналасуын анықтауға мүмкіндік беретін өлшеулер жүргізуге болады. Стереофотограмметриялық әдіс – жер бетінің кең аймақтарын картаға түсірудің негізгі әдісі. Ол жеке пән – фотограмметрия бойынша зерттеледі.

Лазерлік сканерлеу бұл қоршаған кеңістіктің 2D және 3D модельдерін алудың заманауи әдісі. Құрылғылардың жұмысы кезінде кеңістіктік координаталары бар нүктелер бұлты құрылады, олар сайып келгенде көлемді кескін береді. Алынған объект моделі бірнеше мыңнан бірнеше миллионға дейін координаталық нүктелерді қамтуы мүмкін. Бұл жағдайда өлшеу миллиметрлік дәлдікпен жүзеге асырылады. Лазерлік сканерлеуді жердегі, мобильді және әуе арқылы ажырату.

Технологиялық процеске байланысты сауалнаманың келесі түрлері бөлінеді:

- *теодолиттік (көлденең) түсірілім* – теодолитті және өлшеу құралдарын пайдаланып контурлық план алу бойынша жұмыстар жиынтығы (осы нұсқаулықтың 1.2-тармағында сипатталған);
- *тахеометриялық түсіріс* – бұрыш өлшеу құралдың көмегімен жер бетіндегі нүктелердің орналасуын үш өлшемде (бағытта, арақашықтықта және биіктікте) анықтауға арналған жұмыстар кешені;
- *нивелирлік түсірілім* – нивелирдің көмегімен кейбір нүктелердің басқалардан биіктік өсімшесін анықтауға арналған жұмыстар жиынтығы (осы нұсқаулықтың 1.3 және 1.7-тармақтарында сипатталған);
- *мензулярлық түсірілім* – мензула мен оның керек-жарақтары – кипрегель, жазық тақтаны пайдаланып топографиялық планды құру бойынша жұмыстар жиынтығы;

- *аэрофототүсірілім* – әуе кемелерін (ұшақтар, тікұшақтар, квадрокоптерлер, дрондар және т.б.) пайдалана отырып, ауданның фотографиялық бейнесін алу процесі;

- *буссолды түсіру* – қашықтық өлшеу, буссольдарды қолданып, жердегі көлденең бұрыштар туралы мәліметтер алу процесі;

- гидролокациялық түсіру – көлдер, өзендер және басқа су айдындарының түбі туралы ақпарат алу процесі [4].

Топографиялық түсірілім нәтижесінде жағдай және жер бедері белгіленген дәлдікпен бейнеленетін план алынады. Топографиялық түсіру түрлерінің бірі *тахеометриялық* болып табылады.

1.4.3 Тахеометрлік түсіріс

Тахеометриялық түсіріс – бұл контурлық-биіктік түсірілім, нәтижесінде жағдай мен бедерді бейнелейтін аудан планы алынады. Ол кең ауқымда (1: 500 - 1: 5 000) немесе басқа жұмыс түрлерімен ұштастыра отырып, шағын учаскелік аудандардың пландарын немесе сандық модельдерін құру үшін дербес жүзеге асырылады.

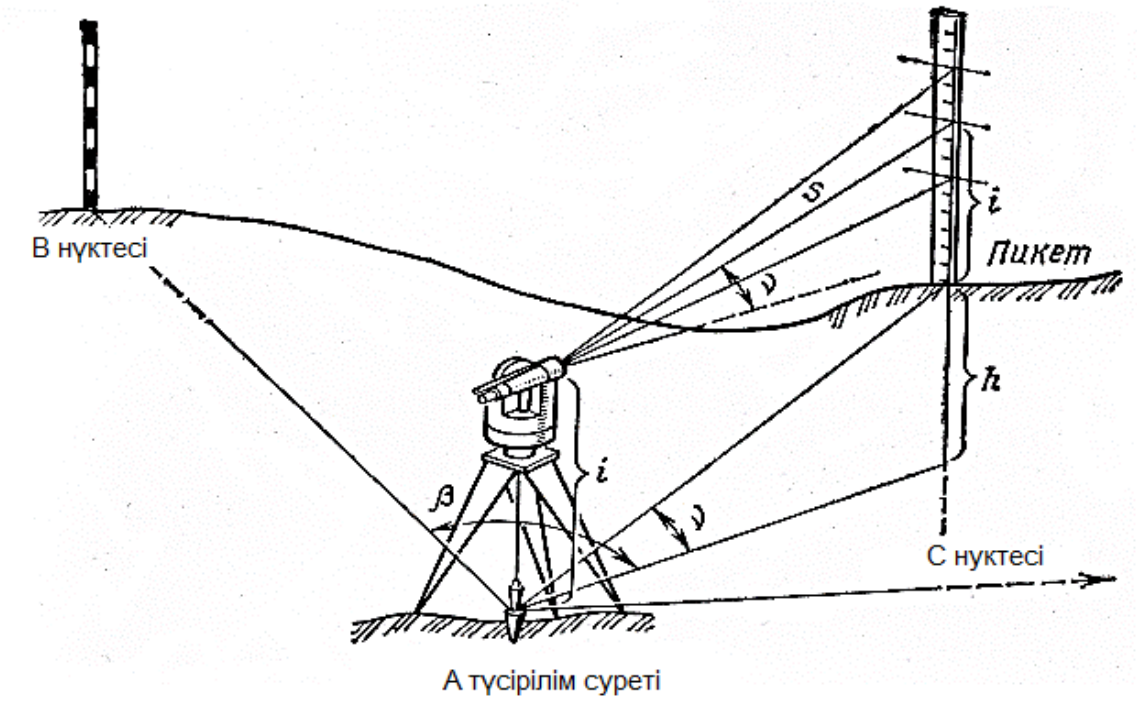
Бұл жердегі зерттеудің басқа түрлерімен салыстырғанда артықшылығы – оны ауа-райының қолайсыз жағдайында жасауға болады, сонымен қатар орындау уақыты әлдеқайда жылдам. Тахеометриялық түсіріс кезінде өлшеу жылдамдығына жер бедерінің зерттелген нүктесінің пландағы және биіктіктегі орны аспап дүрбісін осы жерде орнатылған тақтайшаға бір бағыттаумен анықталады (Сурет 1.56).

«Тахеометрия» сөзі – грек тілінен шыққан және «жылдам өлшеу» дегенді білдіреді. Өлшеу жылдамдығына, пландағы және биіктіктегі нүктенің жағдайы қашықтықты (қашықтық өлшеуіш бойынша), көлденең бұрышты, тік бұрышты немесе биіктікті ала отырып, тахеометр түтігін тақтайшаға бір бағыттаумен анықталатындығымен жетеді.

Түсірісті өндіру әдісіне қарамастан, процестің өзі үш негізгі кезеңнен тұрады: геодезиялық негіздеме құру, түсірісті жүзеге асыру, камералдық (есептеу және графикалық) жұмыс.

Тахеометриялық жүрістер теодолиттік-биіктіктен айырмашылығы, олардың қабырғасы әдетте жіптің қашықтық өлшеуәш көмегімен өлшейді. Зерттеуді өлшеу процесін геодезиялық құралдар жүзеге асырады: теодолит, тахеометр.

Тахеометр – бедерді толық көрсете отырып, берілген план бойынша «план бойынша» түсірісті тез және дәл алуға мүмкіндік беретін геодезиялық құрылғы. Заманауи электронды аспаптың құрылымы жарық қашықтық өлшеуіш, теодолит, компьютер мен электронды тіркеу журналы кіреді.



Сурет 1.56 - Тахеометриялық түсіріс әдісі

Аспаптың құрылымын қарастырайық (Сурет 1.57, 1.58).

Ең жиі кездесетін типтік тапсырмаларды шешу үшін, өлшеу режимінің электрондық беттерінің әрқайсысында функционалды пернетақтаның көмегімен оларға жылдам қол жеткізуді бағдарламалап, кез-келген реттілікте орнатуға болады. Жұмыс процесін басқарудың және ұйымдастырудың барлығы дерлік экранмен, функционалды және цифрлық пернетақта бар жұмыс тақтасы арқылы жүзеге асырылады. Оның көмегімен деректерді енгізу, өңдеу, жазу және ішкі жадта сақтау, жылдам қол жетімділікке арналған бағдарламалау, LCD экранда әр түрлі өлшеулердің нәтижелерін алу және тіпті аспаптың роботталған маркасын қолданып барлық операцияларды қашықтықтан басқару жүзеге асырылады (Сурет 1.57).

Тахеометрлердің модельдік диапазонын құруға, әр өндіруші өз тәсілімен жақындағандықтан, бірыңғай жіктеуді жүргізу қиынға соғады. Электрондық тахеометрларды функционалдығы бойынша шартты түрде үш топқа бөлуге болады:

- күнделікті;
- инженерлік;
- моторлы;
- роботталған.

Бірінші топ ең өолданыста. Оған енгізілген құрылғылар, қажетті минималды кіріктірілген бағдарламалардың және кеңейтілмеген пернетақта болуымен сипатталады.

1 - көлденең шеңберді бекіту бұрандасы; 2 - микрометрлік көлденең бағыттаушы бұранда; 3 - тік шеңберді бекіту бұрандасы; 4 - микрометрлік тік бағыттаушы бұранда; 5 - деректерді цифрлық және алфавит түрінде енгізуге арналған пернетақта панелі; 6 - деректерді визуалды шығаруға арналған дисплей экраны; 7 - құрылғыны нивелирлеуге арналған цилиндрлік деңгейдің ампуласы; 8 - цилиндрлік деңгейді реттеуге арналған бұрандалар; 9 - окуляр; 10 - окулярды фокустау; 11 – көру дүрбісін нақтылау; 12 - көру құрылғысы; 13 - жарықдиодты импульстік индикатор; 14 - жоғарғы тұтқаны бекітуге арналған бұрандалар; 15 - құралды тасымалдауға арналған тұтқа; 16 - компасты бекітетін орын; 17 - батарея бөлімінің ысырмасы; 18 - батарея бөлімі; 19 - тахеометр тірегі; 20 - құрылғыны жұмыс орнына келтіру үшін көтергіш бұрандалар; 21 - сыртқы қуат құрылғыларын қосуға арналған қосқыш; 22 - файлдарды тасымалдауға арналған кабель қосқышы; 23 - құрал осін тік күйге келтіруге арналған дөңгелек нивелир; 24 - шеңбер нивелирін реттеуге және оны жұмыс жағдайына келтіруге арналған түзету бұрандалары; 25 - құрал-сайманның тірек табақшасы; 26 - тіреу ысырмасы; 27 - оптикалық құлдыраудың жіптің құлдырауын фокустау; 28 - оптикалық құлдырау окуляры; 29 - құралдың биіктігіне сәйкес келетін нүкте; 30 - линза; 31 - инфрақызыл сәулелену орны; 32 - орталық нүкте 24 - шеңбер нивелирін реттеуге және оны жұмыс жағдайына келтіруге арналған түзету бұрандалары; 25 - құрал-сайманның тірек табақшасы; 26 - тіреу ысырмасы; 27 - оптикалық құлдыраудың жіптің құлдырауын фокустау; 28 - оптикалық құлдырау окуляры; 29 - құралдың биіктігіне сәйкес келетін нүкте; 30 - линза; 31 - инфрақызыл сәулелену орны; 32 - орталық нүкте 24 - шеңбер нивелирін реттеуге және оны жұмыс жағдайына келтіруге арналған түзету бұрандалары; 25 - құрал-сайманның тірек табақшасы; 26 - тіреу ысырмасы; 27 - оптикалық құлдыраудың жіптің құлдырауын фокустау; 28 - оптикалық құлдырау окуляры; 29 - құралдың биіктігіне сәйкес келетін нүкте; 30 - линза; 31 - инфрақызыл сәулелену орны; 32 - орталық нүкте

Сурет 1.57 - SSET530RK3 маркалы SOKKIA жапондық компаниясының электронды жалпы станциясы

Екінші топтағы құрылғылардың құрылымы анағұрлым күрделі, олардың электронды бөлігі толыққанды компьютерлік процессорлар негізінде жасалған. Мұндай тахеометрлерде жетілдірілген бағдарламалық жасақтама бар, өз бағдарламаларыңызды жасауға және пайдалануға мүмкіндік береді.

1 - қосу / өшіру; 2 - әріптік-цифрлық пернетақта; 3 - өтпелі пернелер: жоғары, төмен, солға, оңға; 4 - аккумулятордың зарядталу нивелирінің бейнесі; 5 - компенсатордың көрсеткішін көрсету; 6 - кескін терезелерінің нөмірленуі; 7 - таңдалған режимге кіру және таңдалған әрекетті растау; 8 - қашықтан басқару панелімен жұмыс істеуге арналған терезе сенсоры; 9 - үш өлшеу терезесіне дәйекті өтуге арналған FUNC; 10 - өлшеу режимдері (призма, пленка, шағылыстырғышсыз) және жұмыс пернетақтасында сандары бар әріптер арасында SFT-ауысу; 11 - BC - қате терілген таңбаны жою; 12 - ESC экрандағы алдыңғы параққа оралу; 13 - жұмыс режимдерін таңдауға арналған F1, F2, F3, F4-функционалды пернелер; 14 - көрсетілген беттегі функционалдық пернелер мен жұмыс режимдеріне сәйкес белгілер; 15 - ауқымнан тыс - экрандағы аспаптың жұмыс істемейтін күйіне сәйкес келетін жазу; 16 - көлденең бұрыштардың GU-қатары; 17 - тік бұрыштардың Z-сызығы; 18 - көлденең аралықтың DA сызығы; 19 - 2787м - көлденең арақашықтық мәні; 20 - ppm - атмосфералық жұмыс жағдайына байланысты өлшемдерге түзету; 21 - призманың ПП-тұрақты коэффициенті; 22 - көрсетілген өлшеу режимі таңдалған призма режиміне сәйкес келеді; 23 - кескіннің және тордың экран жарығы 22 - көрсетілген өлшеу режимі таңдалған призма режиміне сәйкес келеді; 23 - кескіннің және тордың экран жарығы 22 - көрсетілген өлшеу режимі таңдалған призма режиміне сәйкес келеді; 23 - кескіннің және тордың экран жарығы

Сурет 1.58 - Дисплейі бар басқару панелі

Үшінші топтың атауы өзі туралы айтады. Бұл топтың құрылымы тік және көлденең шеңберлер үшін дәл электр қозғалтқыштарын қолдануды қарастырады. «Тәуелсіз» айналу мүмкіндігі нүктелерді белгілеу кезінде, құрылғыны автоматты түрде жобалық күйге келтіруге және түсіру кезінде құрылғыны автоматты түрде бағыттауға мүмкіндік береді.

Моторлы құралдар роботталған-тахеометрға дейін жаңартылуы мүмкін, оны оператор қашықтан басқарады немесе адамның қатысуынсыз арнайы компьютерлік бағдарламаны қолданады.

Тахеометрдың мұндай жіктелуі шартты болып табылады: әр топқа, әр түрлі бұрыштық және қашықтық өлшеу дәлдігіндегі құрылғылар кіруі мүмкін.

Геодезиялық бұрыштық аспаптардың негізгі стандарттық тексеруден басқа келесі сипаттамалық тексерулер қажет

- лазерлік тіктеуіш;
- жарық қашықтық өлшеу тұрақты түзетуін анықтау;
- оптикалық тіктеуіш тік осі;

- көлденең ось пен жіптер торының перпендикулярлығы;
- тор сызығының көлденең орналасуы;
- коллимация қателігін анықтау;
- компенсатордың нөлдік орнын анықтау арқылы;
- дөңгелек деңгейдің тік осі;
- цилиндрлік деңгейдің жұмыс қалпы [15].

1.4.4 Түсірілімді құру тәртібі

Тахеометриялық түсірілім кезіндегі далалық жұмыстарға жерді барлау, түсірілім негіздемесінің торын құру және жағдай мен бедерді түсіру кіреді.

Станциядағы тахеометрлік жұмыс кезіндегі жұмыс тәртібі:

I. Жерді барлау. Зерттеу, түсірілім торды жасау үшін нүктелерді таңдау және бекітуді қамтиды.

II.Түсірілім негіздемесінің желісін құру. Түсірілімнің жоспарлы-биіктік негізін мемлекеттік геодезиялық желінің, қоюландыру торларының және түсіру желісінің пункттерін құрайды. Теодолиттік-нивелирлік жүрістер түріндегі геодезиялық түсіру желісі – қимасы 1 м дейінгі бедерді түсіру кезінде, теодолиттік-биіктік және тахеометриялық жүрістер-бедерді 2 м және одан астам қимадан түсіру кезінде.

Тахеометрлік жүріс түсірілім торын жиәлету үшін қызмет етеді. Сондықтан тахеометриялық жұмыстарды бастау үшін түсіру негіздемесінің пункттері1.7-кестеге сәйкес тығыздыққа дейін жеткізілуі тиіс.

Кесте 1.7 - Тахеометрлікиялық жүріс параметрлерінің кестесі

Түсіру шкаласы	Жүрістің максималды ұзындығы, м	Қабырғалардың максималды ұзындығы, м	Жүрістегі жақтардың максималды саны
1: 5000	1200	300	6
1: 2000	600	200	5
1: 1000	300	150	3
1: 500	200	жүз	2018-04-21 121 2

Жердегі нүктелер бекітілгеннен кейін олар геодезиялық өлшеулерге кіріседі. Станцияда түсіру негіздемесін жасау бойынша жұмыс тәртібі келесідей:

- Құрылғы жұмыс жағдайына орнатады;
- Құрылғының биіктігін өлшейді- (центрлеу нүктесінен көлденең оське дейін, 0,01 м дейін дөңгелектенеді);
- Көлденең бұрышты толық қабылдаумен өлшейді (ОШ және СШ);
- Тік бұрышты толық қабылдаумен өлшейді (ОШ және СШ);
- Қашықтықты тура және кері бағытта өлшейді (қателігі 100 м-ге 4 см-ден аспайтын жіп қашықтық өлшеуішпен немесе өлшеу таспасымен);

- Өлшеу нәтижелері тахеометриялық түсірудің белгіленген журналына жазылады.

III. *Контур мен бедер* түсіру. Контур мен бедерді түсіру барысын салумен қатар полярлық тәсілмен түсіру негіздемесінің пункттерінен (станцияларынан) орындалады.

Мәліметтерді түсіру үшін тақтайша орнатылған нүктелер пикеттер деп аталады. Егер пикет контурды түсіруге арналған болса, ол контурлы деп аталады, егер бедерді түсіру үшін – биіктік, егер ол контурдың нүктесі мен рельефтің тән нүктесін біріктірсе, онда ол биіктік контуры деп аталады.

Аспаптан рейкаға дейінгі және пикеттер арасындағы ең жоғары рұқсат етілген қашықтық түсіру масштабына және бедер қимасының биіктігіне байланысты болады. Құрылғыдан рейкаға дейін және пикеттер арасындағы рұқсат етілген қашықтық 1.8-кестеде келтірілген.

Кесте 1.8 - Рұқсат етілген қашықтық

Түсіру масштабы	Бедердің қима биіктігі, м	Пикеттер арасындағы максималды арақашықтық, м	Құрылғыдан тақтайшаға дейінгі ең үлкен арақашықтық	
			Бедерді түсіру кезінде, м	Контурларды түсіру кезінде, м
1: 500	0,5-1,0	15	100-150	60
1: 1000	0,5-1,0	20-30	150-200	80
1: 2000	0,5-1,0 2.0	40 елу	200-250 250	жүз
1: 5000	0,5-1,0 2.0-5.0	60-80 100-120	250-300 350	150

Түсірісті орындау үшін станциядағы жұмыс тәртібі бірізділікпен жүргізіледі:

- Құрылғы орталықтандырылған, жұмыс жағдайына келтірілген;
- Аспаптың биіктігін өлшейді - і (центрлеу нүктесінен 0,01 м дейін дөңгелектеумен көлденең оське дейін);
- Жүрістің көлденең бұрышын, сондай-ақ артқы және алдыңғы нүктелердің тік бұрыштарын өлшейді және осы нүктелерге дейінгі қашықтықты анықтайды;
- Дүрбі орналасқан кезде СШ алидаданың нөлдік штрих алидада мен нөлдік штрих лимб біріктіреді. Алидаданы лимбпен бекітіп, артқы (немесе алдыңғы) нүктеге бағыттаңыз, осылайша лимбаны қозғалыс жағына бағыттаңыз;
- Лимбты қозғалыссыз қалдырып, пикетке орнатылған тақтайшаға қараңыз және үлгілерді алыңыз: тақтайша бойымен, көлденең және тік шеңберлерде;
- Пикеттерді түсіру аяқталғаннан кейін түсірілім нүктесінде қайтадан лимб бағытталған нүктеге бұрыштама соғылады және бақылау есебін алады. Бастапқы есептеумен алшақтық – ±1,5 ' артық емес.

- Барлық өлшеу нәтижелері, соның ішінде бақылау есебі, талап бойынша журналға жазылады.

Жағдайдың контурларын түсіру алыс нүктелерден басталып, станцияға жақын нүктелермен аяқталады. Жер бедерін түсіру үшін станция айналасында биіктік пикеттері жер бедерінің барлық тән нүктелері мен сызықтарында: төбешіктер мен оның табанында, жер бедерінің нысандарын сипаттайтын ертоқым, су айрығы және оның майысу орындарында белгіленеді [16].

1.4.5 Тахеометрлік түсірісті өңдеу. План құру

Топографиялық жұмыстың кез келген соңғы кезеңі - кеңседе өңдеу. Камералдық жұмыс тахеометриялық түсірілім журналындағы есептеулерді тексеруден және журналдар мен контурлардағы жазбаларды салыстырудан басталады. Тахеометриялық түсірілімде әр бекетте ауданның сызбасы сызылады –*сызбалық бейнесі.*

Сызбалық бейне - бұл кем дегенде екі іргелес нүктелер мен бағдарлау сызығын көрсете отырып, бедердің сипаттамалық сызықтарын белгілей отырып, ауданның эскизі.

Сызбалық бейнеде барлық түсірілген контурлар мен бедер, геодезиялық бақылау пункттері көрсетілген. Тірек нүктелері контурдың бағыттары схемалық түрде қолданылады, егер қажет болса, нөмірлеу «арқылы» белгіленетін сызбалық бейнеге енгізіледі. *Сызбалық бейнеде* сауалнама масштабын сақтай отырып, түсіндірме жазулармен әдеттегі белгілермен жасалады (Сурет 1.59).

Тахеометрлік түсіріс материалдарын өңдеу мыналарды қамтиды:

1. Далалық журналдарды тексеру және жүріс схемасын құру;
2. Жүріс нүктелерінің координаталары мен биіктіктерін есептеу;
3. Пикеттің әр биіктіктегі биіктігін есептеу;
4. Түсіру нүктелерін, пикет нүктелерін, контур салу және бедерді жүргізу;
5. Жүрістерді, қабырғаларды теңестірілуі.

Журналды өңдеу кезектілігі (Т-30 өлшемдері үшін):

1. Көлбеу бұрыштары формулалар бойынша есептеледі:

2. Көлбеу қашықтық көлбеу бұрышы ± 1,5° тең немесе одан үлкен болған кезде есептеледі.

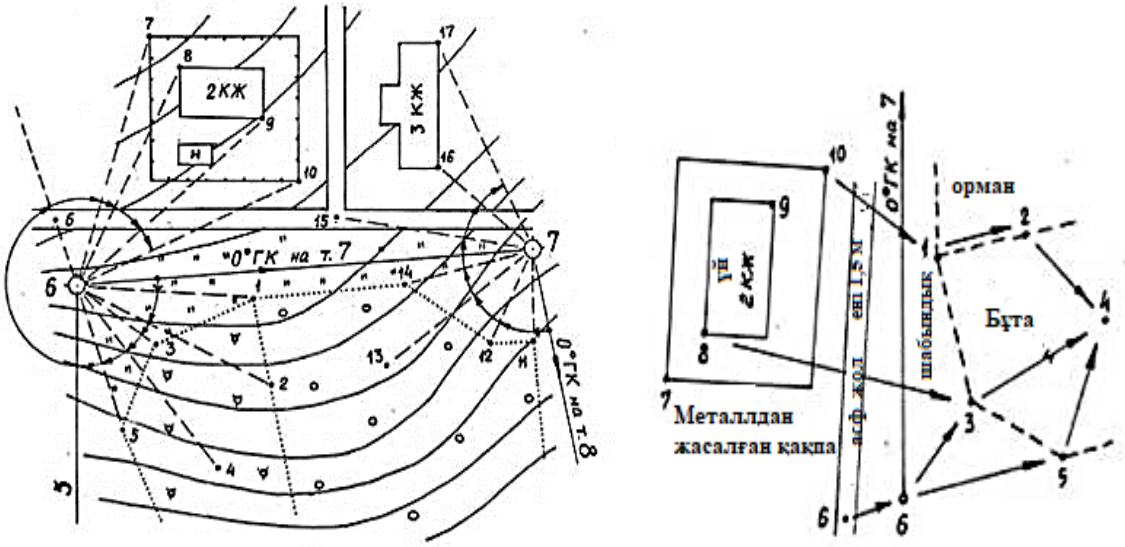
3. Тахеометриялық кестелер бойынша көлбеу бұрыштары мен көлбеу арақашықтығы бойынша биіктіктердің мәні әр пикет нүктесі үшін таңдалады. Биіктік өсімше белгісі тиісті станция нүктесіне көлбеу бұрышының белгісіне тең.

4. Тіректер нүктелерінің биіктігі *Hn* формула бойынша есептеледі:

$$H_n = H_{cm} + h_n, \qquad (1.40)$$

қайда $H_{cm...}$ - осы нүкте алынған станция белгісі;

h_n - нүктеден асып кетті *n* nтозақ станциясы.



Сурет 1.59 - Станциядағы өңдеу сызбалары (сызбалық бейне)

Қозғалыстардың тураланyы көлденең бұрыштар мен координаталық өсулерді байланыстырудан тұрады. Тахеометриялық курстағы рұқсат етілген шекті қатесінің формулалары:

- *бұрыштық шекті қатесі үшін:*

$$f_{\beta_{\text{доп}}} = \pm 1'\sqrt{n}, \qquad (1,41)$$

мұндағы n - жүру бұрыштарының саны;

- *сызықтық шекті қатесі үшін:*

$$f_{S_{\text{доп}}} = \pm \frac{\sum S}{400\sqrt{n}}, \qquad (1.42)$$

мұндағы ΣS – жүріс ұзындығы;

n – жүріс қабырғалар саны.

- *жүріс бойынша биіктік өсімше шекті қатесі үшін:*

$$f_{h_{\text{доп}}} = \pm 0,04\frac{\sum S}{\sqrt{n}}, \qquad (1,43)$$

мұндағы ΣS - жүздеген метрдегі жүріс ұзындығы;

n - курс жақтарының саны.

Биіктіктерді теңестіру және тахеометриялық сызық нүктелерінің биіктіктерін есептеу арнайы ведомосьта орындалады.

Биіктік өсімше түзету ұзындықтарына пропорционалды түрде есептеледі. Түзетілген артығымен траверстік нүктелердің биіктігі есептеледі. Басқару жүрістің соңғы нүктесін алады. Координаттар мен нүктелердің биіктіктерінің өсуін есептеу ± 0,01 дәлдікпен дөңгелектенеді. Есептеу жұмысының соңында олар тахеометрлік түсірістің планын құра бастайды.

Тахеометрлік түсіріс планы теодолиттік түсіріс планымен бірге жасалады, өйткені контур мен бедер теодолиттік траверстің жоғарғы жағынан зерттеледі. Параграфтарда сипатталғандай километрлік тор салынды. Осы бөлімнің 1.2.9 тармақшасы.

Сурет 1.60 - Тахеометрлік түсіріс планын құру

Әрі қарай пикеттердің жағдайын планға түсірілгендей планға енгізіліп, олардың саны мен биіктігіне қол қойылып, контурға сәйкес жағдай жасалады. Кәдімгі белгілердің кестелері бойынша план құрыңыз. Содан кейін түсіру нүктелері арасындағы контур сызықтарының орналасуы олардың арасындағы сызықтық интерполяция арқылы анықталады және интерполяция нүктелерін бірдей биіктікке қосқанда, контур сызықтары арқылы бедердің бейнесі алынады және планның кадрдан тыс құрылымы орындалады (Сурет 1.60) [16, 17].

1.5 Сызу құралдары мен компьютерлік графиканы пайдаланып топографиялық пландар, карталар мен сызбалар құру

1.5.1 Сызу құралдарын қолданып дәстүрлі әдіспен карталар, пландарды құру

Топографиялық карталар мен пландардың мазмұны графика мен түрлі-түсті бояулар арқылы бейнеленеді, ал карталар мен пландардың сызбаларының күрделілігі графикалық құрастыру мен сызудың қолмен де, компьютерлік

технологияны қолдану арқылы да арнайы білімдері мен дағдыларын қажет етеді.

Картографиялық кескін - бұл шартты белгілерді, фондық құрылымды, карталардағы жазуларды және басқа элементтерді қамтитын сурет.

Сызба құралдары топографиялық карталар мен пландарды, профильдерді салу үшін қолданылады. Сызба жұмыстарының көп бөлігі алдымен қарындашпен орындалады, содан кейін сиямен сызылады.

Сызбаларды аяқтау үшін сізде негізгі құралдар мен керек-жарақтар болуы керек (Сурет 1.61):

- *Жоғары сапалы сурет қағазы* - парағында МЕМТАҢБА белгісімен белгіленген, тығыздығы жеткілікті ақ немесе сәл көкшіл бет болуы керек;

- *Әр түрлі таңбалы қарындаштар* - қатты қарындаштар Т әрпімен белгіленеді (шетелдікі Н деп аталады), ал жұмсақ қарындаштар М (В). Қаттылық дәрежесі бойынша олар: 6М,5 М, 3М, 2 М, М, ТМ, ST, Т, 2Т, 3Т, 4Т, 5Т, 6Т, 7Т;

- *Сызғыштар мен бұрыштардың жиынтығы* - сурет салуға арналған аксессуарлар, оларға мыналар жатады: сызғыш, үшбұрыш, синус сызғыш, қалып, трафареттер және басқалар;

- *Жіңішке сурет салатын қаламдар мен қалам ұстағыш* - берілген қалыңдықтағы сызықтарды салуға арналған 0,1 мм (№41 және №44 қалам);

- *Циркуль-өлшегіш* - кесінділер мен доғаларды тең бөліктерге бөліп, масштаб сызғышын пайдаланып сызықтардың ұзындығын өлшеуге, кесуге арналған;

- *Рейсфедер* - сиямен әр түрлі қалыңдықтағы қатты және нүктелі сызықтар салуға арналған;

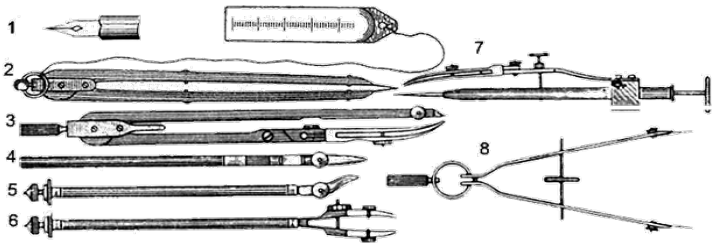
- *Кронциркуль (қисық рейсфедер)* - кіші диаметрлі шеңберлер салуға арналған (кемінде 5 мм);

- Қисық аяқ (айналмалы рейсфедер) - қисық сызықтар салуға арналған;

- *Сүрме* - сұйық немесе концентрацияланған болуы мүмкін. Композиция: қара, көк, жасыл, қоңыр, қызыл, сары;

- *Акварельдік бояулар мен қылқаламдар* - кескіндерді тазалауға, бояуға арналған;

- *Жұмсақ өшіргіш пен жүз* - қарындаштарды қайрауға және суреттердегі қателерді түзетуге арналған.



1 - қауырсын; 2 - өлшегіш; 3 - дөңгелек циркуль; 4 - басқарушы қалам; 5 - қисық аяқ; 6 - қос қисық аяқ; 7 - штангенциркуль; 8 - микро өлшегіш

Сурет 1.61 - Сызу құралдары

Карта фрагментін жобалау әдеттегі белгілер бағытталған ішкі жақтауды орындаудан басталады. Содан кейін әдеттегі белгілер дәйекті түрде қолданылады: бекіністер, гидрография, елді мекендер, жол торабы және олардың құрылымдары, бедер, өсімдік жамылғысы және топырақ, шекаралар мен қоршаулар. Әрі қарай жазулары бар сыртқы кадр және кадрдан тыс құрылым орындалады.

Түсірудің түпнұсқаларын жасау. Қағаз парағында сызғыш пен қарындаштың көмегімен сызғыш бойымен жіңішке сызықтар сызба парағының қарама-қарсы қиғаш бұрыштарының шыңдарын төрт нүктеден біріктіреді. Олардың үстінде қиылыстың орталық нүктесінен өлшеуішпен бірдей сегменттер салынады. Көлбеу нүктелері тіктөртбұрышты құрайтын сызықтармен байланысты. Берілген өлшемдердің тіктөртбұрышын салғаннан кейін барлық қабырғалары мен диагональдары тексеріледі. Тік төртбұрыштың жақтары болашақ картографиялық кескіннің шекарасын құрайды.

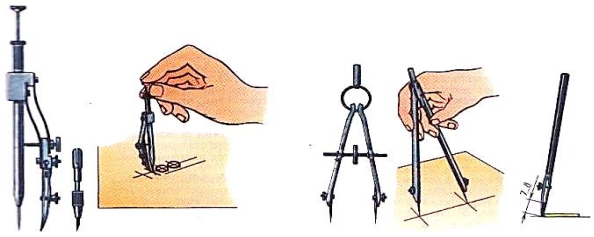
Жер бедері мен бедер жағдайын сызу, сызу құралдарының көмегімен жазулар белгілі бір технология бойынша жүзеге асырылады:

- сызу қаламымен жұмыс істеу техникасына сүйене отырып, шрифт ұлғайту әдісі қолданылады. Сызық ұзын емес, қысқа соққылармен салынады (1 -2 мм). Қаламды 30°-тан 60° бұрышқа орындалады. Ұзарту кезінде қалам қағазға сәл тиіп, өзіне қарай жылжиды. Қозғалыстар тегіс, ал қаламға қысым өте жеңіл;

- сызықтар сызғыштың астына сызғыш қаламмен салынады. Рейсфедерді үш саусақпен ұстайды: бас бармақ, индекс және ортаңғы, ал ортаңғы саусақ қиғаш сызықта. Ол тігінен сызылған сызық жазықтығында қозғалыс бағытына қарай аздап бейімділікпен ұсталады (көлбеуді үнемі ұстаңыз). Сызықты қаламға сәл қысым жасап, сызықты ақырын салу;

- қисық аяқтармен сызық жүргізген кезде құралдың орналасуы әрдайым қағаз бетіне перпендикуляр болуы керек, ал сызық кез келген бағытта жүргізілуі керек. Қозғалыс баяу, жеңіл қысыммен, басылым сызықтарына дәл сәйкес келуі керек. Бұрылыстарда, өткір иілістерде қисық аяқтың қозғалысы баяулауы керек, оған қысым біршама күшейтілуі керек;

- Кронциркульмен сызу кезде құралды айналмалы цилиндрдің жоғарғы жағында бас бармағымен және ортаңғы саусағымен сызу қаламымен ұстаңыз. Көрсеткіш саусақ иненің басында орналасқан. Иненің ұшы тігінен қажетті нүктеге қойылады, содан кейін сызу қаламмен айналатын цилиндр қағазға түсіріліп, бас және орта саусақпен сағат тілімен айналдырылады. Айналу тегіс және баяу болуы керек (Сурет 1.62) [18].



Сурет 1.62 - Сызу құралдарының орналасуы

Сызбалар көрсетілген өлшемдерге сәйкес, сәйкес технологияларға сәйкес салынған. Егер орындалған жұмыс талаптарға сәйкес келмесе, оны жөндеуге немесе қайтадан жасауға тырысу керек. Топографиялық жазу дағдыларын алу уақытты, шыдамдылықты және дайындықты қажет етеді. Сызу сапасына нұқсан келтіріп жұмысты жедел орындауға жол берілмейді.

1.5.2 Компьютерлік графика құралдары

Компьютерде кескінді өңдеу үшін арнайы бағдарламалар - графикалық редакторлар қолданылады.

Графикалық редактор Графикалық кескіндерді жасауға, редакциялауға және көруге арналған бағдарлама.

Corel Draw - кең таралған және ыңғайлы графикалық редакторлардың бірі. Corel Draw - векторлық графикамен жұмыс істеуге арналған және ұқсас бағдарламалар арасында сөзсіз көшбасшы болып табылатын бағдарлама. Corel Draw бағдарламасының танымалдығы графикалық кескіндерді жасауға және өңдеуге арналған құралдардың үлкен жиынтығымен, ыңғайлы интерфейспен және алынған кескіндердің жоғары сапасымен түсіндіріледі.

Бағдарлама кескіндерді құру мен редакциялауға арналған құралдардың, әдістер мен құралдардың бай жиынтығын ұсынады, қарапайым және ыңғайлы қолданушы интерфейсін ұсынады. Суретті құрастыру және редакциялау үшін құралдар тақтасында сәйкес құралдар бар, оларды кескін параметрлерін редакциялау үшін диалогтық терезені ашу үшін таңдау керек.

Corel Draw кескінмен жұмыс объектілерді құрудан және оларды өңдеуден, содан кейін контур түсін орнатудан және объектінің толтырылуын таңдаудан тұрады. Көп қабатты кескінді құру мүмкіндігі осы редакторды картографиялық жұмыстар жасауда пайдаланудың кең перспективаларын ашады.

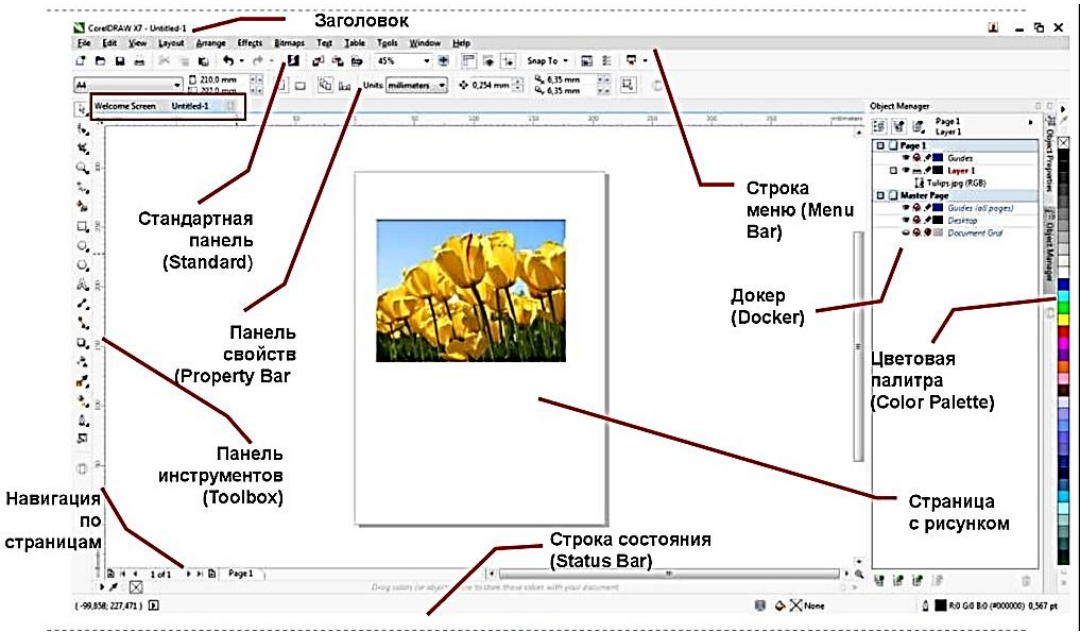
Corel Draw бағдарламалық қамтамасыз етуі сізге келесі мүмкіндіктерді береді:

- растрлық кескінді сканерлеу және өңдеу;
- векторлық графика режимінде жобалауды жүзеге асыру;
- жабық аймақтарды толтырудың әртүрлі режимдерін орындау (фондық құрылым);
- типтік құрылымды жүзеге асыруға;
- баспа құрылғысына шығару арқылы ақ-қара және түрлі-түсті басылымдарды басқару;
- жобаланған картографиялық материалдың түстерін бөлу.

*Жұмыстың басталуы.*Corel Draw бағдарламасын іске қосқаннан кейін жаңа құжаттың белгішесін таңдау керек сұхбат терезесі пайда болады. Құжатты ашқаннан кейін экранда Жұмыс үстелі пайда болады (Сурет 1.63).

Бағдарламаның негізгі терезесінде тақырыптың астында бағдарламаның көптеген функцияларына қол жетімділікті қамтамасыз ететін мәзір жолағы орналасқан. Негізгі мәзірдің астында стандартты құралдар тақтасы орналасқан, мұнда жиі орындалатын командалардың батырмалары орналасқан: файлдарды

ашу, сақтау, алмасу буферімен жұмыс, көрнекілік режимі мен масштабтау, қате әрекеттерді болдырмау және т.б.



Сурет 1.63 - Corel Draw бағдарламасының жұмыс терезесі

Құралдар тақтасының астында қасиеттер панелі орналасқан. Бұл объектілердің параметрлерін басқаруға көмектеседі, оның сыртқы түрі таңдалған құрал объектісіне байланысты өзгереді. Құралдар тақтасы терезенің сол жақ шекарасында орналасқан - бұл құралдардың негізгі жиынтығы (көрсеткіш, масштаб, мәтін, контур, толтыру және т.б.). Түстер палитрасы терезенің оң жақ шекарасында орналасқан. Бояғышта иллюстрация жасау барысында қолданылатын түстер сақталады. Күй жолағы терезенің төменгі жиегінің бойында орналасқан. Онда таңдалған объект туралы ақпарат, оның контуры мен толтырылуының түсі, тінтуір меңзерінің шығу тегіне қатысты орны көрсетіледі. Онда сонымен бірге таңдалған құралмен жұмыс істеудің контексттік түсіндірмелері бар. Редакторда объектіге немесе интерфейс элементіне тышқанның оң жақ батырмасын шерту арқылы шақырылатын мәтінмәндік мәзір командаларға қол жеткізуді жылдамдатуға мүмкіндік береді. Corel Draw интерфейсінде докерлер мен диалогтық терезелер бар. Докерлер - бұл экран кеңістігін үнемдей отырып, бағдарлама функцияларына ыңғайлы қол жеткізуді қамтамасыз ететін басқару терезесінің түрі. Диалогтық терезелер құралдарды және интерфейсті және файлдық операцияларды конфигурациялау үшін қолданылады.

Экранның негізгі өрісі - иллюстрация терезесі (суреті бар бет), онда жұмыс парағының кескіні бар (бастапқы қалпы бойынша). Осы бетте орналасқан нысандарды командалық принтерге шығаруға болады. Әдепкі бойынша, бағдарлама құжатты кеңейтумен сақтайды - CDR файл мәзіріндегі As Save арқылы.

*Бағдарламалық жасақтама интерфейсін конфигурациялау.*Жылдам әрі ыңғайлы жұмыс үшін жұмыс панельдерінің, командалық белгішелердің және докердің параметрлері мен параметрлерін орнату қажет. Панельдегі белгішелер санын параметрлердің көмегімен реттеуге болады. Қасиеттер тақтасында сіз парақтың форматын анықтап, жұмыс парағының көрінісін - портретті, пейзажды және өлшем бірліктерін - миллиметрді орнатыңыз.

Докерді қабаттармен жұмыс істеуге теңшеу. Қабаттар файлдың «тік» құрылымын ұйымдастыру үшін қолданылады, олар иллюстрациялау объектілерін ұйымдастыруға, редакциялаудың қарапайымдылығы мен баспаға икемділікке көмектеседі. Жоғарғы қабаттардағы нысандар төменгі қабаттардағы объектілермен қабаттасады. Қабаттармен жұмыс істеу үшін құралдар менюінде докер объектісі менеджері қолданылады, оның көмегімен қабаттарды басқаруға болады (жаңа қабаттарды құру, жою, жылжыту, қабаттардан қабаттарға көшіру, объектілердің ретін өзгерту).

Әр қабаттың атрибуттары бар: көз белгішесі - қабаттың көрінуін басқарады (көрінетіні - қара, көрінбейтіні - сұр); принтердің белгішесі - басып шығаруға арналған қабаттардың шығуын басқарады (басылған - қара, басылмаған - сұр); қарындаш белгішесі - қабатты редакциялау үшін қол жетімсіз етуге мүмкіндік береді.

Нысанды құруды бастамас бұрын, оның қай қабатта орналасатынын анықтап, осы қабатты белсендіру керек; ауысымдарды болдырмау үшін басқа қабаттарды өңдеуден ажыратқан дұрыс.

Нысанды кесу режимдеріне арналған параметрлер. Нысандардың графикалық дәлдігін қамтамасыз ету үшін объектілерді торға бекіту керек немесе нұсқаулықтар.

Нысандардың координаттарын өлшеу үшін оларды туралап, параққа дәл орналастыру үшін жұмыс аймағының сол және жоғарғы шекараларында орналасқан сызғыштарды қолдану. Туралау дегеніміз парақтағы объектілерді бір-біріне қатысты дәл орналастыру процесін айтады.

Торды көрсету «Көрсету» мәзіріндегі «Тор» командасы арқылы немесе негізгі парақтағы «Docker Object Manager» торының түсін орнатып қосылады. Торды баптау үшін Параметрлер диалогтық терезесінде Көрсету мәзіріндегі Тор мен сызғышты орнату командасын қолдану. Пайда болған Диалог терезесінде тік және көлденең аралыққа ыңғайлы цифрлық мәнді орнату керек.

Нысандарды бағыттаушыларға түсіру үшін меңзер құралын алып, курсорды координаталық сызғыштардың кез келген нүктесіне қойып, тышқан батырмасын басу арқылы бет өрісіне сүйреп апару керек - бағыттаушы курсордың артына тартылады. Заттарды «магниттеу» үшін бағыттаушы. Магниттік қасиеттерді Show мәзіріндегі Guide to Lock қосады. Сіз сипаттама жолағында X немесе Y мәнін орнатып, цифрлық бұрылу бұрышын көрсете отырып, нұсқаулықты дәл баптай аласыз.

*Түстермен жұмыс істеуге арналған параметрлер.*Corel Draw түрлі-түсті модельдер мен режимдерді пайдаланып манипуляция жасайды.

Пайыздар бойынша қосымша түстер палитрасын құру арқылы қосымша түстерді модельдеуге болады. Бұл түсті өңдеу диалогтық терезесі, Құралдар мәзіріндегі Бояғыш редакторы қойындысының көмегімен жасалады.

Толтыруды қолдану үшін алдымен объект құрып, таңдау керек. Толтыруды кез-келген жабық жолға қолдануға болады.

*Контурмен жұмыс істеу параметрі.*Corel Draw жасалған нысандар - түсі немесе қалыңдығы жоқ сызықтар. Қажетті сұлба түсін алу үшін оның параметрлерін Path (Құрылғы) құралының көмегімен орнату керек. Жол құралын іске қосқан кезде мәтін қасиеттерін өзгертуге мүмкіндік беретін Жол атрибуттары диалогтық терезесі ашылады. Контур параметрлері Contour Grip диалогтық терезесінде жасалады.

Өзіңіздің стиль стиліңізді құру үшін Стильді өңдеу диалогтық терезесінде Стиль редакторы батырмасын қолдану. Бұл терезеде «қадам» жасалады, яғни нүктелік сызықтың минималды қайталанатын бөлімі. Қадам өлшемі шкаламен белгіленеді. Әр ұяшық оның қалыңдығына тең контур сызығының кесіндісіне сәйкес келеді. Қосу батырмасы басылып, ашылған тізімде жаңа нүктелік сызық стилі пайда болады.

*Мәтінмен жұмыс істеу параметрі.*Мәтінмен жұмыс істеу параметрлері ештеңе таңдалмаған кезде режимде орындалады. Құралдар тақтасынан Мәтінді таңдаңыз, содан кейін мәтін басқару элементтері қасиеттер тақтасында пайда болады. Мәтіннің белгілері мен абзацтарының атрибуттары орнатылады: қаріптің аты, өлшемі, стилі, тураланyы. Бағдарлама мәтінді шартты белгілер жиынтығы ретінде де, объект ретінде де қарастыра алады - оны бұруға, қисық бойымен орналастыруға және т.б. [19].

Corel Draw графикалық редакторында карта фрагментін құру мысалы 5, 5.3 бетте қарастырылған.

1.6 Азимутты астрономиялық және гироскопиялық әдістермен анықтау

1.6.1 Астрономиялық азимут және оны қолдану

Азимутты дәл анықтау астрономиялық бақылаулар деп аталатын аспан денелерін бақылау арқылы жүзеге асырылады.

Зерттеу аумағында мемлекеттік геодезиялық торап нүктелері болмаған кезде астрономиялық азимут бойына бағытталған тәуелсіз торап салынады. Полигонометриялық және теодолиттік іздер жағдайында астрономиялық азимуттарды траверстің басында және соңында геодезиялық тораптардың бастапқы нүктелеріне көріну болмаған кезде анықтау қажет болады.

Геодезиялық тораптарда бұрыштық өлшеулерде қателіктер жиналмауы және олардың деформациялануына әсер етпеуі үшін желінің бірнеше жағы үшін астрономиялық азимуттар анықталады, бағытты бұрыштарға аударылады

және өлшенген көлденең бұрыштар қабырғалардың бастапқы бағытталған бұрыштары арасында теңестіріледі.

Бұрыштық өлшеу қателіктері жүрістің деформациясына (оның бүйірлік ығысуына) бұрыштардың едәуір мөлшерімен ерекше әсер етеді. Сондықтан, курстың ортасында орналасқан бүйірлердің азимуттарын немесе түйіндік сызықтарды анықтау қажет болады. Бұл жағдайларда астрономиялық азимуттар бағытталған бұрыштарға айналады және өлшенген көлденең бұрыштар олардың арасында теңестіріледі [1].

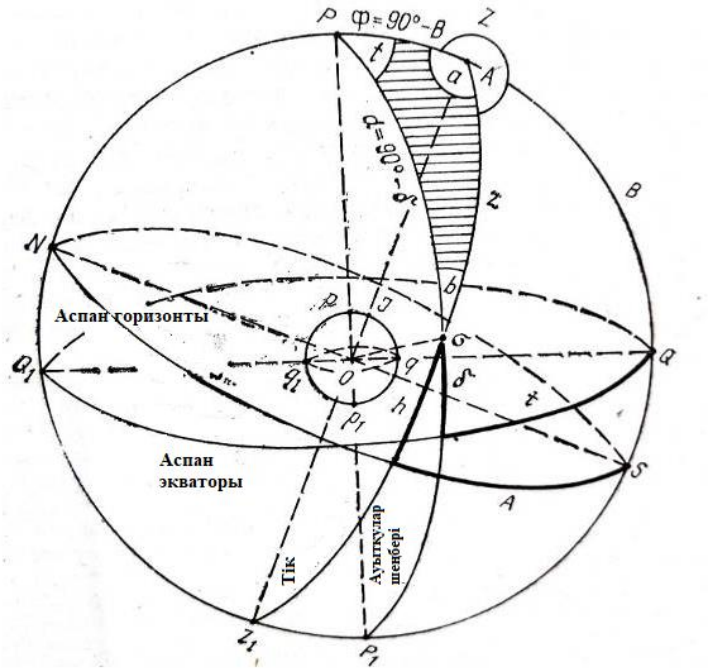
1.6.2 Аспан сферасы және оның негізгі элементтері. Аспан шырактарының координаттар жүйесі

Аспан сферасы центрі Жердің О центрімен теңестірілген шексіз үлкен радиустың сфералық беті деп аталады (Сурет 1.64).

Жердің рр1 осі арқылы өтетін РР1 аспан сферасының айналу осі әлем осі деп аталады, ал оның аспан сферасымен қиылысу нүктелері әлемнің полюстері болып табылады (Р - солтүстік және Р1 - оңтүстік).

Егер жердегі бақылау жүргізілген нүкте арқылы ZZ1 сызық сызығы жүргізілсе, онда ол бақылаушының басының үстіндегі аспан сферасымен қиылыста зенит нүктесін Z, ал қарама-қарсы бағытта - надирлік Z1 нүктесін береді.

Аспан сферасымен қиылысында жердің О центрі арқылы өтетін ZZ1 тіреу сызығына перпендикуляр жазықтық аспан көкжиегі деп аталатын NS сызығын береді.



Сурет 1.64 - Аспан сферасы

Аспан сферасымен қиылысқан жер экваторының QQ1 жазықтығы аспан экваторы деп аталатын QQ1 сызығын береді. Аспан экваторының аспан

көкжиегінен жоғары орналасқан Q нүктесін экватордың жоғарғы нүктесі, Q1 нүктесі - төменгі деп атайды.

I нүктесі арқылы өтетін pIp_1 географиялық меридианының жазықтық аспан сферасымен қиылысында I нүктесінің аспан меридианы деп аталатын PZP1Z1 сызығын береді, одан аспан денелері байқалады.

Егер мұндай жұлдыз σ нүктесіне орналастырылса, онда PσP1 доғасы сағаттық шеңбер (немесе қисаю шеңбері), ал ZσZ1 доғасы тік (немесе биіктік шеңбері) деп аталады. Жазықтығы аспан меридианының жазықтығына перпендикуляр болатын тік, бірінші вертикаль деп аталады.

Аспан меридианының аспан көкжиегімен қиылысуының N және S нүктелері күндізгі сызықты береді, N солтүстік нүкте деп аталады, ал S - оңтүстік нүкте.

Әлем осьі аспан меридианын жоғарғы бөлікке - зенит нүктесімен, ал төменгі - надир нүктесімен бөледі. Егер люминий σ аспан меридианының жоғарғы бөлігінде болса, онда бұл позиция жоғарғы шарықтау шегі деп аталады, ал егер төменгі болса - төменгі.

Аспан экваторы жазықтығына параллель жазықтықтар, аспан сферасымен қиылысқанда, аспан денелері қозғалатын аспан параллельдерін береді.

Аспан денелерінің аспан сферасындағы орнын анықтайтын бірнеше координаттар жүйесі бар:

Көлденең координаттар жүйесі - онда аспан денесінің координаталары жұлдыз жұлдызының биіктігі NS аспан көкжиегінен σ жұлдызына дейін және A жұлдызының аздығы (аспан көкжиегінің S оңтүстік нүктесінен аспан меридианындағы батысқа қарай жұлдыздың тікіне 0°-тан 360° дейін). Азимуттар оңтүстік нүктеден екі бағытта өлшенеді: батысқа қарай (0°-тан +180° дейін) және шығысқа қарай (0°-тан -180° дейін).

H жұлдызының биіктігінің орнына жұлдыздың орналасуын зениттік қашықтық арқылы анықтауға болады - Z зениттік нүктеден жұлдызға дейінгі тік доғамен.

Экваторлық координаттар жүйесі- онда аспан денесінің координаталары: сағаттық бұрыш (аспан экваторының аспан меридианындағы Q нүктесінің жоғарғы нүктесінен аспан сферасының бағыты бойынша 0°-дан 360° немесе 0h-ден 24h-ге дейін ауытқу шеңберіне дейінгі доға), сондай-ақ жұлдыз star (доға). аспан экваторынан солтүстікке қарай 0°-дан + 90°дейін және оңтүстіктен 0°-90° дейін ауытқу шеңбері). Оң жақта шырақшының шарықтау шегі t = 0° немесе 0h, ал төменгісі t = 1800 немесе 12h сәйкес келеді [1; 3].

1.6.3 Уақытты сақтау жүйелері және оны өлшеу

Астрономиялық азимутты анықтаған кезде астрономиялық кестелер қолданылады, олардың ішінен аспан денелеріне бақылаулар жүргізілген сәттегі уақыт аргументіне сәйкес мәндер таңдалады. Астрономия сидеральдық және күндік уақытты ажыратады.

Аспан денесінің екі жоғарғы (немесе төменгі) шарықтау шегі арасындағы уақыт аралығын күн деп атайды.

Біз күннің аспан бойынша айқын қозғалысына байланысты уақыт түрлерін (күндерді) ажыратамыз:

Шынайы күн уақыты ($t_{ист}$) - Күн центрінің қатарынан екі төменгі шарықтау шегі арасындағы уақыт кезеңі.

Нағыз түн ортасы күн центрінің төменгі шарықтау сәтімен сәйкес келетін шынайы күнді санаудың басы ретінде қабылданады. Бақылау нүктесіндегі шынайы күн уақыты сағат центрімен өрнектелген және 12^h (сағатқа) көбейтілген Күн центрінің сағаттық бұрышына тең:

$$t_{ист} = t_0 + 12^h. \qquad (1.44)$$

Күннің орташа уақыты ($m_{ср}$) - экватор бойымен біркелкі қозғалатын ортадағы (экваторлық) Күннің, яғни Күннің қияли орталығының екі дәйекті төменгі шарықтау шегі арасындағы уақыт кезеңі.

Бақылау нүктесіндегі күннің орташа уақыты орташа (экваторлық) Күннің t0av сағаттық бұрышына тең, 12^h көбейген:

$$m_{ср} = t_{0ср} + 12^h. \qquad (1.45)$$

Уақыт теңдеуі жылдың әр күніне арналған астрономиялық кестелермен анықталады:

$$\eta = t_{ист} - m_{ср}, \qquad (1.46)$$

Мұндағы η - уақыт теңдеуі;

$t_{ист}$ - шынайы күн уақыты;

$m_{ср}$ - күн уақыты

Шынайы мағынадан өту үшін келесі формуланы қолдану:

$$m_{ср} = t_{ист} - \eta = t_{0ср} + 12^h - \eta. \qquad (1.47)$$

Жер шарының әртүрлі бөліктеріндегі орташа уақыт (бір меридианда орналаспаған) әр түрлі болады, сондықтан оны жергілікті уақыт деп атайды.

Белдік уақыты ($T_{белдік}$) - бұл жердің беткі қабатын меридиандар 24 белдеуіне бөлетін уақыт, әр белдеуде 15° бойлық. Зоналық уақыт белдеудің орта меридианына жатады, оның бойлығы 15° еселікке тең. Белдіктер Гринвич меридианынан бастап батыстан шығысқа қарай нөмірленеді.

Белдеудің кез-келген нүктесіндегі орташа уақыт белдіктен осы нүктенің бойлықтары мен белдеудің орташа меридианының арасындағы айырмашылықтың сағатпен көрсетілген мәнімен ерекшеленеді:

$$m_{\text{ср}} - \text{Т}_{\text{пояс}} -= (\lambda - \lambda_{\text{ср}}), \quad (1.48)$$

мұндағы $m_{ср}$ - күннің орташа уақыты;

$T_{белдік}$- стандартты уақыт;

λ - бақылау нүктесінің бойлығы;

$\lambda_{ор}$ - белдеудің орта меридианының бойлығы.

Осы формуладан сіз стандартты уақытты есептей аласыз:

$$\text{Т}_{\text{пояс}} - m_{\text{ср}} = (\lambda - \lambda_{\text{ср}}). \quad (1.49)$$

Бойлықтың өлшемдік өлшемінен (немесе сағаттық бұрыштан) сағаттық өлшемге көшу жүзеге асырылады:

$$\lambda = \frac{\lambda_0}{15^0}. \quad (1.50)$$

Декреттік уақыт (Д) Уақыт стандартты уақыттан 1 сағатқа артық па?

$$\text{Д} = \text{Т}_{\text{пояс}} + 1, \quad (1.51)$$

мұндағы D – декреттік уақыт;

$T_{белдік}$- стандартты уақыт.

Әлемдік уақыт (М)- бұл уақыт, Гринвич аты бар, немесе басқаша нөлдік белдеу уақыты. UTC астрономиялық азимутты есептеу үшін астрономиялық кестелер көмегімен есептеледі. Ол үшін олар жазғы уақыттан әмбебап уақытқа ауысады:

$$\text{М} = \text{Д}_n - (n + 1), \quad (1.52)$$

мұндағы М - дүниежүзілік уақыт;

Д – декреттік уақыт;

n - стандартты уақытты әмбебап уақыттан ажырататын сағат санына сәйкес келетін аймақ саны [1, 3].

1.6.4 Сфералық тригонометриядан алынған мәліметтер. Параллактикалық үшбұрыштар

Аспан сферасындағы светодиодтың координаталары үлкен шеңберлердің (сфераның центрі арқылы өтетін) доғалары болғандықтан, астрономиялық азимутты анықтау мәселесін шешу үшін сфералық тригонометриядан формулалар қолданылады.

Сфералық үшбұрыштар үш қиылысатын доғалардан (Сурет 1.64), P, Z, σ нүктелерінде шыңдары бар үшбұрышты құрайды. PZ, Zσ, σP доғалары- сфералық үшбұрыштың жақтары деп аталады. Олар осы доғаларға сүйенетін орталық бұрыштардың шамасымен өлшенеді (сфераның ортасындағы шыңы – O).

Мысалы, PZ жағы POZ орталық бұрышымен өлшенеді. P, Z нүктелеріндегі сфералық үшбұрыштың бұрыштары жанамалар оның шыңдарында оның бүйірлеріне түзетін бұрыштардың шамасымен немесе басқаша айтқанда, бұрыштың қабырғалары арқылы өтетін жазықтықтар арасындағы диедралды бұрыштардың шамасымен өлшенеді. Z нүктесіндегі a бұрышы аспан меридианының (PZ доғасы) және тік (Zσ доғасының) жазықтықтарымен түзіледі.

Сфералық үшбұрыштың қабырғаларының қосындысы әрдайым 360° кем, ал сфералық үшбұрыштың бұрыштарының қосындысы әрдайым 180° үлкен (бірақ 540° аспайды).

Горизонталь және экваторлық координаталық жүйелерді біріктіретін, әлемнің P полюсі, Z зениті мен σ жұлдызы арасындағы доғалардан құрылған PZσ сфералық үшбұрышы параллакс үшбұрышы, ал σ нүктесіндегі b бұрышы параллакс бұрышы деп аталады.

Параллакс үшбұрышының қабырғалары (Сурет 1.64): z - жұлдыздың зениттік арақашықтығы; d = 90°-δ (δ - жұлдыздың ауытқуы); φ = 90° – B (B - бақылау алаңының ендігі, дәлдігі ± 0,1 ').

Қабырғаларын біле отырып, олар сфералық тригонометрия формулаларын қолдана отырып, параллакс үшбұрышының бұрыштарын табады:

$$tg\frac{t}{2}=\frac{m}{\sin(p-z)};\quad tg\frac{a}{2}=\frac{m}{\sin(p-d)};\quad tg\frac{b}{2}=\frac{m}{\sin(p-\varphi)},\qquad (1.53)$$

мұндағы t - Күннің сағаттық бұрышы;

a - азимутты анықтау бұрышы;

b – параллактикалық бұрышы;

z, d, φ - параллактикалық үшбұрышының қабырғалары.

p және m мәні:

$$p=\frac{1}{2}(z+d+\varphi);\quad m=\sqrt{\frac{\sin(p-z)\times\sin(p-d)\times\sin(p-\varphi)}{\sin p}}.\qquad (1.54)$$

Бұрыштарды есептеуді бақылау үшін келесі формуланы қолдану:

$$tg\frac{t}{2}\times tg\frac{a}{2}\times tg\frac{b}{2}=\frac{m}{\sin p}.\qquad (1.55)$$

Берілген формулалар бойынша барлық есептеулер кестеде орындалады азимутты есептеу [1, 3].

1.6.5 Азимуттарды астрономиялық әдістермен анықтау тәсілдері

Жердегі затқа бағыттаудың A астрономиялық азимутын анықтау мәні уақыттың белгілі бір сәтінде қандай да болмасын σ аспан жарықтығының α

астрономиялық азимутын анықтауға бағытталған және сол сәтте жарық пен жердегі объектінің бағыттары арасындағы көлденең Q бұрышын өлшеуден тұрады.

Жердегі объектіге бағыттың астрономиялық азимуты мына формула бойынша есептеледі:

$$A = \alpha + Q. \tag{1.56}$$

Азимуттарды анықтау дәлдігі бақылау әдісіне және бақылаулар нәтижелерін өңдеудің ауырлығына, қолданылатын құралдардың нақты сипаттамаларына және бақылау жағдайларына байланысты.

Бағыттардың азимуттарын анықтау әдісін таңдағанда, ең алдымен, қажетті дәлдіктен шығады. Азимут дәлдігіне байланысты астрономиялық бақылаулар жиынтығына әмбебап немесе оптикалық теодолит, секундомер және радиоқабылдағыш кіреді [20].

Астрономиялық бақылаулардан азимуттарды анықтаудың бірнеше әдісі бар: Күннің сағаттық бұрышы бойынша, Күннің биіктігі бойынша және Солтүстік жұлдыздың сағаттық бұрышы бойынша.

Неғұрлым дәл азимут мәндері жұлдыздарды түнгі бақылаулардан және бұлтсыз күндерден алынады. Азимутты бақылаудың ең қолайлы уақыты - таңертең және кешкі уақытта. Бақылаулар күн шыққаннан кейін 30 минуттан ерте басталып, күн батқанға дейін 30 минуттан кешіктірмей аяқталуы керек.

Азимутты анықтаудың бірнеше әдісін қарастырайық.

Күннің сағаттық бұрышы бойынша анықтау әдісі. Жердегі объектіге бағыттың азимутын Күннің сағаттық бұрышы бойынша анықтау ұсынылады, өйткені бұл әдіс кез-келген географиялық ендікте қолданылады және байқау маусымына байланысты емес. Күннің сағаттық бұрышының азимутын Күннің биіктігі 50° аспаған кезде байқауға болады. Азимутты Т-2 теодолиті алты дөңгелекпен аяқтың орнын ауыстырып бұрышпен анықтайды (σ = 180° / n, мұндағы n - дөңгелектер саны).

Бақылаулардың алдында аспап мұқият тегістеледі. Күнді бақылау жарық сүзгісімен (аспаптың окулярына арналған қара шыны) жүзеге асырылады, Күн бейнесі құбырдың көріну аймағына енгеннен кейін, торлы тордың тік жіпі алидада бұрандасы арқылы Күн дискісінің сол немесе оң жақ шетіне жеткізіледі. Қазіргі уақытта жіп Күн дискісінің шетіне тиіп тұрған кезде бақылаушы «Иә» командасын береді, осыған сәйкес бақылаушының көмекшісі сағат көрсеткіштерін журналға есептейді және жазады, ал бақылаушы оған көлденең шеңбер бойымен оқуды айтады. «Солға» және «оңға» шеңбермен тордың тік жіпі күн дискісінің диаметрлі қарама-қарсы шеттеріне бағытталады, осылайша көлденең шеңбер бойымен көрсеткіштердің орташа мәні Күннің центріне сілтеме жасайды.

Азимутты бақылау келесі тәртіпте жүзеге асырылады:

- «солға» шеңбер (СШ): құбырды жердегі затқа бағыттау; көлденең шеңбер бойымен көрсеткіштерді жазу; түтікті күн дискісінің сол (оң) шетіне бағыттау; сағат және көлденең шеңбер бойынша көрсеткіштерді есепке алу;

- «оңға» шеңбер (ОШ): түтікті күн дискісінің сол (оң) шетіне бағыттау; сағат және көлденең шеңбер бойынша көрсеткіштерді есепке алу; құбырды жердегі затқа бағыттау; көлденең шеңбер бойымен көрсеткіштерді жазу.

Азимутты есептеуге қажетті бақылау нүктесінің φ ендік және бойлық мәндерін, қателіктері ±5 аспайтын арнайы картадан алынған, сызық сызығының ауытқуын ескере отырып, 1: 50,000 масштабтағы топографиялық картадан анықталған геодезиялық координаттар арқылы алуға болады »[. 21].

Күнді бақылау және далалық журналды өңдеу бойынша әрекеттер тізбегі 1.9-кестеде көрсетілген.

Кесте 1.9 - Азимутты Күннің сағаттық бұрышы бойынша анықтау

№	Аты-жөні	Мән
1	2	3
I.	Бастапқы мәліметтер	
бір	Көлденең бұрышты өлшеңіз	Q
2018-04-21 121 2	Бақылаудың күні мен уақытын белгілеңіз	Д.
3	Бақылау жүргізілетін жердің ені мен бойлығын анықтау	φ; λ
II.	Күннің ауытқуын есептеңіз	
бір	Әлемдік уақыт	M (формула 1.54)
2018-04-21 121 2	Күннің сағаттық бұрышы	$t = (\eta + 12^h) + +\nu M^h +$ M + λ
3	Күннің бейімділігі	$\delta = \delta_0 + \nu M^h$
4	Күн центріне бағытталған бұрыштың румбалық мәні	ctgα_1 = sin φ ctgt-

III.	Күннің азимутын есептеңіз		
Егер таңертеңгі бақылаулар		Егер кешкі бақылаулар болса	
$+\mathrm{ctg}\alpha_1$	$-\mathrm{ctg}\alpha_1$	$+\mathrm{ctg}\alpha_1$	$-\mathrm{ctg}\alpha_1$
$\alpha = \alpha_1$	$\alpha = 180^0 - \alpha_1$	$\alpha = 180^0 + \alpha_1$	$\alpha = 360^0 - \alpha_1$
I ширек	II ширек	III ширек	IV ширек

IV.	Құрлықтағы затқа азимутты есептеңіз	
бір	Азимут жер бетіндегі объектіге бағытталу	$A = \alpha + Q$
V.	Бағытты бұрышты есептеңіз	
бір	Дирекциондық бұрыш	$\alpha = A - \gamma$

Күннің биіктігін анықтау әдісі. Күннің биіктігі бойынша астрономиялық азимутты анықтау сол технологияны қолдана отырып, таңертең және кешкі кезеңдерде жарық сүзгісін қолдану арқылы алты бақылау әдісін қолданып, бұған 20-30 минут жұмсайды.

Олар көзге көрінетін кескінді құбырдың көру өрісінің диаметрлі қарама-қарсы ширектеріне қойып, тордың тік және көлденең соққылары дискінің шеттеріне тиіп тұруы үшін күн көзіне қарайды. Содан кейін күн дискісінің ортасына келтірілген бақылау нәтижелерінің орташа мәні көрсетіледі. Күннің ортасын бақылау сәтіне келтірілген орташа уақытның сәті де анықталады.

Күннің шеттерін ол дәйекті түрде өтетін құбырдың көру өрісінің төрттен үшінде байқау керек, алдымен Күннің алдыңғы жиектерін, олар түтікте көрінетіндей, содан кейін керісінше байқау керек. Геодезиялық құбырлар кері кескіндерді береді - таңертеңгі бақылауларда құбырдың көру аймағында көрінетін күннің бейнесі жоғарыдан төменге, ал кешке төменнен жоғарыға қарай жылжиды, дегенмен іс жүзінде бәрі керісінше болады.

Сондықтан, таңертеңгі бақылаулар кезінде Күн құбырдың көру аймағының оң жақ жоғарғы ширегінде (1-ширек), ал құбырды зенит арқылы жылжыту арқылы Күн құбырдың сол жақ төменгі бөлігінде (3-ширек) байқалады. Кешкі бақылауларда Күн алдымен 2-ширекте, ал құбырды зенит арқылы жылжыту арқылы 4-ширекте байқалады.

Егер окулярға қара шыныдан жасалған призма қойылса, онда тік жазықтықтағы Күн бейнесінің айқын қозғалысы нақты қозғалыспен сәйкес келеді, ал көлденең бағытта ол өзінің нақты қозғалысымен қарама-қарсы болады, яғни таңертең ол көтеріліп, төменгі оң ширектен түтік көрінісінің сол жақ жоғарғы бөлігіне ауысады. (2-4 ширек аралығында); құбырдың көру аймағының оң жақ жоғарғы кварталынан сол жақ төменгі ширегіне қарай жылжып, кешке төмендейді (1-ден 3-ширекке дейін).

1.10-кестеде азимутты Күн биіктігі бойынша анықтаудың технологиялық сызбасы келтірілген [22].

Кесте 1.10 - Азимутты Күн биіктігі бойынша анықтау

№	Аты-жөні		Мән
I.	Бастапқы мәліметтер		
бір	Күннің горизонттан және биіктігінен биіктігін өлшеңіз		h, Q
2018-04-21 121 2	Бақылаудың күні мен уақытын белгілеңіз		Д.
3	Бақылау жүргізілетін жердің ені мен бойлығын анықтау		φ; λ
II.	Күннің биіктігін есептеңіз		
бір	Әлемдік уақыт		M (формула 1.54)
2018-04-21 121 2	Бақылау кезіндегі Күннің бейімділігі		$\delta = \delta_0 + \nu M^h$
3	Күн центріне бағытталған бұрыштың румбалық мәні		$\cos\alpha_1 = \sin\delta - \sin\varphi \sin h / \cos\varphi \cos h$
III.	Күннің азимутын есептеңіз		
Егер таңертеңгі бақылаулар		Егер кешкі бақылаулар болса	
$+\cos\alpha_1$	$-\cos\alpha_1$	$-\cos\alpha_1$	$+\cos\alpha_1$
$\alpha = \alpha_1$	$\alpha = 180^0 - \alpha_1$	$\alpha = 180^0 + \alpha_1$	$\alpha = 360^0 - \alpha_1$
I ширек	II ширек	III ширек	IV ширек
IV.	Құрлықтағы затқа азимутты есептеңіз		
бір	Азимут жер бетіндегі объектіге бағытталу		$A = \alpha + Q$
Бағытты дирекциондық бұрышты есептеңіз			
бір	Дирекциондық бұрыш		$\alpha = A - \gamma$

1.6.6 Азимутты анықтаудың гироскопиялық тәсілі

Аспан денелерін бақылаудан азимутты анықтау күндізгі немесе түнгі бақылаулармен байланысты. Гиротеодолит - бұл жағдай мен сыртқы жағдайларға қарамастан азимутты анықтауға арналған әмбебап құрал.

Гиротеодолит бұрыштық аспап оптикалық теодолит гироскопиялық құрылғыға қосылған болып табылады. Ол Жердің өз осінің айналасында айналуының әсерінен байқау нүктесінде меридианға қатысты маятник гироскопының осінің периодты тербелістерінің тұрақтылығына негізделген. Гиротеодолиттің гироскоптың бөліктерін айналдыратын қуат көзі бар.

Меридианның бағыты гиротеодолиттің көлденең шеңбер бойымен кері бағыттағы көрсеткіштермен анықталады, яғни гироскоп осінің шығысқа (n1), батысқа (n2), қайтадан шығысқа (n3) және т.б.

Есептерден алынған орташа мән меридиан бағытымен сәйкес келетін маятник гироскоп осінің тепе-теңдік жағдайына сәйкес келеді:

$$M = \frac{1}{4}\left(n_1 + n_2 + n_3 + n_4\right). \qquad (1.57)$$

Теодолитті есептегіш аспаптың гироскоп осіне қатысты ығысуына байланысты, солтүстік С сәйкес бағытты алу үшін, есеп берудің орташа мәніне осы орын ауыстыруға тең түзету енгізіледі.

N жердегі объектіге азимут формула бойынша анықталады:

$$A_{\mathrm{N}} = N - C + \delta_A, \qquad (1.58)$$

мұндағы N - жердегі N нысанындағы көлденең шеңбер бойымен санақ;

δA - сызық сызығының ауытқуы үшін азимуттағы түзету.

Азимут A_N формула бойынша бағытталған бұрышқа аударылады:

$$\alpha_{\mathrm{N}} = A_{N_{оконч}} - \gamma. \qquad (1.59)$$

Гиротеодолиттер арқылы азимут пен бағыттық бұрышты анықтау дәлдігі 5" – 20 " құрайды [1].

1.7 Пландық геодезиялық торларды құру әдістері

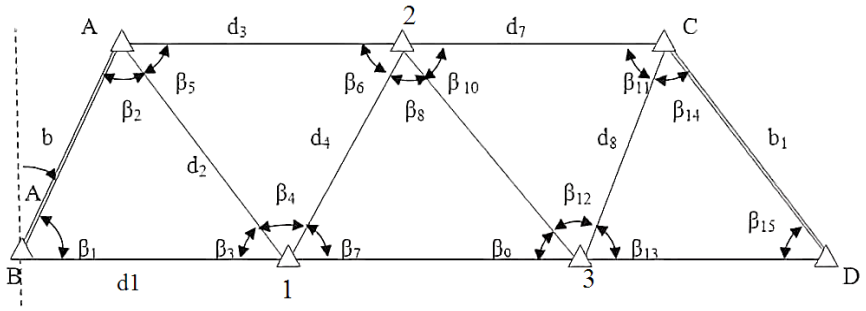
1.7.1 Триангуляция

Кез-келген геодезиялық тапсырманы жүзеге асыру бір-бірімен байланысқан және координаттар жүйесі мен биіктіктердің көмегімен бекітілген нүктелер жиынтығы болып табылатын геодезиялық торларды құрусыз мүмкін емес. Пландық геодезиялық торларды құрудың негізгі әдістері триангуляция, полигонометрия, трилатерация болып табылады.

Триангуляция- геодезиялық бақылау нүктелерінің желісін құру әдістерінің бірі. Ол кейбір негізгі қабырғаларының барлық бұрыштары мен ұзындықтары өлшенетін үшбұрыштарды құрайтын жер бедеріндегі нүктелер жүйесінің геодезиялық құрылысынан тұрады (Кесте 1.11).

Триангуляцияны салудың сызбасы объектінің геометриясына, техникалық-экономикалық жағдайына, аспаптар жағдайына және орындаушылардың біліктілігіне байланысты. Триангуляция I, II, III және IV кластардың геодезиялық торларды құрайды, сонымен қатар шоғырландырудың геодезиялық желілерін құру және 1 және 2 категорияларды түсіру үшін қолданылады.

Триангуляция – пландық геодезиялық торларды құрудың ең кең тараған әдісі. Үшбұрыш жүйесі жолдар немесе тораптар түрінде салынған. Бастапқы тікелей өлшенген жағынан үшбұрыштарды кезекпен шешу, үшбұрыштар жүйесінің барлық қабырғалары табылған. Триангуляциялық тораптар үшбұрыштарды тең жақтыға жақын етіп жобалауға тырысады. Еркін желілерде желінің масштабын басқару үшін кем дегенде екі тікелей өлшенген тірек жағы болуы керек (Сурет 1.65).



Сурет 1.65 - Триангуляция торының сызбасы

Геодезиялық жұмыстарды ең үлкен масштабтағы қол жетімді картада жасамас бұрын, олар зерттелетін аумақтың мөлшері мен формасын, қолданыстағы GGS пункттерінің орналасуы мен санын, жер бедері мен басқа жағдайларды басшылыққа ала отырып, болашақ желіні жобалайды. Көршілес нүктелер арасындағы көрініс, әдетте, жерден, штатив биіктігінен 3-пирамидаларына дейін қамтамасыз етіледі.6 мнемесе тұрғын үй немесе өндірістік ғимараттардың шатырларынан. Желі нүктелері орналасқан жеріне байланысты өз атауларымен тағайындалады немесе ретімен нөмірленеді. жиілету желілеріндегі бұрыштар дәл бұрыштық құрылғылармен өлшенеді, қиын жағдайларда 20° дейін және 140° дейін доғал бұрыштарға рұқсат етілуі мүмкін.

Кесте 1.11 - Триангуляция тораптарының негізгі сипаттамалары

Триангуляция сыныбы	Қабырға ұзындығы, км	Бұрышты өлшеудің орташа квадраттық қателігі	Үшбұрыштағы рұқсат етілген шекті қатесі	Сілтеме (шығыс) жағының салыстырмалы қателігі
1	20-25	± 0,7//	± 3,0//	1: 400,000
2	7-20	± 1,0//	± 4,0//	1: 300,000
3	5-8	± 1,5//	± 6,0//	1: 200,000
4	2-5	± 2,0//	± 8,0//	1: 200,000

Триангуляция торының нүктелері арасындағы қашықтықты есептеу формулалары синустар теоремасына сәйкес жасалады:

$$\frac{d_1}{\sin\beta_2} = \frac{b}{\sin\beta_3} = \frac{d_2}{\sin\beta_1}. \qquad (1.60)$$

Триангуляция желісінің нүктелерінің координаталарының формулалары формулаларға сәйкес жасалады:

$$x_1 = x_{\mathrm{A}} + d_2 \cos\alpha_{A-1}, \qquad (1.61)$$
$$y_1 = y_{\mathrm{A}} + d_2 \times \sin\alpha_{A-1}. \qquad (1.62)$$

Бұрыштар келесі тәсілдермен өлшенеді:

1. *Барлық комбинацияларда бұрыштарды өлшеу әдістері*. Әдіс барлық комбинациялармен, кез-келген жұп бағыт бойынша қалыптасқан жеке бұрыштарды өлшеуге (екіге бөлінген) тұрады. Тікелей өлшеу нәтижесінде алынған бұрыштық мәннен басқа, әр бұрыштың мәні айырмашылық немесе басқа тікелей өлшенген екі бұрыштың қосындысы ретінде есептелуі мүмкін.

Жеке бұрыштарды өлшеу келесі операциялардан тұрады:

- бақылау бұрышымен бірге қажетті бұрышты құрайтын нүктелердің әр жұбын дәйекті бақылау;
- лимбтан санау және өлшенген бұрыштың мәнін анықтайтын айырмашылықты есептеу;
- бекеттегі бұрыштарды теңестіру.

Таңдалған бастапқы бағыт пен барлық басқа бағыттар арасында өлшенетін бұрыштар қатары бағыттағыш желдеткіш деп аталады. Станциядағы бағыттар санының өсуімен барлық комбинацияларда бұрыштарды өлшеу әдісін қолданған кезде, бұрыштарды өлшеуге арналған қабылдау саны бағыттар санына қарағанда әлдеқайда тез артады, мысалы, 4 бағыттағы станцияда. 36 өлшеуді 6 қадаммен жүргізу керек (қайталанғаннан басқа). 8 бағыттағы станцияда қабылдау саны 3, ал өлшеу 84-ке, 12 бағыттағы станцияда 2 қабылдаудан 132 өлшеу жүргізу керек.

2. Дөңгелек қабылдау әдісі. Әдіс бекітілген аяқпен өлшеу бағыттарынан тұрады. Алидада сағат тілімен айналдырылады, ал құбыр торының биссектрисасы дәйекті түрде бірінші, екінші және соңғы бағытта көрсетіледі.

Содан кейін, қайтадан біріншіде (көкжиектің жабылуы) нүктелер байқалды. Әр бағытта көргенде шеңбер бойынша оқуды алыңыз. Бұл бірінші жарты қадам.

Екінші жарты жүрісте алидада сағат тіліне қарсы бұрылады. Ол үшін құбыр зенит арқылы тасымалданады және бақылаулар бірдей нүктелерде қайталанады, бірақ кері тәртіпте: біріншіге, соңғыға, соңғы, екіншіге, біріншіге. Екінші жарты қабылдау мен бірінші және екінші жарты қабылдаулардан тұратын бірінші қабылдаумен аяқтаңыз.

Қабылдаудың басында және соңында алынған жартылай қабылдаудағы байқау қателіктеріне байланысты осы бағытта көру кезінде оқулардағы айырмашылық не екі оқудың орташа мәнін шығару арқылы, не шекті қатесін барлық бағыттарға тарату арқылы жойылады. Қабылдаудағы барлық бағыттардағы өлшеу нәтижелері барлық бағыттардан бірінші бағыттағы көрсеткішті алып тастап, бастапқы бағытқа (нөлге) дейін азаяды.

3. *Қайталау әдісі.* Бұл әдісті станцияда қолданған кезде бір бұрыштар белгіленген қайталанулар санымен өлшенеді.

Өлшеу бұрышы мынадай тәртіппен жүргізеді:

Теодолитте алидад көлденең шеңбер бойынша тиісті қабылдау үшін белгіленген санаққа орнатылады және оны осы қалыпта шеңбермен бекітеді. Шеңбер мен оған бекітілген алидадтардың айналуы құбырды сол жаққа бағыттайды, көлденең шеңбер бекітіліп, оның микрометрлі бұрандасы бар құбыр мақсатты нысанаға дәл жеткізіледі. Осыдан кейін көлденең шеңбер бойынша есептеледі. Әрі қарай, алидад босатылып, оны бұру арқылы құбырды оң жаққа апарады, алидадты бекітеді және оның микрометрлі бұрандасы құбырды осы тармақтың мақсатына дәл келтіреді. Осыдан кейін бұрыштың шамамен мәнін есептеуге мүмкіндік беретін көлденең шеңбер бойынша аралық санақты алыңыз. Екінші қайталау көлденең шеңбер босатылған кезде құбырды сол жаққа бағыттай бастайды (алидада шеңбермен бірге қалады) және бірінші қайталау үшін көрсетілген барлық операцияларды қайталайды.

Қайталаудың тиісті саны екінші тармаққа қаралғаннан кейін көлденең шеңбер бойынша санаумен аяқталады. Қайталаудың соңында жасалған оң жақ нүктеге сілтеме және қайталаудың басында жасалған сол жақ нүктеге сілтеме өлшенген бұрыштың N-көбейтіндісін береді.

Екінші жартысы бірінші сияқты орындалады, бірақ берілген бұрышты 360°дейін өлшейді. Өлшенген бұрыш екі жарты жолда да n-көбейтілген бұрышты орындалған қайталанулар санына бөлу арқылы есептеледі. Өлшенген бұрыштың соңғы мәні оның жартылай шеңберлеріндегі мәндерінің орташа мәні ретінде, екінші жартылай шеңберде өлшенген бұрыш 360° - тан алынғаннан кейін есептеледі. Қалған әдістер бірінші ретпен орындалады, бірақ көлденең шеңбердің тиісті қондырғыларында. Өлшенген бұрыштың қателігі барлық тәсілдерден алынған орташа мәннен ауытқу арқылы есептеледі.

Біздің еліміздегі геодезиялық триангуляция желілерінің негізі ретінде профессор Ф. Н. Красовскийдің схемасы қабылданды. Оның мәні құрылыс принципін жалпыдан нақтыға қолдану болып табылады. Бастапқыда ұзындығы 200 - 240 км болатын үшбұрыштардың қатарларын құрайтын нүктелер

меридиандар мен параллельдер бойымен салынады. Үшбұрыштардың өзіндегі жақтардың ұзындығы 25-40 км құрайды.

Түсірілім жұмыстары үшін триангуляциялық желі оның негізінде дамыған қоюландыру желілерінің ұзындығын қысқартуға мүмкіндік береді және төменгі разрядтар мен түсірілім желілеріндегі қателерді азайтуға көмектеседі. Осы мақсат үшін желі класын таңдау негізінен түсірілім алаңымен анықталады [4, 11].

1.7.2 Трилатерация

Трилатерация Барлық жақтары өлшенетін, үшбұрыштардың іргелес жерде тұрғызу әдісі болып табылады.

Инженерлік-геодезиялық мәселелерді шешу үшін құрылған трилатерация желілері көбінесе бөлек типтік фигуралардан тұратын еркін желілер түрінде құрылады: геодезиялық төртбұрыштар, орталық жүйелер немесе үшбұрыштармен тіркесімдер (Сурет 1.66).

Үшбұрыштар тригонометрия формулалары бойынша шешіледі, үшбұрыштардың бұрыштары үшбұрыш үшбұрыш жүйесінің элементтерін есептегендегідей болады:

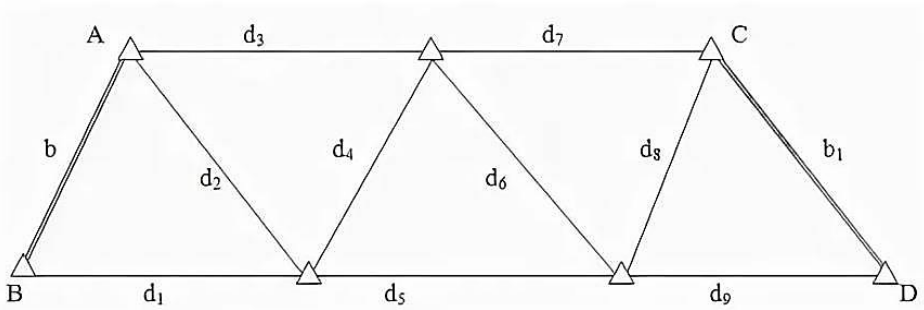
$$x_2 = x_1 + d_{1-2}\cos\alpha_{1-2},\ y_2 = y_1 + d_{1-2}\sin\alpha_{1-2}, \tag{1.63}$$

$$x_3 = x_2 + d_{2-3}\cos\alpha_{2-3},\ \ y_3 = y_2 + d_{2-3}\sin\alpha_{2-3}, \tag{1.64}$$

$$\alpha_{2-3} = \alpha_{1-2} + 180 - \beta_2, \tag{1.65}$$

$$d_{1-3}^2 = d_{1-2}^2 + d_{2-3}^2 - 2d_{1-2}d_{2-3}\cos\beta_2. \tag{1.66}$$

Латын тілінен аударғанда трилатерация «үш жақты» дегенді білдіреді. Бұл жердегі геодезиялық нүктелер құрған үшбұрыштардағы қабырғалардың ұзындықтарын өлшеу осы әдіспен негізделеді. Оны сызықтық триангуляция деп те атайды. Трилатерация әдісі төменгі кластың инженерлік-геодезиялық желілерін, сондай-ақ әр түрлі мақсаттағы 1 және 2 санаттағы конденсация желілерін салуда қолданылады. Жердің жасанды серіктерінің жұмысы трилатерация әдісіне негізделген.



Сурет 1.66 - Трилатерациялық торап сызбасы

Трилатерация торап 1.12 кестеде келтірілген талаптарға сай болуы керек.

Кесте 1.12 - Трилатерациялық торап негізгі сипаттамалары

Көрсеткіштер	Трилатерация		
	4 класс	1 дәреже	2 дәреже
Үшбұрыштың қабырғасының ұзындығы, км	2-5	0,5-5	0.25-3
Минималды рұқсат етілген үшбұрыш бұрышы	30 °	20 °	20 °
Үшбұрыштар тізбегінің бастапқы қабырғалары арасындағы немесе бастамасы мен бастапқы жағы арасындағы ұзындығы, км	14	7	7
Бастапқы қабырға минималды ұзындығы, км	2	1	1
Торап қабырғасын өлшеудің орташа квадраттық қателігі	1: 120000	1: 80000	1: 40,000

Трилатерация - бұл барлық жақтарының ұзындықтары өлшенетін бір-біріне жалғасқан үшбұрыштардың үздіксіз торы; кем дегенде екі нүктенің белгілі координаттары болуы керек. Екі нүктенің координаталары белгілі және екі жағы өлшенетін үштік үшбұрыштың шешімін келесі әдіспен есептеуге болады:

- сызықтық қиылыстыру формулалары бойынша;
- косинус теоремасы бойынша: біріншіден, бірінші үшбұрыштың бұрыштары есептеледі, содан кейін осы бұрыштарды және 1-2 нүктелерінің бүйірлік бұрышын қолданып, 2-3 нүктесінің қабырғаларының бағытталған бұрыштарын есептеп, тура геодезиялық есепті шығарыңыз.

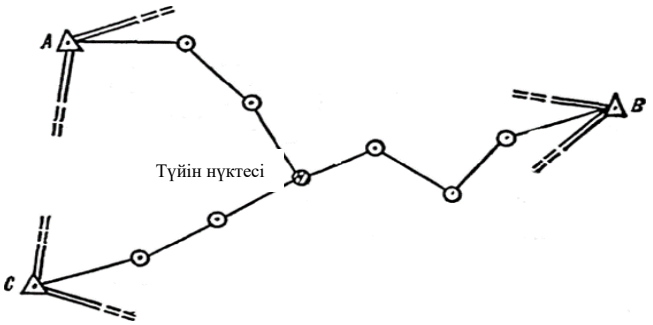
Трилатерация басқа әдістермен салыстырғанда шектеулі кеңістіктерде және кішігірім қашықтықта тиімді деп саналады. Мұндай тораптарды әдетте микротрилатерация торабы деп атайды. Трилатерацияның тағы бір артықшылығы - бұл белгілі бір географиялық аймақтар мен жыл мезгілінде өлшеу әдісінің жеке климаттық артықшылықтары болуы мүмкін [23].

1.7.3 Полигонометрия

Полигонометрия Жердегі ашық және жабық сынған сызықтар жүйесін құру және сынған сызықты құрайтын жеке бөліктер ұзындығын және көршілес қабырғалар арасындағы көлденең бұрылыс бұрыштарын өлшеу әдісі болып табылады (Сурет 1.67).

Сынық сызықтарды жерге төсеу полигонометриялық жүріс деп аталады. Олар теодолиттік қозғалыстардан мақсаттылығымен және бұрыштар мен сызықтарды өлшеу дәлдігімен ерекшеленеді.

Полигонометрия әдісінде барлық құрылыс элементтері тікелей өлшенеді, ал триангуляция әдісіндегідей бұрыштарда және бұрылу бұрыштарының шыңдарының координаттары бірдей негіздерде анықталады.



Сурет 1.67 - Түйін нүктесі бар полигонометриялық жүріс

Жерде 1, 2, 3…, n, n + 1 нүктелерін таңдап, олардың арасындағы сызықтардың s1, s2,…, sn және олардың арасындағы β2, β3,…, βn бұрыштары сызықтармен өлшенеді. Полигонометриялық жүріс басталу нүктесі анықталған координаталары мен шектес нүктеге бағытталған бағыттың бұрышы бар тірек нүктесімен тураланған. Жүрістің бастапқы нүктесінде тіреу бұрышы жүрістің бірінші жағы мен бастапқы бағыт арасында өлшенеді. Өлшеу дәлдігін бақылау және бағалау үшін оның n + 1 соңғы нүктесі координаталары белгілі болатын нүкте мен шектес нүктенің бағытталған бұрышымен тірек нүктесімен біріктіріледі. Бұл полигонометриялық курста бұрыштық және координаталық шекті қатесін сызықтар мен бұрыштардың ұзындықтарын өлшеудегі қателіктерге байланысты есептеуге мүмкіндік береді және формулалармен өрнектеледі:

$$f_\alpha = \alpha_{n+1} - \alpha_n;\ f_x = x_{n+1} - x_n;\ f_y = y_{n+1} - y_n. \qquad (1.67)$$

Құрылыстың дәлдігі мен тәртібіне байланысты полигонометриялық қозғалыстар мен тораптар негізгі техникалық сипаттамалары 1.13 кестеде көрсетілген кластарға бөлінеді.

*Полигонометриялық торап б*екітілген және түйіндік нүктелер арасындағы полигонометриялық тораптар арасындағы жүрістер болып табылады (Сурет 1.67).

Кесте 1.13 - Полигонометрия желілерінің негізгі сипаттамалары

Класс / Дірежесі	Бұрыш қателігі	Жүріс жағының салыстырмалы қателігі	Қабырға ұзындығы, км	Көпбұрыштың периметрі, км	Қабылдау саны
I класс	± 0,4//	1: 300,000	20 - 25	250	-
II класс	± 1,0//	1: 250,000	12 - 18	200	18
III класс	± 1,5//	1: 200,000	5 - 8	100 - 120	12
IV клас	± 2,0//	1: 150,000	2 - 5	60	9
4-класс (төмендетілген дәлдікпен)	± 3,0//	1: 25,000	2 - 0,25	30	6
1 дәреже	± 5,0//	1: 10000	0,8 - 0,12	15	3
2 дәреже	± 10,0//	1: 5000	0,35 - 0,08	9	2

Қатты нүкте теңестіру есептеулерінің нәтижесінде координаталары өлшенбейтін нүкте деп аталады.

Түйін нүктесі қатты емес жүрістің соңғы нүктесі деп аталады. Бірнеше қозғалыс түйісетін нүкте, бірақ осы нүктеде ерікті бұрышы бар ілулі қозғалыстың соңғы нүктесін түйіндік нүкте ретінде де қабылдауға болады.

Полигонометрия екі түрлі болуы мүмкін - қарапайым және аспалы.

Қалыпты жүріс - бұл бастапқы және соңғы нүктелерде түйіндер немесе бекітілген нүктелер болуы керек жүріс; жүрістің екі соңғы нүктесінде де бұрыш енгізу керек; барлық ішкі нүктелерде бұрыштар болуы керек; арақашықтықты соңғы нүктеден басқа барлық нүктелерде енгізу керек.

Аспалы жүріс - бұл кейбір нүктесінен басталып, түйінге де, тұрақты нүктеге де жатпайтын жүріс.

Геодезиялық тораптың полигонометрия әдісі әдетте тегіс орманды алқапта, өзендердің жабық жайылмаларында, әртүрлі жоғары дәлдіктегі орналасу жұмыстарында салынады[24].

1.8 Тәжірибелік тапсырмалар

Тапсырма 1. Белгілі γ = 80013 'бойлық нүктесі орналасқан зонаның санын есептеңіз.

Тапсырма 2. Биіктігі белгілі нүктелер арасындағы биіктіктік өсімшесі (hBA) анықтау: HB = 90,50 м және HA = 91,35 м.

Тапсырма 3. Егер румб r = NW: 18010 'белгілі болса, бағытталған дирекциондық бұрыштың мәнін табыңыз.

Тапсырма 4. Масштабтың графикалық дәлдігін анықтау: 1: 1000, 1: 5,000, 1: 25,000.

Тапсырма 5. Пландағы сызықтың көлденең арақашықтығы 1: 500 масштабта қанша болатынын есептеңіз, егер жердегі ұзындығы: s = 163,8 м; 127,4 м;83,5 м; 973,4 м...

Тапсырма 6. Номенклатурасы O-36-101-B болатын трапеция рамасының бұрыштарының төбелерінің географиялық координаттарын анықтау.

Тапсырма 7. Т30 теодолитін жұмыс жағдайға келтіріп, аспапты тексеріңіз.

Тапсырма 8. Н-3 нивелирін жұмыс жағдайға келтіріп, аспапты тексеріңіз.

9-тапсырма. № 1 ст. № 2 тік шеңбер бойымен CL-дегі кері санақ 0 ° 03 ', CP кезінде 179 ° 59'.

Тапсырма 10. 1.16 формуласын пайдаланып көлбеу бұрышын есептеңіз, егер ст. № 1 тірек нүктесіне, СШ = 358° 16', НО = 0° 01'... Ескерту: Егер СШ-дегі кері санақ 3600-ге жақын болса, онда НО мәніне 3600 қосылады.

Тапсырма 11. Corel Draw бағдарламасының интерфейсін зерттеу.

1. Белгіленген өлшемдерге сәйкес жақтау мен штампты құрастырыңыз және алынған бланкілерді «Фрейм» қабатына құрылым үлгісі ретінде сақтаңыз.

Жұмыс тәртібі:

1. Файл мәзірінен жаңа құжатты ашыңыз.

2. Қолайлылықты қамтамасыз ету үшін құралдар тақталары мен докерлерге параметрлерді орнатыңыз:

а) қасиеттер тақтасында орнатылған: жұмыс бетінің форматы - А4; бет бағдары - портрет; өлшем бірліктері - миллиметр;

б) торға түсіп, тор аралығын орнатыңыз 5 мм Параметрлер диалогтық терезесін пайдаланып, торды орнатыңыз. Ол үшін көрсету мәзірінен тор мен сызғышты орнату командасын таңдаңыз.

3. Графикалық параметрлерді орнатыңыз. Ештеңе таңдалмаған режимде Contour Grip диалогтық терезесінің көмегімен құрылған графикалық объектілердің атрибуттарын орнатыңыз: негізгі жолдың қалыңдығы -0,5 мм, түсі - қара, сызық стилі - тұтас.

4. Қаріп параметрлерін орнатыңыз. Ештеңе таңдалмаған режимде орнатыңыз: қаріптің атауы - Arial; өлшемі - 14; көлбеу - I.

5. Жақтау қабатын жасаңыз, онда жұмыс орындалады, содан кейін жақтау мен мөртабан дайындамасы сақталады. Штамппен рамка құрып, осы бланкіні құрылым үлгісі ретінде Мастер бетіндегі Frame қабатында, құралдар мәзірі арқылы ашылатын Docker Object Manager-де сақтаңыз.

6. Құрылған файлды топтың жұмыс қалтасында сақтаңыз [25].

Өзін-өзі бақылауға арналған сұрақтар

1. Жердің пішіні мен өлшемдері туралы айтыңызшы?
2. Координаттар дегеніміз не? Геодезияда қандай координаттар жүйелері қолданылады?
2. Жер бедеріндегі нүктенің ендігі мен ұзындығы қалай аталады?
3. Биіктік жүйесі нені анықтайды?
4. Гаусс-Крюгер проекциясы туралы түсінік
5. Масштаб дегеніміз не? Таразының дәлдігі және оның маңызы?
6. Номенклатура дегеніміз не? Неліктен карталар мен пландар кескінделеді?
7. Белгілердің түрлері қандай?
8. Жер бедері дегеніміз не? Жер бедерінің негізгі формалары қандай?
9. Теодолит дегеніміз не?
10. Көлденең бұрышты техникалар әдісімен және қайталау әдісімен өлшеудің мәні неде?
11. Теодолитті пайдаланып тік бұрышты өлшеу процедурасы.
12. Сызықтық өлшеу түрлері қандай?
13. GSS дегеніміз не?
14. Қашан қол жетпейтін қашықтықты анықтау қажет болады? Қол жетпейтін қашықтықты анықтау тәртібі
15. Тура және кері геодезиялық есептердің мәні, есептеу формулалары.
16. Нивелирлеу дегеніміз не?
17. Тригонометриялық нивелирлеу мен геометриялық нивелирлеудің айырмашылығы неде?
18. Геометриялық нивелирлеудің қандай әдістері бар?
19. Н-3 нивелиріндегі құрылғы туралы айтыңыз.

20. Цилиндрлік деңгейдің осін көлденең күйге қалай жеткізуге болады?
21. Тахеометриялық түсірістің мәні неде?
22. Жағдай мен жеңілдік түсірілгенде контур қалай сызылады?
23. Corel Draw интерфейсінің мақсаты неде?
24. Жоспарлы геодезиялық желілерді құру әдістері қандай, олардың мақсаты?
25. Триангуляция әдісі және оның негізгі сипаттамалары туралы айтып беріңіз?

Қысқаша тұжырымдар

Геодезия басқа ғылымдармен тығыз байланысты. Оның дамуына математика, физика және астрономия үлкен әсер етеді: математика геодезияны талдау құралдарымен және өлшеу нәтижелерін өңдеу әдістерімен қаруландырады, оптикалық-механикалық және оптикалық-электрондық геодезиялық аспаптар физика заңдарының негізінде жасалады, астрономия геодезияны қажетті бастапқы мәліметтермен қамтамасыз етеді. География, геоморфологияны білу карталарда (бедерді біркелкі емес), жер бетінің табиғи жамылғысының (өсімдік жамылғылары, өзендер, көлдер және т.б.) және адам қызметінің нәтижелерін (елді мекендер, жолдар, өнеркәсіптік кәсіпорындар және басқа құрылымдар) дұрыс көрсетілуін қамтамасыз етеді. Пландар мен карталардың графикалық құрылымы үшін топографиялық сурет салудың білімдері, дағдылары мен тәсілдері қажет.

Бұл бөлімде заманауи сандық әдістер мен геодезияда қолданылатын әдістер мәселелері қарастырылады.

Бұл бөлімнің мазмұны «Геодезия» пәнін одан әрі оқып-үйренуге негіз болады.

Ұсынылатын оқулар мен қосымша дереккөздердің тізімі

1. Ходоров С.Н. Геодезия – это очень просто. Введение в специальность. – М.: Инфра – Инженерия, 2013. – 176 с.
2. А. Г. Юнусов, А. Б. Беликов, В. Н. Баранов, Ю. Ю. Каширкин Геодезия. – М.: Академический Проект, Трикста, 2015. – 416.
3. Левитская, Т. И. Основы геодезии: учеб. пособие / Т. И. Левитская; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. — 2-е изд., перераб. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2017. — 88 с.
4. Уставич Г.А. Геодезия. 2 книги. Книга 1 1: учебник для университетов / Г.А. Уставич.- Новосибирск: SGGA, 2012. - 352 б.
5. Уставич Г.А.Геодезия. 2 книги. Книга 2: учебник для университетов / Г.А. Уставич.- Новосибирск: SGGA, 2014. - 536 б.

2-БӨЛІМ. АЭРОФОТОТОПОГРАФИЯЛЫҚ ӘДІСТЕРМЕН ТҮСІРУДІ ОРЫНДАУ ҮШІН ПЛАНДЫҚ-БИІКТІК НЕГІЗДЕМЕСІН ҚҰРУ

Оқыту мақсаты:

Осы модульді аяқтағаннан кейін студенттер:

1. Көлбеу және биік бағдарлардың координаталарын анықтау тәсілдерін сипаттау.

Пландық және биіктік белгілерінің координаттарын анықтау тәсілдерін сипаттау.

2. Аэро және ғарыштық суреттерде айқындау белгілерін сипаттау.

Аэро және ғарыштық айқындау белгілерін сипаттау.

3. Топографиялық карталарды жасау үшін аэрофототопографиялық түсірудің технологиялық сызбаларын атаңыз.

4. AutoCAD жердің цифрлық моделін жасаңыз.

AutoCAD-да жергілікті жердің цифрлық моделін жасаңыз.

Бұл сызбада «Геодезия және картография» курсының барлық модульдері көрсетілген. Курсты меңгерудің ұсынылған реттілігі- төменнен жоғары.

Курстың қысқаша мазмұны:

ГЕОДЕЗИЯ ЖӘНЕ КАРТОГРАФИЯ

- Модуль 10. Инженерлік құрылыстарды салу және пайдалану кезінде инженерлік жұмыстарды орындау
- Модуль 9. Топографиялық-геодезиялық өндірісті ұйымдастыру-техникалық, құқықтық, метрологиялық, кадастрлық талаптармен қамтамасыз ету
- Модуль 8. Топографиялық-геодезиялық және инженерлік-геодезиялық жұмыстарды өңдеу үшін геоақпараттық технологияларды пайдалану және геоақпараттық жүйелерді игеру
- Модуль 7. Топографиялық-геодезиялық және инженерлік-геодезиялық жұмыстардың негізгі түрлерін орындау
- Модуль 6. Алаңдық және желілік құрылыстардың инженерлік-геодезиялық жұмыстарын орындау
- Модуль 5. Құрылыстарды іздестіру және салу кезінде инженерлік-геодезиялық жұмыстарды орындау
- Модуль 4. Геодезиялық жүрістер мен желілерді теңестіру
- Модуль 3. Аэрофототопографиялық әдістермен түсірілімдерді орындау үшін пландық-биіктікнегіздемесін жасау
- Модуль 2. Топографиялық-геодезиялық жұмыстардың негізгі түрлерін орындау
- Модуль 1. Пландық және биіктік негіздемесін жасау және топографиялық түсірілімді орындау

Нивелир курсының мазмұнын өту барысында жоғарылайды. Бұл бөлімде мазмұнын сипаттайды Модуль 3 «Аэрофототопографиялық түсірулерді орындау үшін пландық-биіктік негіздемесін жасау».

Алдын ала талаптар:

Осы модульмен жұмыс жасамас бұрын студенттер 1 және 2 модульдерді оқу керек.

Қажетті оқу материалы:

1. Жазуға арналған дәптер;
2. Аэрофотосуреттер, ғарыштық суреттер;
3. AutoCAD бағдарламалық қамтамасыз етулымы бар дербес компьютер.

Кіріспе

Топографиялық түсіруді кез-келген әдіспен өндіру үшін оның кейінгі қоюлатуымен бастапқы геодезиялық негізі болуы қажет. Далалық геодезиялық өлшеулер кезінде түсіру нүктелерінің координаттары мен биіктігі анықталады. Координаттар мен биіктік белгілерінің биіктігін анықтауға арналған далалық геодезиялық жұмыстар кешені геодезиялық байланыстыру немесе аэрофотосуреттерді далалық дайындау деп аталады.

2.1 Белгілердің пландық жағдайын анықтау

2.1.1 Пландық белгілерді тағайындау және жобалау

Бедердің бірдей нүктелерімен анықталған контурлық нүктелер, олардың координаттары мен биіктігі далалық өлшеулерден анықталады, жоспар және биіктік белгілері деп аталады және ОП және ОБ деп қысқартылады. Егер биіктік маркер үшін координаталар анықталса, көлбеу биіктік ОПБ деп аталады [6].

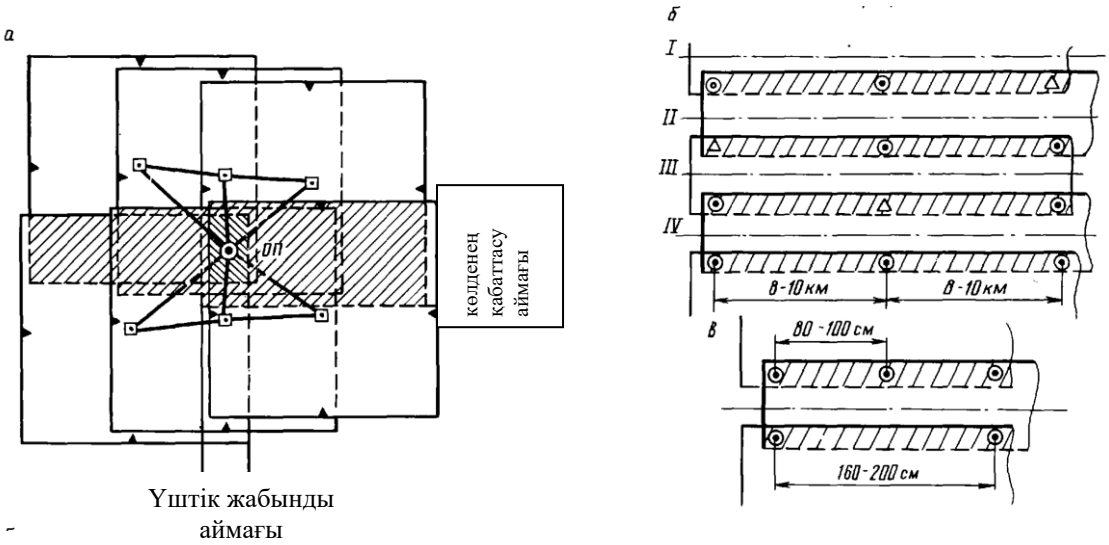
Жұмыстар кешені келесі процестерді қамтиды:

– белгілерді орналастыру жобасын құру;
– аэрофототүсірудерде кейіннен сәйкестендіру үшін жерде белгілеу;
– аэрофототүсіруді жерге бекіту және тіркеу;
– бағдарлардың координаталары мен биіктігін анықтау үшін геодезиялық өлшемдер жасау;

далалық өлшеу нәтижелерін өңдеу және белгілердің координаттары мен биіктіктерін есептеу.

Жобалау белгісі бойлық және көлбеу қабаттасу аймақтарында орналасуы тиіс, бірақ кескіннің шетінен 1см және базалық сызықтан 2 см (көрші аэрофотосуреттердің негізгі нүктелерін қосатын сызықтан) жақын емес және барлық қабаттасқан кескіндерде көрсетілуі тиіс (Сурет 2.1).

Контурларды таңдау, пландық белгілерді тану және таңбалау. Тану аэрофотосуретте белгіленген аймақта нақты, айқын көрінетін контурды (нүктені) таңдаудан және жергілікті жерде бірдей айқын контурды (нүктені) табудан тұрады. Бұл ретте мынадай міндетті талаптар сақталуға тиіс:



Сурет 2.1 - Пландық белгілерді жобалау схемасы: а-аэротүсірілімдерде; б-маршруттарда.

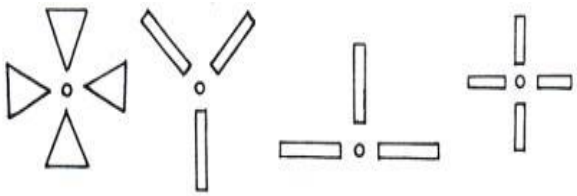
1. ОП ретінде таңдалған нүкте аэрофототүсіруде дәл және айқын бейнеленуі тиіс, оны 0,1 мм дәлдікпен тесуге болады.

2. ПО ретінде таңдалған нүкте аэро фотосуреттерде де, оған да, оған жақын бағытта да нақты және айқын бейнеленуі тиіс.

3. бөлімше учаскесінде бірдей нүктесі күдіксіз карта масштабы дәлдікпен (1:5 000 маштабтағы 1м масштаб түсіруі: 1:10 000 0,5 немесе т.б.).

Белгілерді белгілеу. Егер жер бетінде сәйкестендіруге жарамды табиғи контур нүктелерінің саны жеткіліксіз болса немесе аэрофототүсірудің масштабы жасалған планның масштабынан әлдеқайда аз болған жағдайда, онда ұшудың алдында контур нүктелері оларды арнайы таңбалау - таңбалаудың көмегімен жерде жасанды түрде жасалады. Таңбаның пішіні, мөлшері мен түсі бедердің сипатына және фотосуретке түсіру масштабына байланысты таңдалады. Таңбалау кезінде контрастты жасанды белгі немесе фон құра отырып, қол жетімді ең арзан материалдар мен бояғыштар қолданылады [26].

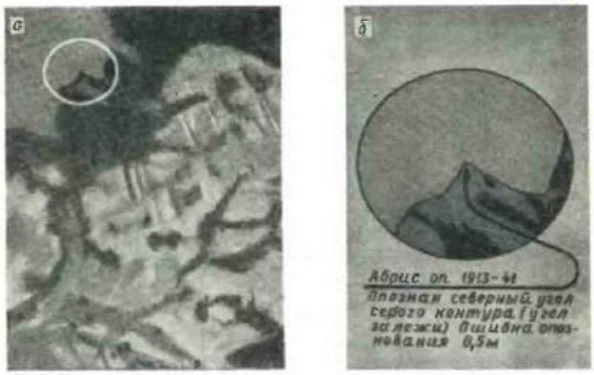
Таңбалау белгілері, әдетте, қарапайым геометриялық фигуралар түрінде болады (Сурет 2.2).



Сурет 2.2 - Жердегі бағдарларды тіркеу

Белгілерді тіркеу. Жерде белгі ретінде таңдалған контур нүктесін анықтағаннан кейін, ол аэротүсірудің жарық жағынан көрінетін етіп аэрофотосуреттің алдыңғы жағынан жіңішке инемен аэрофотосуретте тесіледі.

Суреттің артқы жағында түйреуіш жұмсақ қарындашпен сызылған, оның жанында сәйкестендіру нөмірі белгіленіп, жақын жердегі объектілерге қатысты таңдалған нүктенің орналасуының нобайы (контуры) салынады (Сурет 2.3).



Сурет 2.3 - Сәйкестендіру белгісінің үлгісі және оның контуры

2.1.2 Белгілердің координаттарын анықтау әдістері мен дәлдігі

Бұрыштық белгілер қажетті бұрыштарды өлшеу үшін көріну сызығы болған кезде бағдарларды ашық таулы жерлерде қашықтықтағы зерттеу нүктелерімен байланыстыру үшін қолданылады [27].

Нүктенің тікбұрышты координаттарын тік бұрыштық белгілеу әдісімен анықтау үшін тиісті бастапқы нүкте мен анықталған нүкте арасындағы екі бастапқы нүктеде бұрыштарды өлшеу жеткілікті. Осындай қиылыстыру бір реттік деп аталады.

Екі тәуелсіз анықтамалардан алынған тегтің координатында рұқсат етілген сәйкессіздіктер Δt_x және Δt_y 2.1 кестеде көрсетілген.

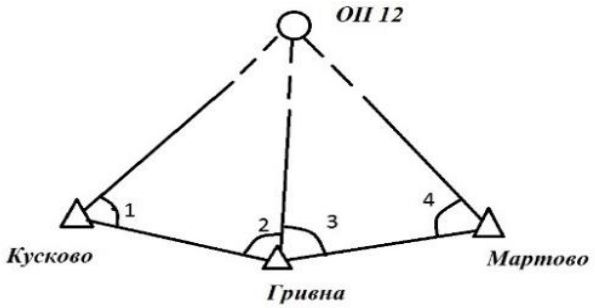
2.1 кесте - Координаттардың рұқсат етілген сәйкессіздіктері

Карта масштабы	Δt_x, Δt_Y(m)	Карта масштабы	Δt_x, Δt_Y(m)
1:25 000	5.0	1: 2000	0.8
1:10 000	2.0	1: 1000	0,4
1: 5000	1.7		

Тура қиылыстыру. Бір сызықтық қиылысты шешудің әртүрлі формулалары мен сызбалары бар (Сурет 2.4). Өндірісте көп қолданылатын шешім формулаларын қарастырыңыз.

Үшбұрыштағы есептелген бұрыштардың котангенс формулалары пайдаланып, бір сызықты қиылысты шешу (Юнг формулалары).

Кусково (1) және Гривна (2) екі бастапқы нүктелерінің арасында тікелей көріну болсын (Сурет 2.4).



Сурет 2.4 - Юнг формулалары бойынша шешудің сызықтық қиылысу сызбасы

Нүктелерде 1 және 2 екі бұрыш анықталған ОР12 (3) нүктесінде өлшенеді. Координаталардың есептелуін басқару үшін Гривна-Мартово-ОП12 екінші үшбұрышындағы (3,4) бұрыштарды өлшейміз. 2.2 және 2.3 кестелерінде сызықтық қиылысу шешімі көрсетілген [6].

Юнг формуласы (үшбұрыштың котангенс формулалары):

$$x_3 = \frac{x_1 \times ctg2 + x_2 \times ctg1 + y_2 - y_1}{ctg1 + ctg2}, \quad (2.1)$$

$$y_3 = \frac{y_1 \times ctg2 + y_2 \times ctg1 + x_1 - x_2}{ctg1 + ctg2}. \quad (2.2)$$

Үшбұрыштар бұрыштарының котангенстері үшін түз сызықтың формулалары бойынша ОР12 координаттарын есептеу (Юнг):

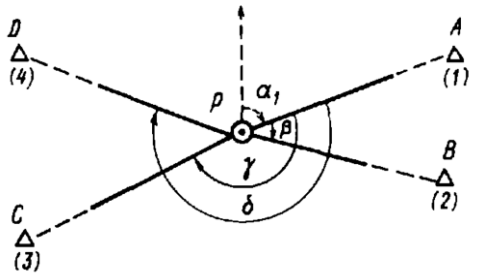
Кесте 2.2 - Бастапқы мәліметтер

Пунктердің атауы	Координаттар		Есептелген бұрыштары
	X	Бар	
Кусково Гривен Мартово	58 832,9 58 563,9 60.308,4	12799,2 14101,6 14638,6	1) 75 ° 49,5 ' 2) 46 15,8 3) 49 10,7 4) 54 12,6

Кесте 2.3 - Координаттарды есептеу

Анықталған 3-бастапқы 1, 2 пунктердің атауы	Бұрыштар 1 2	X_1 X_2 X_3	ctg2 ctg 1 ctg2 + ctg1	$У_1$ $У_2$ $У_3$
Кусково Гривна ОП 12	75° 49,5' 46 15,8	58 832,9 58 563,9 59 853,6	0,95685 0,25257 1,20942	12 799,2 14 101,6 13 293,6
Гривна Мартово ОП 12	49 10,7 54 12,6	58 536,9 60 308,4 59 853,6	0,72096 0,86384 1,58480	14 101,6 14 638,6 13 93,5
		X_{cf}= 59 853,6 м		Y_{av}= 13 293,5 м

Кері қиылыстыру. P нүктесінің координаталарын *кері қиылыстыру арқылы* анықтау үшін (2.5-сурет), осы жерде *A, B* және *C* бастапқы нүктелеріне екі *β* және *γ* бұрыштары өлшенеді, ал зәкірді басқару үшін – *D* төртінші бастапқы нүктесіне үшінші бұрыш.



Сурет 2.5 - Кері қиылыстыру сызбасы

Далалық жұмыстар тұрғысынан, белгілердың басқа түрлеріне қарағанда кері қиылыстыру көп уақытты қажет етпейді, себебі бұрыштарды анықтау үшін тек бір нүктеде өлшейді. Алайда, бұл жағдайда жақсы шолу және жеткілікті тығыз геодезиялық желі бар ашық алаңдарда ғана мүмкін болатын көптеген бастапқы нүктелер қажет [6].

Кері қиылыстыруды шешудің бірнеше жолы бар. Олардың біреуін қарастырайық, іс жүзінде ең көп таралған..

Деламбре және Гаусс формулаларын қолданвлған кері қиылыстыру шешімі.

Бұл әдіс тегтің координаттарын үш кезеңде анықтауға мүмкіндік береді:

1. A, B және C нүктелерінің белгілі координаталарына және бастапқы бағыттан (мысалы, PA) есептелген β және γ бұрыштары бойынша осы бағыттың дирекциондық бұрышы деламбра формуласы бойынша есептеледі (Сурет 2.5);

$$tg\alpha_1 = \frac{(y_2-y_1)\times \mathrm{ctg}\beta+(y_1-y_3)\times \mathrm{ctg}\gamma-x_2+x_3}{(x_2-x_1)\times \mathrm{ctg}\beta+(x_1-x_3)\times \mathrm{ctg}\gamma+y_2-y_3}. \quad (2.3)$$

2. Табылған дирекциондық бұрыш *a* және β, γ және δ есептелген бұрыштар бойынша B, C және D барлық басқа бастапқы нүктелерге α_2, α_3 және α_4 бағыттардың дирекциондық бұрыштары есептеледі:

$$\alpha_2 = \alpha_1 + \beta, \quad (2.4)$$
$$\alpha_3 = \alpha_1 + \gamma, \quad (2.5)$$
$$\alpha_4 = \alpha_1 + \delta. \quad (2.6)$$

3. Есептің бірінші кезеңін шешуге қатыспаған есептелген бағыттық бұрыштар мен төртінші *D* нүктесін пайдаланып, *P* белгісінің координаталары қиылысу формулаларының Гаусс сызығының көмегімен екі рет анықталады:

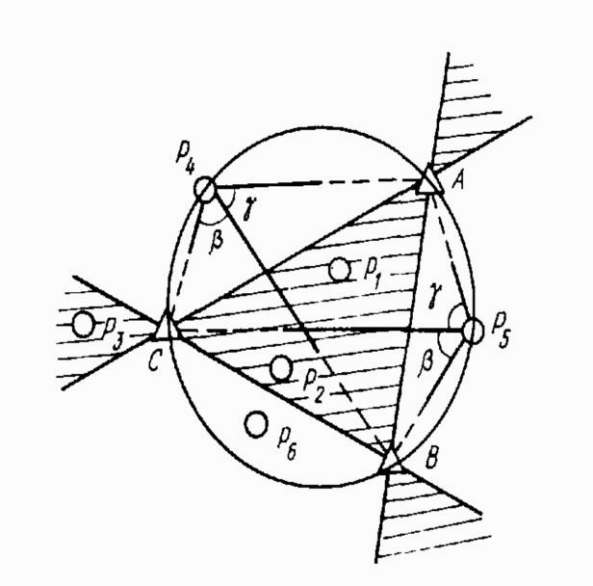
$$x_3 = \frac{x_1 \mathrm{tg}\alpha_1 - x_2 \mathrm{tg}\alpha_2 - y_1 + y_2}{\mathrm{tg}\alpha_1 - \mathrm{tg}\alpha_2}, \quad (2.7)$$

$$4.\ \ y_3 = (x_3 - x_1) \times \mathrm{tg}\alpha_1 + y_1 = (x_3 - x_2) \times \mathrm{tg}\alpha_2 + y_2. \qquad (2.8)$$

Кері қиылыстыру әдісін қолдана отырып, нүктенің координаталарын анықтаудағы қателік көбінесе геодезиялық тораптың бастапқы *A, B, C* және *D* нүктелеріне қатысты *P* нүктесінің орналасуына байланысты, бұл бізге ең жақсы нәтиже беретін үш бағыттың оңтайлы тіркесімін таңдауға мәжбүр етеді.

Бастапқы *A*, *B* және *C* нүктелерінен құрылған үшбұрыштың ішінде орналасқан ең сенімді P_1және P_2 нүктелері (2.6-сурет). Анықталған нүктенің бірдей үшбұрыштың төбелерінің біріне, яғни оның қабырғаларының жалғасы арасында орналасуы қолайлы болып саналады.

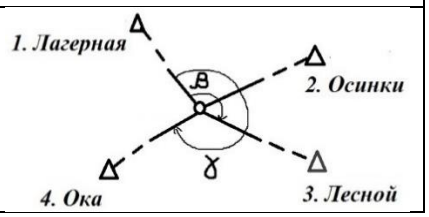
2.6-суретте анықталған белгінің орналасу дәлдігі тұрғысынан ең тиімді аймақтар люкпен көрсетілген. Үш бағыттың ең жақсы комбинацияларын таңдағанда, кері бір белгілеудің аналитикалық шешімі белгісіз болатын бағыттардың тіркесімі бар екенін есте ұстаған жөн.



Сурет 2.6 - Кері қиылыстыру кезінде нүктелердің орналасу жағдайлары

2.4, 2.5, 2.6 кестелерде Деламбр формулалары бойынша 1, 3, 4 бағыттардың ең тиімді комбинациясындағы кері белгілеупен белгілердің координаттарын анықтаудың мысалы келтірілген.

2.4 кесте - Бастапқы мәліметтер

Бастапқы пунктер	Бастапқы координаттар		Өлшенді бағыттар	Сызба
	x	*y*		
1. Лагерная	5 410 462,3	6 346 364,7	0° 00,0'	
2. Осинки	5 410 930,7	6 348 690,5	48 55,2	
3. Лесной	5 407 417,6	6 353 253,7	120 41,6	
4. Ока	5 405 184,5	6 346 126,6	226 24,6	

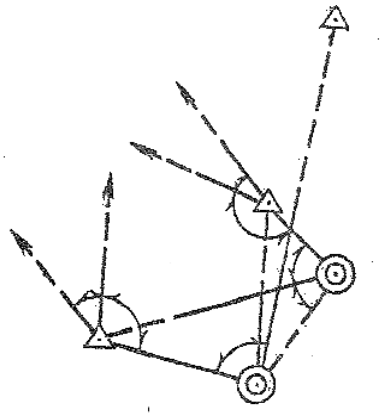
Кесте 2.5 - Деламбр формуласын қолданып дирекциондық бұрышты есептеу

Бастапқы пунктер	U_2 U_1 U_3	β γ ctg β ctg γ	X_2 X_1 X_3
Лесной 1. Лагерная 3. Ока	53,253.7 46 364.7 46 126.6	12 ° 041,6 ' 226 ° 024,6 ' -0.59195 +0.95195	7417.6 10 462.3 5,184.5
Алымы *Бөлгіш*	-6,095.7 +13 958.6	*tan α* $\alpha_{\text{нүктесі}}$ ширек α	-0 , 43670 23 ° 35.4 ' IV 336 ° 24,6 '

2.6 кесте - Гаусс формулалары бойынша координаттарды есептеу

Бастапқы нүктелер	α_1 α_2	x_1 x_2 x_p	tg α_1 tg α_2 tg α_1 - tg α_2	y_1 y_2 y_p
Лагерная Осинки ОП 5 Осинки Лесной ОП 5	336 ° 24,6 ' 25 19.8 - 25 19.8 97.06.2 - $x_{ср}$	10 462.3 10 930.7 8 150.2 10 930.7 7417.6 8 150.3 8 150.3	-0.43668 +0.47334 -0.91002 +0.47334 -8.02469 +8.49803 *кезінде* $_{Wed}$	46 364.7 48690.5 47374.3 48690.5 53,253.7 47,374.4 47,374.4

Аралас қиылыстыру. Тура және кері қиылыстырудың тіркесімін аралас белгілер деп атайды (Сурет 2.7). Бұл әдіс бастапқы нүктелердің орналасуы кері қиылыстыру әдісін қолдана отырып, бағдарларды бекіту үшін қажетті жағдайларды қанағаттандырмайтын жағдайларда қолданылады (іргелес бұрыштар 30° кем емес және 150 градустан аспайды), немесе белгіленген нүктеден басқа нүктелерге көріну болмаған кезде және үш нүктенің бірі болған кезде қолданылады анықталған нүктеге жақын орналасқан (1,5-2,0 км аспайды) [27].

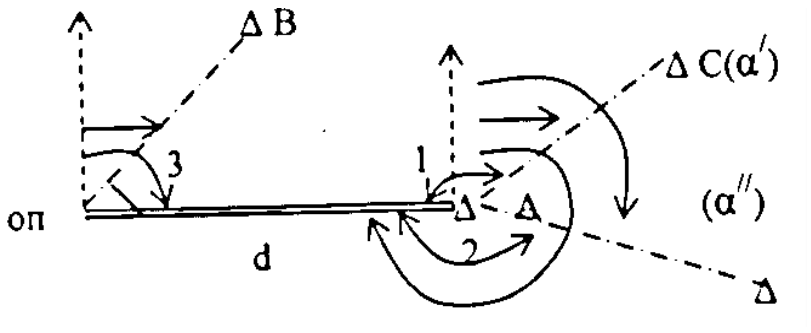


2.7 сурет - Аралас қиылыстыру сызбасы

Координаталық есептеулер сызба бойынша басталады. Анықталатын нүкте қиылған бастапқы нүктедегі есептелген тіреу бұрыштары бойынша анықталатын нүктеге бағытталған бұрыштар екі рет есептеледі (тікелей қиылыстағыдай). Бағдарланған бұрыштың алынған екі мәні арасындағы сәйкессіздік 0,8 '(0,013°) аспауы тиіс. Нүктеге бағытталған бұрыштың орташа мәнінен және онда есептелген бұрыштардан анықталған нүктеден қалған екі бағыттың бағытталған бұрыштары есептеледі. Координаттарды есептеу үшін бағытталған бұрыштарды қолданып, белгілердің екі ең жақсы комбинациясы таңдалады.

Координаталар Гаусс формулалары бойынша есептеледі (Сурет 2.7 , 2.8).

Полярлық қиылыстыру. Тегтер геодезиялық тораптың нүктелеріне жақын орналасқан кезде, оларға сілтеме полярлық әдіспен жүзеге асырылады (2.8-сурет). Осы мақсатта, алға және артқа бағыттарда шараның бастапқы нүктесі арасындағы қашықтық үшін *А* және *ОР* сәйкестендіру, қажетті, сондай-ақ екі впритык бастап нүктесінде 1 және 2 бұрыштары, бастапқы бағыт бұрышын қажетті *А-ОР* бағытына беру (басқарумен). Түсіруді қосымша бақылау бұрыштарды белгінің өзінде өлшеу арқылы қамтамасыз етіледі [6].



Сурет 2.8 - Полярлық қиылысу сызбасы

Бедердің жағдайына, сызықтық өлшеу жүргізудің ыңғайлылығына, сондай-ақ анықталған және бастапқы нүктелердің өзара орналасуына байланысты, маркерлерді полярлық жолмен байланыстырудың әртүрлі сызбалары қолданылады.

Полярлық қиылыстыру. Есептеулер келесі тәртіпте жүзеге асырылады:

1. А нүктелерінде есептелген 1 және 2 бұрыштарда $\alpha_{А\text{-}ОР}$ бағытталған бұрышы екі рет басқарумен табылады. $А_{А\text{-}ОР}$ бағытталған бұрышының орташа мәнін есептеңіз:

$$\alpha'_{А-ОП} = \alpha'_{исх} \pm 1, \tag{2.9}$$

$$\alpha''_{А-ОП} = \alpha''_{исх} \pm 2, \tag{2.10}$$

$$\alpha_{А-ОП} = \frac{\alpha'_{А-ОП} + \alpha''_{А-ОП}}{2}. \tag{2.11}$$

Егер алынған α мәндерінің 2 айырмасы рұқсат етілген 0,8 $^{/}$ аспаса, оның орташа мәнін есептеңіз.

2. Тура геодезиялық есепті шығару арқылы $X_{ОР}$ және $Y_{ОР}$ белгісінің координаталарын есептеу :

$$\Delta x = d \times \cos\alpha_{A-ОП}, \quad \Delta y = d \times \sin\alpha_{A-ОП}, \tag{1.26}$$

$$X_{ОП} = \Delta x + X_A, \quad Y_{ОП} = \Delta y + Y_A. \tag{1.27}$$

3. Кері геодезиялық есепті шешу және $\alpha_{ОР\text{-}В}$ дирекциондық бұрышын есептеу.

4. Бақылау формула бойынша дирекциондық бұрыштарының айырмашылығы ретінде есептелген 3 бұрыш арқылы жүзеге асырылады:

$$\angle 3_{выч} = \alpha_{ОП-А} - \alpha_{ОП-В}. \tag{2.12}$$

$\angle 3_{выч}$ және $\angle 3_{изм}$ арасындағы Δ арлшақтыққа рұқсат етілген 2$^{/}$.

5. Белгі Р координаттарының екінші (бақылау) мәндері Гаусс формулалары (2.7, 2.8) бойынша тікелей белгілеутеу шешімімен алынады.

Екі анықтаманың координаттарындағы рұқсат етілген сәйкессіздіктер зерттеу масштабына байланысты және 2.1 кестеде көрсетілген.

Полярлық қиылыстыру координаталарын анықтау мысалы (Сурет 2.8) 2.7, 2.8, 2.9 кестелерде келтірілген.

2.7 кесте - Бастапқы мәліметтер

№	Белгіленуі	Есептеу
1	X_A	4657234,0
2	$У_A$	8379555,8
3	X_B	4660384,7
4	$У_B$	8380148,3
5	$\alpha^{/}$	$51^0\ 58^{/}\ 37^{//}$
6	$\alpha^{//}$	$130^0\ 45^{/}\ 05^{//}$
7	Угол 1	$106^0\ 14^{/}\ 21^{//}$
8	Угол 2	$174^0\ 59^{/}\ 25^{//}$
9	Угол 3	$112^0\ 29^{/}\ 38^{//}$
10	d	157,3 м

2.8 кесте - Бағытталған бұрышты есептеу

Жоқ	Тағайындау	Есептеу
1	$\alpha^{/}$	$51^0 58^{/} 37^{//}$
2	$\alpha^{//}$	$130^0 45^{/} 05^{//}$
3	бұрыш 1	$106^0 14^{/} 21^{//}$
4	бұрыш 2	$174^0 59^{/} 25^{//}$
5	$\alpha^{/}_{A-P}$	$305^0 44^{/} 30^{//}$
6	$\alpha^{//}_{A-P}$	$305^0 44^{/} 16^{//}$
7	$\alpha_{A-P\ (орташа)}$	$305^0 44^{/} 23^{//}$

2.9 кесте- Тура геодезиялық мәселені шешу арқылы тегтің координаттарын есептеу

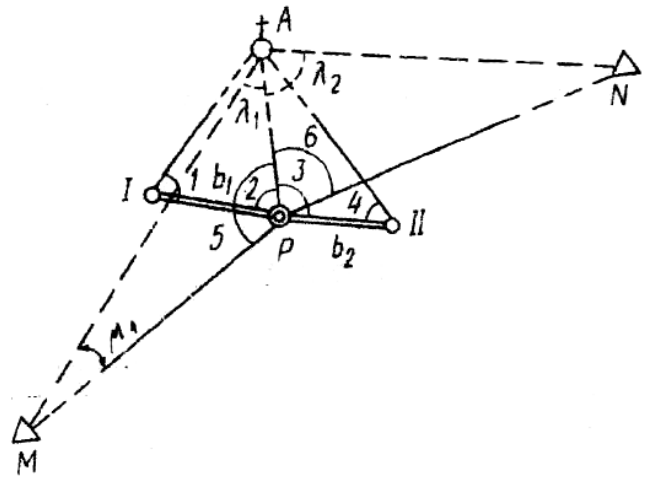
Жоқ	Тағайындау	Есептеу
1	2	3
8	г.	157.3
9	cos α	0.58410
10	күнә α	- 0,81168
11	$\Delta x = d \cos \alpha$	+ 91.9
12	$\Delta y = d \sin \alpha$	- 127.7
13	X_A	4 657 234.0
14	Y_A	8 379 555.8
15	$X_{OP} = X_A + \Delta x$	4 657 325.8
16	$Y_{OP} = Y_A + \Delta y$	8 379 428.1

2.10 кесте - Бағытталған бұрыштардың айырмашылығын есептеу

Жоқ	Тағайындау	Есептеу
17	X_{OP}	4 657 325.9
18	X_B	4 660 384.7
19	$\Delta X = X_B - X_{OP}$	3 058.9
20	$_{OP}$	8 379 428.1
21	At_{The}	9 380 148.3
22	$\Delta У = У_B - У_{OP}$	720.2
23	$tg\ r = \Delta У / \Delta X$	0.23544
24	r_{OP-V}	$13^0 14' 54''$
25	төртінші	1 ширек
26	α_{OP-B}	$13^0 14' 54''$
27	α_{A-OP}	$305^0 44' 23''$
28	$\alpha_{OP-A} = \alpha_{A-OP} \pm 180^0$	$125^0 44' 23''$
29	$<3_{калькуляция} = \alpha_{OP-A} - \alpha_{OP-B}$	$112^0 29' 29''$
30	$<3_{өлшенді}$	$112^0 29' 38''$
31	Δ	$0^0 00' 09''$

Координаттарды белгінің жоғарғы жағынан жерге жылжыту әдісі. Бұл әдіс анықталған Р бұрыштық және сызықтық өлшеу үшін қол жетімсіз геодезиялық А нүктесімен байланыстыру үшін қолданылады - мұнара, түтін мұржасы, мачта және т.с.с. (Сурет 2.9) [6].

Мұндай байланыстыру қажетті шарты таңбадан тек жақын орналасқан А нүктесіне ғана емес, сонымен қатар геодезиялық тораптың бүйірлік нүктелер деп аталатын кез келген тағы екі М және N нүктелеріне көрінуді қамтамасыз ету болып табылады. Мәселені шешу 2 құрылысына басталады шағын қосалқы үшбұрыш АРІ және АРІІ онда, жетпейтін қашықтықты анықтау үшін $S_{,AP}$ негіздерін B_1 және B_2 және жақын-базалық 1, 2, 3, 4 бұрыштары өлшенеді. Бағытталған бұрышын аудару үшін бағыт АР, онда болуы тиіс қашықтықтағы М және N нүктелерінде 5 және 6 бұрыштарының екі бұрышы өлшенді.



Сурет 2.9 - Координаталарды ауыстыру сызбасы

Р өлшемдері С және сондықтан таңдалған негіздер бағыттары кезде λ қамту нүктесі А бұрыштары кемінде 25° болған жоқ, және кемінде 50 негізгі бұрыштары градус.

Координаталарды бұзу әдісін өңдеудің кезектілігі

1. Синустар теоремасының формулаларына сәйкес S_{AP} арақашықтық ΔАРІ және ΔАРІІ үшбұрыштарының шешімі арқылы қол жетімсіз екі есе анықталады.

$$S^{/}{}_{AP} = \frac{b1}{sin7} * sin1,\ S^{//}{}_{AP} = \frac{b2}{sin8} * sin4, \qquad (1.25)$$

онда $\angle 8 = 180^0 - (\angle 3 + \angle 4)$.

$S_{cp} = \frac{S^{/} + S^{//}}{2}$ есептеледі, рұқсат $f_{кат.}$= кем дегенде 1/3000.

2. Тікелей өлшеуге болмайтын μ_1 және μ_2 тіреу бұрыштарын есептеу. $\alpha_{A\text{-}M}$ дирекциондық бұрышы мен $S_{A\text{-}M}$ тарапын есептеу:

$$\mathrm{tg}\alpha_{A-M} = \frac{y_M - y_A}{x_M - x_A}; \qquad (1.28)$$

$$S_{A-M} = \frac{y_M - y_A}{sin\alpha_{A-M}} = \frac{x_M - x_A}{cos\alpha_{A-M}}. \qquad (1.29)$$

Содан кейін ΔАРМ үлкен үшбұрышынан синустар теоремасы бойынша μ_1 есептеледі.

$$sin\mu_1 = \frac{S_{AP}}{S_{AM}} * sin5. \qquad (1.25)$$

Сонда, λ_1 іргелес бұрышы бұрыштардың қосындысының толықтылығы ретінде есептеледі

$$180^{\circ}: \lambda_1 = 180^{\circ} - (\mu_1 + 5). \quad (2.19)$$

Екінші үшбұрыштың ΔAPN-ден μ2 және λ2 бұрыштарын есептеу арқылы екі негізгі бұрыштың да дұрыс анықталуын бақылауға болады:

$$\lambda_1 + \lambda_2 = \alpha_{A-M} - \alpha_{A-N}. \quad (2.20)$$

Есептелген бұрыштар бойынша λ_1 және λ_2, қажетті бағытталған бұрыштың мәндері α_{AP} екі рет табылады :

$$\alpha'_{A\text{-}P} = \alpha_{A\text{-}M} \pm \lambda_1, \quad \alpha''_{A\text{-}P} = \alpha_{A\text{-}N} \pm \lambda_2. \quad (2.21)$$

Бұл формулалардағы «+» немесе «-» белгілері А нүктесіне қатысты М және N бүйірлік пункттерінің орналасуына байланысты алынады. Егер α'-α'' айырымы 2 минуттан аспаса, орташа мәнді есептейді:

$$\alpha_{AP} = \frac{\alpha' + \alpha''}{2}. \quad (2.11)$$

Р белгісінің координаталарын анықтау мен басқаруды анықтау бойынша барлық есептеулер Гаусстың 2.7, 2.8 формулалары бойынша тура геодезиялық немесе тура қиылыстыру есептерін шығару арқылы полярлық әдіспен толық ұқсастықта жүзеге асырылады.

2.2 Белгілердің биіктік жағдайын анықтау

2.2.1 Белгілердің биіктігін анықтау әдістері мен дәлдігі

Түсірілімнің стереотопографиялық әдісі кезінде, картаның жоспарлы да, биіктік бөліктері де камералдық жағдайларда орындалады, биіктік түсіру негіздемесі биіктік таңбаларын байланыстыру арқылы жасалады. Бұл жағдайда биіктік белгілері ретінде таңдалған аэрофотосуреттің нақты контурлық нүктелері карта немесе планда масштабында 0,2 мм аспайтын қателікпен суретте танылып, тесіліп, содан кейін жерге бекітілуі тиіс.

Жоспарланған белгілер үшін тек координаттар ғана емес, сонымен қатар олардың белгілері де анықталатындықтан, пландық белгілер биіктік белгілері ретінде де қолданылады. Аэротүсірілімдерді биіктік дайындау келесі жұмыс түрлерін қамтиды:

1. Биік белгілерді (ОВ) орналастыру жобасын жасау;
2. Жердегі контурлық нүктелерді таңдау, тану және бекіту;
3. Белгі белгілерін анықтау бойынша далалық өлшеулер;
4. Белгілерді есептеу және каталог жасау.

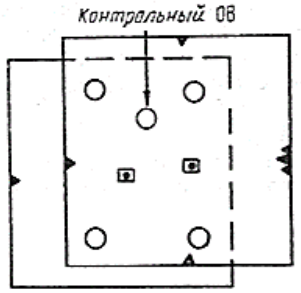
Биіктіктегі белгілерді орналастыру жобасын жасау кезінде биіктіктегі

дайындықтың екі нұсқасы мүмкін: тұтас *және сирек.* Қандай да бір нұсқаны таңдау суретке түсіру масштабына, бедер қимасының берілген биіктігіне, жергілікті жердің сипатына (салынған немесе салынбаған аумақ) және кейіннен фотограмметриялық өңдеу әдісіне байланысты болады.

1: 10 000 масштабты түсіруге арналған тұтас (немесе толық) биіктікті дайындау әрбір стерео жұпты төрт, ал ірі масштабты түсіруге - бес биіктік белгімен қамтамасыз етуді көздейді (Сурет 2.10).

Бұл жағдайда биіктік белгілер суреттердің көлбеу қабаттасу аймақтарындағы стерео жұптардың бұрыштарында орналасады; бесінші белгілер жұмыс аймағының ортасында орналасқан және бедердің суретін бақылауға қызмет етеді.

Бедер қимасының ең төменгі биіктігі 0,25 м түсіру кезінде үнемі биіктікті дайындау жүргізіледі, ал 0,5 және 1,0 м қималар үшін ол тек жазық жерде орындалады.



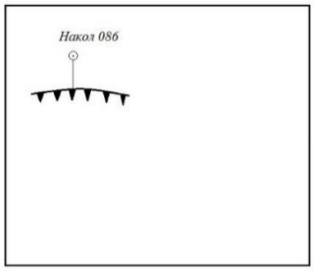
Сурет 2.10 - Стерео жұптағы ОВ биіктіктегі белгілердің орналасу сызбасы

Пландық және биіктік таңбаларын орналастырудың үлгілік схемалары Топографиялық түсірулер бойынша қолданыстағы нұсқаулықтарда келтіріледі [27].

Сонымен, ірі масштабты түсіру кезінде әр түсірілім трапециясы үшін кемінде бес қосымша биіктік нүктелері анықталуы керек.

Бақылау нүктелері ретінде сондай-ақ аэрофотосуреттерде бейнеленген триангуляция, полигонометрия, топырақ реперлері, түсіру желісінің нүктелері және бақылау жүрістері пайдаланылуы мүмкін.

Биіктік нүктелер суреттерде түйреуіштермен бекітіліп, қара сиямен шеңберлермен қоршалып, нөмірлері белгіленеді. Бірдей түсті шеңберлер, бірақ диаметрі кішірек, суретте анықталған және кесілген бедер пен жағдайдың сипаттамалық нүктелерін дөңгелектейді. Су кесектері жасыл түспен боялып, белгіленеді. Аэрофотосуреттің артқы жағында накол жұмсақ қарындашпен дөңгелектенеді, накол мен нүкте нөмірінің жанында танау сипаттамасы келтіріледі, қажет болса, абрис немесе бедердің профилі салынады (Сурет 2.11).



Сурет 2.11 - Аэрофото суреттің артқы жағындағы ОВ рәсімдеу сызбасы

2.2.2 Белгілердің биіктігін анықтау әдістері мен дәлдігі

Таңбалардың биіктігін анықтау нивелирлік және биіктік жүрістерін салу жолымен геометриялық және тригонометриялық нивелирлеу, сондай-ақ белілердің немесе триангуляциялық құрылыстардың жақтары бойынша тригонометриялық нивелирлеу арқылы жүргізіледі [6].

Техникалық нивелирлеу. Ол жазық жерлерде бедер қимасының биіктігі 0,25, 0,5, 1,0 және 2,0 м түсіру кезінде орындалады.

Нивелирлеу цилиндрлік деңгейді 45» - тен 2 мм бөлу бағасымен Н3, Н3К және Н10 типті нивелирлердің көмегімен жүргізіледі. Өткелдер биік геодезиялық негіз пункттерінің арасында нивелирлік табандықтарға немесе топыраққа қағылатын қазықтарға Орнатылатын екі жақты дойбы рейкаларын пайдалана отырып, бір бағытта төселеді. Жіптен алыс өлшеуішпен анықталатын аспаптан тақтайшаларге дейінгі арақашықтық 200 м дейінгі шекте рұқсат етіледі. Тақтайшаның қара және қызыл жақтары бойынша анықталған асып кетудегі айырмашылықтар 5 мм артық болмауы тиіс.

Нивелирлік жүрістердің қатесі мынадай формула бойынша есептелген шамалардан аспауы тиіс:

$$f_h = \pm 55 \text{ мм}\sqrt{L}, \tag{2.22}$$

мұндағы L - жүрістің ұзындығы км.

Егер п станциялардың саны 1 км-ге 25 асса, онда рұқсат етілген қатесі мына формула бойынша есептеледі

$$f_h = \pm 100 \text{ мм}\sqrt{L}. \tag{2.23}$$

Теодолит немесе тахеометр көмегімен көлбеу визирлік сәулемен нивелирлеу. Бұл жағдайда құбырда цилиндрлік деңгейі бар теодолиттер, кипрегельдер және тахеометрлер немесе тік шеңберде компенсатор қолданылады. Таңбалардың биіктікті байланыстыруының бұл түрі 1: 10 000 масштабында түсіру үшін қолданылады.

Жол берілетін жүрістің қатесі (2.23) формуласы бойынша анықталады.

Триангуляциялық құрылыстардың белгілері бойынша тригонометриялық нивелирлеу. Ашық аудандарда қимасы 2,0 м және 5,0 м бедерді бейнелеуге арналған таңбалардың биіктігі триангуляциялық құрылыстардың жақтары бойынша тригонометриялық нивелирлеу немесе қиылыстыру арқылы анықталады. Бұл жағдайда фигуралардың жақтары 5 км-ге дейін, көлбеу бұрыштарды өлшеу үшін 30 секундтық теодолиттер қолданылады, ал жақтары 12 км-ге дейін-дәл теодолиттер (Т5 және Т2 сияқты). Өсімшелер кемінде екі жақты немесе үш біржақты бағыт бойынша беріледі, h мәндері формула бойынша есептеледі:

$$h = s \times tgv + i - v + f, \qquad (1.32)$$

мұндағы s - горизонтапь арақашықтық;

f - мына төмендегі қатынастан анықталатын Жердің қисықтығы және рефракция құбылысы ескерілетін түзетпе:

$$f = \frac{1-k}{2R} S^2, \qquad (2.24)$$

мұндағы k = 0,14-рефракция коэффициенті;

R - Жердің орташа радиусы 6370 км тең.

Тригонометриялық нивелирлеудің геометриялық нивелирлеумен салыстырғанда төмен дәлдігін ескере отырып, биіктік өсімше берілістердің санын көбейту тиіс.

Аэрофотосуреттерді далалық дайындау бойынша жұмыстар аяқталғаннан кейін мынадай материалдар тапсырылады:

- түсіру негіздемесінің ресімделген нүктелері (белгілері) бар аэрофотосуреттер);
- бақылаулық тануы бар аэрофотосуреттер;
- бақылау журналдары және белгілерді анықтау сызбалары;
- белгілер белгілерін есептеу ведомостары;
- координаттар мен биіктіктер каталогы.

2.3 Бажайлау

2.3.1 Бажайлау туралы жалпы мәлімет. Бажайлау түрлері мен әдістері. Белгілерді айқындау

Бажайлау - аумақтарды, су айдындарын, атмосфералық құбылыстарды олардың аэро -, ғарыштық, су асты суреттеріндегі, фотосхемалардағы, фотопландағы суреттер бойынша зерттеу әдісі. Бажайлау мәнін суреттердің мазмұнын декодтау, бейнеленген объектілерді тану, олардың сапалық және сандық сипаттамаларын анықтау, объектілердің қасиеттері мен оларды суреттерандықде көрсету арасындағы тәуелділіктер негізінде ақпарат алу құрастырады.

Техникалық әдістерге сәйкес бажайлауды ажыратыңыз:

1. көзбен шолу (камералдық және далалық, оның ішінде аэровизуалды),

2. аспаппен шолу(өлшеу),

3. автоматтандырылған бажайлау, сонымен қатар, бұл әдістер жиі бірге қолданылады.

Мазмұны бойынша бажайлау бөлінеді:

1. жалпы географиялық (оның ішінде топографиялық);

2. тақырыптық (геологиялық, ландшафттық, экологиялық және т.б.));

3. арнайы (орман орналастыру, мелиоративтік және т.б.).

Объектілерді танудың сапасы мен сенімділігі айқындау белгілерін, суреттердің масштабы мен ажыратымдылығын, олардың стереоскопиялық қасиеттерін, техникалық қамтамасыз етілуін және қолданылатын алгоритмдерді анықтайды.

Бажайлау белгілері - бұл тануға, басқаларға бөліп көрсетуге және түсіндіруге болатын объектілердің тән белгілері. Олар тікелей және жанама болып бөлінеді.

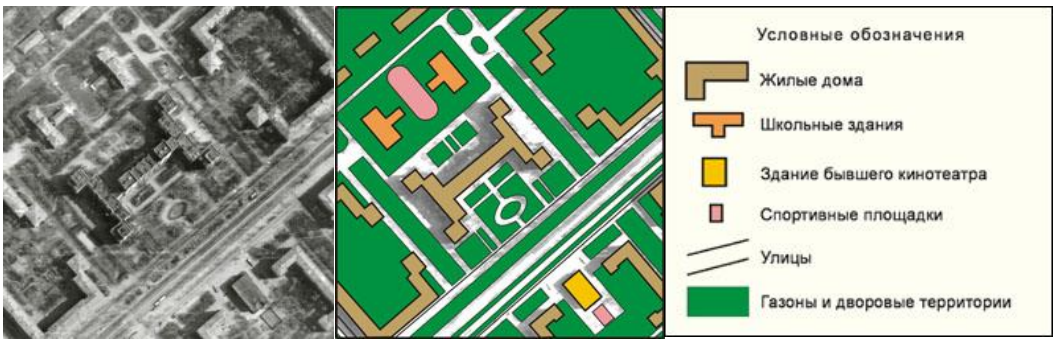
Тікелей белгілер объектілерге тән, олар конфигурация, өлшем, түс, суреттен (ақ, дерлік ақ, ашық сұр, сұр, қою сұр, дерлік қара, қара) объектінің көлеңкесі (меншікті, құлаған), кескіннің құрылымы мен құрылымы (тегіс, жасуша, қабырға, жолақ, ұсақ түйір, ірі түйір).

Жанама (индикациялық) айқындау белгілері объектіні онымен байланысты қандай да бір басқа объектінің қасиеттері арқылы жанама сипаттайды. Мысалы, тектоникалық жарықтар мен жер асты сулары көбінесе олармен шектелген өсімдік жолақтарындағы суреттерде кездеседі. Шифрлау процесінде әдетте алдын-ала дайындалған анықтамалық белгілер жиынтығы қолданылады.

Айқындаушы міндетті түрде аумақтың нақты (географиялық, геологиялық және т.б.) ерекшеліктерін біліп, ең шифрланған объектінің табиғатын түсінуі тиіс. Нәтижелер сандық түрде ұсынылады немесе оларды шифрлау сызбалары түрінде жасайды, содан кейін карталарды жасайды, нақтылайды, жаңартады.

Бір фотосуретте, әсіресе фотопланда, оның әртүрлі бөліктерінде бірдей объектілер жарық сәулелерінің түсу бұрышына байланысты әртүрлі бажайлау белгілеріне ие болуы мүмкін. Мысалы, су беті, егістік алқапта фототонның қараңғыдан ашық сұрға дейінгі әртүрлі реңктері болуы мүмкін. Алайда, белгілі бір объектілерге тән және олардың жерде болуын, сандық және сапалық сипаттамаларын сенімді түрде орнатуға мүмкіндік беретін шифрды шешудің салыстырмалы түрде тұрақты тобы бар (Сурет 2.12).

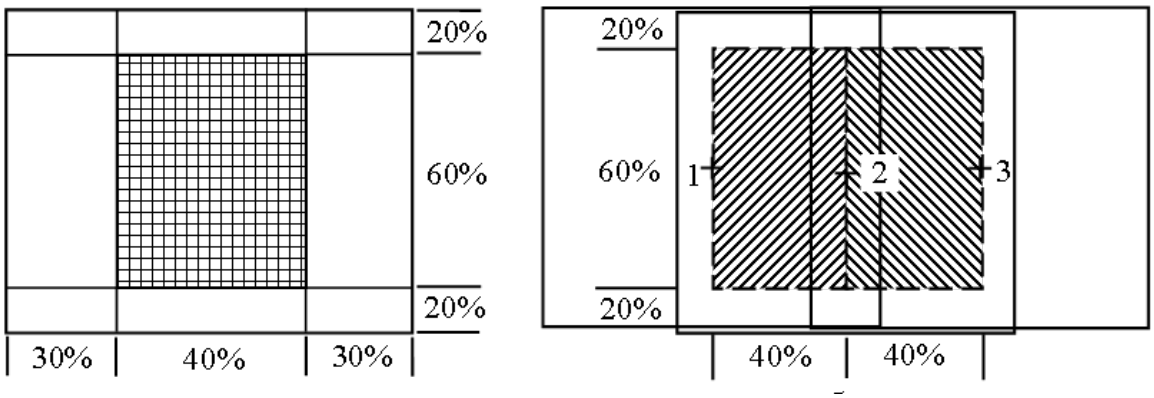
Заманауи автоматтандырылған бажайлау арнайы фотограмметриялық электрондық-оптикалық аспаптарды, компьютерлерді, бағдарламалық және ақпараттық құралдарды қолдануды көздейді. Автоматтандыру барлық жұмыс циклін қамтиды, соның ішінде суреттерді алдын-ала түзету, объектілерды таңдау, тану және цифрландыру, карталарды салу және оларды экранға немесе басып шығару құрылғысына шығару [28].



Сурет 2.12 - 1: 5 000 масштабтағы қала мен ауылдық үлгідегі ықшам елді мекенді айқындау үлгісі

2.3.2 Стереотопографиялық түсіру

Аэрофотоаппарат объективтері суреттің ортасынан шетіне қарай жүріс кезінде құрылыс геометриясы мен кескін сапасының нашарлауына әкеледі. Сондықтан суреттерді фотограмметриялық өңдеуде суреттердің орталық бөліктері қолданылады, олар жұмыс алаңдары деп аталады (Сурет 2.13), ол көлеңкеленген.



Сурет 2.13 - Суреттің жұмыс алаңы

Суреттің жұмыс алаңы - оның орталық бөлігі, бойлық және көлбеу төбелердің ортасынан өтетін сызықтармен шектелген. 60% бойлық және 40% көлбеу қабаттасулар кезінде сызықтар суреттің шеттерінен сәйкесінше суреттің бүйір ұзындығының 30% және 20% тең қашықтықта өтеді. Демек, жұмыс алаңы көлбеу бағытта созылған тіктөртбұрыштың пішініне ие болады, оның жақтары суреттің бүйірлерінің ұзындығының 40% және 60% құрайды.

2.13-суретте (оң жақта) көршілес стерео жұптарды құрайтын үш сурет: 1, 2 және 3 көрсетілген. Стерео жұптар суреттердің үш бойлық қабаттасу аймағында қабаттасады, онда суреттің негізгі 2 нүктесі орналасқан. Сондықтан стерео жұптардың жұмыс аймағының сол және оң шекаралары шамамен 1, 2 және 3 суреттердің орталық нүктелерінен өтуі тиіс. Бойлық қабаттасу кезінде олардың арасындағы қашықтықтың 60% суреттің бойлық жағының

ұзындығының 40% құрайды. Стерео жұптардың жұмыс алаңдарының жоғарғы және төменгі шекаралары көлбеу қабаттасу кезінде 40% суреттің тиісті жиектерінен суреттің бүйір ұзындығының 20% құрайтын қашықтықта өтеді.

Аэрофототопографиялық түсіру түсірілетін аумақтың сипатына, жасалатын планның масштабына, қолда бар фотограмметриялық жабдыққа, жұмыстарды жүргізу мерзімдеріне байланысты мынадай тәсілдермен орындалуы мүмкін: мынадай негізгі технологиялық схемалардың бірі бойынша цифрлық топографиялық карталарды, пландарды жасау үшін стереотопографиялық немесе құрамдастырылған (дәстүрлі) әдістермен және СФС (сандық фотограмметриялық станция) қолдана отырып стереотопографиялық немесе құрамдастырылған әдістермен:

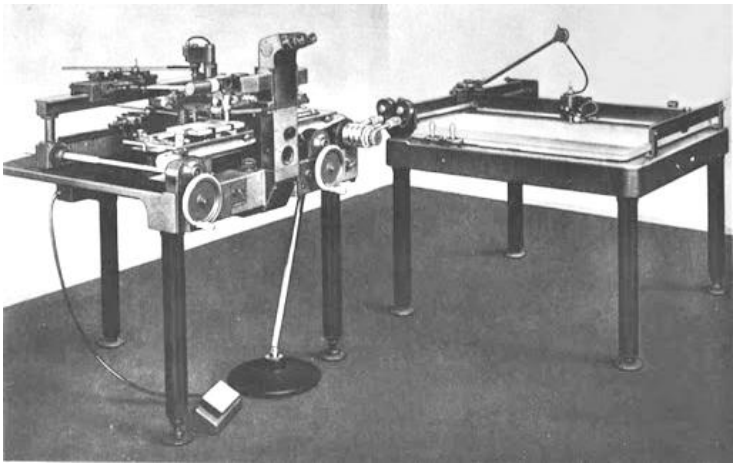
- планның контурлық бөлігі фотопланттар негізінде жасалады, ал бедерді түсіру әмбебап стереофотограмметриялық аспаптарда орындалады; айқындау далалық және камералдық айқындау (стереотопографиялық тәсіл, 1-тәсіл) арқылы орындалады);
- планның контурлық бөлігін жасау және бедерді түсіру әмбебап стереофотограмметриялық аспаптарда орындалады; айқындау камералдық және аэрофотосуреттерде немесе фотосхемаларда алаңда орындалады (стереотопографиялық тәсіл, 2-нұсқа)
- планның контурлық бөлігі фотопланттар негізінде құрылады, ал бедерді түсіру фотожоспарда бейнеленбеген объектілерді айқындау және қосымша түсірумен бір мезгілде әдеттегі жер үсті әдістерімен (мензульдық, тахеометриялық және т.б.) орындалады (аралас тәсіл, 1-нұсқа);
- планның контурлық бөлігі аэрофотосуреттерде бейнеленген барлық объектілерді камералдық айқындау кезінде графикалық пландар түрінде әмбебап стереофотограмметриялық аспаптарда жасалады, ал бедерді түсіру жер бетіндегі өлшеулер жолымен орындалады; бұл ретте камералдық айқындау деректері нақтыланады және графикалық жоспарда жоқ объектілерді қосымша түсіру жүргізіледі (аралас тәсіл, 2-нұсқа);
- планның контурлық бөлігі контурлар мен бедер туралы цифрлық ақпаратты жинау үшін СФС жасалады (СТК және СТП үшін стереотопографиялық әдіс);
- планның контурлық бөлігі жерүсті әдістерімен немесе қолда бар топографиялық карталар мен пландардан бедер туралы цифрлық ақпарат алумен үйлесімде контурлар туралы ақпарат жинау үшін СФС жасалады [29].

2.4 Ұқсас аспаптарда стереотопографиялық түсіру

Стереотопографиялық түсірудің әмбебап тәсілі фотограмметриялық белгілердің көмегімен төңіректің нүктелерінің кеңістіктік орналасуын анықтауға негізделген. Сараланған әдіске қарағанда, әмбебап құрылғыларда күрделі құрылғылар (әмбебап құрылғылар деп аталады) қолданылады, бұл бір орындаушыға жұмыс орнында аэрофотосуреттер бойынша пландар мен карталардың түпнұсқаларын құрудың барлық процестерін орындауға мүмкіндік

береді. Әмбебап құрылғыларда бедердің геометриялық моделін қалпына келтіретін жобалау камералары бар (Сурет 2.14).

Бұл модель стереоскопиялық түрде бақыланады, кеңістіктік координаттар жүйесінде жоғары дәлдікпен өлшенеді және контурлары мен көлбеу бедертері бар графикалық жоспар жасалады. Әмбебап құрылғылардың соңғы үлгілерінде аэрофотосуреттерді өңдеу процестерін жеңілдететін және жеделдететін, ғылыми және өндірістік мәселелерді шешуде стереофотограмметрияның мүмкіндіктерін кеңейтетін компьютерлер қолданылады.



Сурет 2.14 - Стереограф Цейсс

Стереотопографиялық түсірудің әмбебап тәсілі ең прогрессивті болып табылады. Ол суреттерде өлшеудің жоғары дәлдігін қамтамасыз етеді және дифференциалданғанға қарағанда еңбек өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Әмбебап тәсілдің нақты технологиясы картографияланатын аумақтың физикалық-географиялық жағдайына, құрылыс сипатына, жасалатын карта немесе план масштабына, бедер қимасының биіктігіне, қолданылатын жабдыққа және басқа да факторларға байланысты. Аумақты картаға түсіру жұмыстары алдында техникалық жоба жасау немесе жобалау жүргізіледі.

Жобалаудың бастапқы нүктесі топографиялық түсіруді орындауға арналған тапсырма болып табылады, оны ведомстволық тиістілігі бойынша жоғары тұрған ұйым немесе жұмыстарға тікелей тапсырыс беруші береді. Тапсырмада объектінің орналасқан жері, оның ауданы, Болашақ картаның немесе планның масштабы, жұмыс уақыты көрсетілуі тиіс. Сонымен қатар, тапсырмада Тапсырыс берушінің пікірінше, картаға түсірілетін объектінің элементтерін бейнелеудің толықтығы мен дәлдігіне қойылатын басқа да маңызды талаптар тұжырымдалуы мүмкін. Бұдан әрі жобалаушы объект аумағында бұрын орындалған геодезиялық және топографиялық жұмыстар туралы мәліметтерді жинауы тиіс. Ол, ең алдымен, алдыңғы түсірудің қашан және қалай орындалғаны, картаның қандай масштабы жасалғаны қызықтырады.

Жиналған ақпаратты талдау бұрын түсірілген түсіруді пайдаланудың мүмкіндігі мен орындылығы туралы мәселені шешуге мүмкіндік береді. Жиналған ақпаратты талдағаннан кейін аэрофототүсіру (маршруттар мен

аэрофотосуреттердің болжамды саны) және заттай көріністегі басқа да жұмыс түрлері бойынша жоспарланған көлем есептеледі, ұйым мәселелері пысықталады және шығыстар сметасы жасалады.

2.5 Жергілікті жердің сандық моделін құру

Қазіргі уақытта карта, план сияқты дәстүрлі ұғымдармен қатар топографиялық-геодезиялық және картографиялық өнімдердің жаңа түрі - **Жергілікті жердің сандық моделі** енгізіле бастады.

Карталар мен пландарды құру және жаңарту процестерін автоматтандыру мәселелерін шешуде, сондай-ақ ірі инженерлік құрылыстарды машиналық жобалау және басқа инженерлік мәселелерді шешу үшін **жергілікті жердің сандық моделі** (ЖЖСМ) жасалады.

Жергілікті жердің сандық моделі (ЖЖСМ) жер бетін белгілі бір математикалық заңдарға сәйкес бір жүйеге біріктірілген көптеген нүктелердің кеңістіктік координаттары түрінде бейнелейді.

2.5.1 AutoCAD бағдарламасында жергілікті жердің сандық моделін құру

Аэросуреттер бойынша өлшеу нәтижелері (координаттары мен биіктігі) Excel-ге енгізіледі. 1ші- бағанда нүктелердің реттік нөмірлері, 2ші бағанда - абсцисса осі бойынша координаттар, 3ші -бағанда - координат осі бойынша, 4-ші бағанда-нүктелер биіктігі көрсетіледі.

AutoCAD ортасында және ezysurf бағдарламасында модельді өлшеу нәтижелерін одан әрі пайдалану үшін Microsoft Excel форматындағы файлды келесідей түрлендіру тиіс: мәзір арқылы, «файл, басқаша сақтау ...» файл түрін таңдаңыз (.prn нысан), суретте көрсетілген және сақталсын.

Ол үшін AutoCAD-қа EZYsurf қосымшасы жүктелуі тиіс, ол бедерді сандық модельдеу және геодезияның қолданбалы мәселелерін шешу үшін сандық модельдерді қолдану үшін арнайы жасалған.

Сандық модельді құру бойынша жұмыс келесі ретпен жүзеге асырылады:

1. Компьютердің жұмыс үстелінен немесе «Іске қосу - Бағдарламалар» арқылы AutoCAD бағдарламасын ашыңыз.
2. EZYsurf - XYZ-in бағдарламасын ашыңыз, экранда қосымша мәзір пайда болады, онда таңдау файлы (Файлды таңдау) батырмасын басып, сақталған файлды тауып, тышқанның сол жақ батырмасымен екі рет нұқыңыз.
3. Тінтуірдің сол жақ батырмасымен қосымша мәзірдегі Previeww File түймесін басыңыз. Файлдың AutoCAD бағдарламасына жүктелгеніне көз жеткізу тиіс. Файлдың дұрыс жүктелгеніне көз жеткізгеннен кейін, қажет болған жағдайда оны өңдеңіз және ОК батырмасын басыңыз.
4. «Pt, Elevations, Descriptions» қосымша мәзірінің терезелерінде тінтуірдің сол жақ батырмасымен белгі қойып, пішімді орнатуды аяқтау үшін қада координаттары енгізілген баған нөмірлерінің Format батырмасын басу

арқылы ОК батырмасын басыңыз.

5. Параметрлерді орнату мәтін және «Load Selected Points File» пернесін басу. Нүктелерді жүктеу орын алады. «Масштабты өзгерту» мәзірінің жоғарғы сызғышының батырмасының көмегімен, экранның ортасындағы нүктелер кескінін жұмыс істеуге ыңғайлы масштабта орнатыңыз.

6. «EZY surf» жоғарғы мәзірінің батырмаларын тінтуірдің сол жақ батырмасымен басып, «Tins-Create TIN» ашылмалы мәзірін таңдаңыз, тінтуірдің сол жақ батырмасын төртбұрышты маркермен басып, нүктелерді бөлектеңіз, алдымен тінтуірдің сол жақ батырмасымен, содан кейін оң жақ батырмамен басыңыз. Экранда үшбұрыштар желісі салынады, олардың шыңдары стереоскопиялық модельдің құрылымдық нүктелеріндегі қадалар болып табылады. «Масштаб» құралдарын қолдана отырып, кескін масштабын өзгерте отырып, үшбұрыштарды өңдеуді жүзеге асырады, үшбұрыштардағы жақтарды алып тастайды, олар арқылы биіктіктердің интерполяциясы орындалмауы тиіс. Жақтарды немесе жақтар тобын жою үшін оларды тінтуірдің сол жақ батырмасымен таңдаңыз, содан кейін пернетақтада Delete түймесін басыңыз.

7. Көлбеу құру бағдарламасын орындау үшін келесі әрекеттерді орындаңыз: «EZY surf»-Contours-Creat contours, тінтуірдің сол жақ батырмасын басқан кезде нысанды таңдаңыз, сол жақ батырманы басыңыз, оң жақ батырманы басыңыз. Осы әрекеттерден кейін қосымша мәзір пайда болады.

8. Топографиялық түсірудің масштабына байланысты бедер қимасының биіктігін белгілейді (Contours Interval). ОК батырмасын басқаннан кейін экранда қабылданған қимасы бар жер бетінің бейнесі пайда болады.

9. Әрекеттер орындалады:»EZY surf» -контурлар - барлық контурлар сол жақ батырманы басқан кезде нысанды таңдаңыз - сол жақ батырманы басыңыз - тінтуірдің оң жақ батырмасын басыңыз, қосымша меню пайда болады.

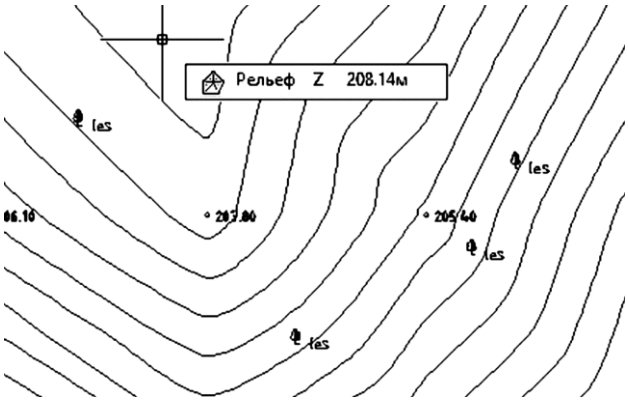
10. «Smooth Sotougs»қосымша мәзір терезесінде (көлбеуді нивелирлеу) тінтуірдің сол жақ батырмасымен белгі қойылады, қалыңдатылған көлбеулер (Major Contour Lnterval) арасындағы биіктік бойынша қашықтықты орнатады, қалыңдатылған және оларды толтыратын көлбеулердің түстері (Minor Contour Interval), палитраның көмегімен көлбеулердің қолтаңбалары орындалады. Түстерді орнату тінтуірдің сол жақ пернесін басумен орындалады.

11. Түстер мен көлбеу жазуларды орнатқаннан кейін, тінтуірдің сол жақ батырмасын басу арқылы көлбеу құру бағдарламасы іске қосылады (2.15-сурет).

AutoCAD және EZY surf бағдарламаларының құралдарын қолдана отырып, олар модельді қарап, түзетеді және көптеген қолданбалы мәселелерді шешеді. Айта кету тиіс, бүкіл модель қабаттарға салынып, таратылады. Қабаттарды қосу және өшіру арқылы сандық модельдің мазмұнын элементтерге сәйкес бөлуге, өңдеуге болады [30].

2.6 Практикалық тапсырмалар

1-тапсырма. Тура геодезиялық белгінің шешімімен таңбалардың координаттарын есептеңіз (белгілеу сызбасы практикалық шешімдегі есеп сызбасына ұқсас). Сызба 2.5-суретке ұқсас. Бастапқы деректер 2.11-кестеде келтірілген.



Сурет 2.15 - AutoCAD бағдарламасында жергілікті жердің сандық моделі

2.11 кесте - Бастапқы деректер

Тармақтар	X	Y	Бұрыш	Есептелген бұрыштар
A	83 587,1	18 424,3	1	$81^0 55' 27''$
B	84 126,1	15 860,8	2	$52^0 19' 35''$
C	81 369,5	14 331,3	3	$54^0 49' 25''$
			4	$70^0 10' 55''$

2-тапсырма. «AutoCAD бағдарламасында жергілікті жердің сандық моделін құру» практикалық жұмысты орындаңыз. Бастапқы деректер 2.12-кестеде келтірілген.

Кесте 2.12 - Бастапқы деректер

Нүктелер №	Y	X	H
1	70.54	290.65	504.11
2	76.43	290.77	585.00
3	82.72	284.12	535.30
4	96.39	284.12	555.30
5	104.54	287.82	588.20
6	96.95	290.76	549.00
7	83.34	293.12	520.80
8	89.71	290.05	553.60
9	103.44	292.03	562.60
10	113.86	291.81	589.20

Y, X және H мәндерін Excel файлына тергенде, үтірді емес, нүктені бөлгіш ретінде пайдаланады.

Өзіндік бақылау сұрақтары

1. Аэросуреттерді пландық-биіктіктегі дайындаудың мәні қандай?
2. Жоспарланған белгілердің координаттарын анықтаудағы шекті қателік неге байланысты?
3. Таңбалардың координаттарын анықтаудың қай әдісі аз уақытты қажет етеді, бірақ бұл жағдайда көптеген бастапқы нүктелер қажет?
4. Координаттарды бұзу» әдісін қолданудың мәні қандай?
5. Қандай әдістер белгілерді биіктікте байланыстыруды жүзеге асырады?
6. Бажайлау түрлері мен тәсілдерін атаңыз.
7. Топографиялық карталарды жасау кезінде суреттерді бажайлау процесінің мәні неде?
8. Стереотопографиялық түсірудің әмбебап әдісінің артықшылықтарын атаңыз.
9. Төңіректің сандық моделі туралы түсінік беріңіз.
10. Геодезияда AutoCAD бағдарламасын қолдану.

Қысқаша қорытынды

Аэрофототопографиялық түсіру қазіргі заманғы топографиялық пландар мен ірі масштабтағы карталарды жасаудың негізгі әдістерінің бірі болып табылады. Ол ұшу аппаратынан алынған фотосуреттер (аэротүсірудер) бойынша төңіректің картографиялық бейнесін жасауға мүмкіндік беретін процестердің жиынтығын: ұшу-түсіру жұмыстарын (аэрофототүсіру) және түйіспелі іздер - аэрофотосуреттер (АФС) алуды; далалық топографиялық-геодезиялық және камералдық фотограмметриялық жұмыстарды қамтиды.

Ұсынылған әдебиеттер мен қосымша ақпарат көздерінің тізімі

1. Шулякова, Т.В., Кандыбо С.Н. Универсальные стереофотограмметрические приборы: лекция. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2009. 20 с.
2. Афонин, К.Ф. Технологии геодезических и картографических работ [Текст]: учеб. пособие / К.Ф. Афонин. – Новосибирск: СГГА, 2007. – 100 с.
3. Козлова И.В. Дешифрирование аэрофотоснимков при картографировании ландшафтов: Учебно-методическое пособие. /И.В. Козлова. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. 38 с.

3-БӨЛІМ. ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ЖҮРІСТЕР МЕН ЖЕЛІЛЕРДІ ТЕҢЕСТІРУ

Оқу мақсаттары:

Осы модульден өткеннен кейін студентер:

1. Геодезиядағы қателіктердің себептерін атаңыз.
2. Геодезиядағы қателіктердің себептерін атаңыз.
3. Геодезиядағы тең және тең емес өлшеулерді теңестіру.
4. Геодезиялық қозғалыстарды қатаң теңестіруді орында.

Осы сызбада «Геодезия және картография» курсы бойынша барлық модульдер көрсетілген. Курсты игерудің ұсынылған дәйектілігі - төменнен жоғары. Шеберлік нивелирі курс сызбасы бойынша жылжытылған сайын жоғарылайды. Бұл бөлімде Модуль 4 «Геодезиялық жүрістер мен желілерді теңестіру» мазмұны сипатталған.

Курс сызбасы:

ГЕОДЕЗИЯ ЖӘНЕ КАРТОГРАФИЯ

- Модуль 10. Инженерлік құрылыстарды салу және пайдалану кезінде инженерлік жұмыстарды орындау
- Модуль 9. Қамтамасыз етуді ұйымдастыру-топографиялық-геодезиялық өндірістің техникалық, құқықтық, метрологиялық, кадастрлық талаптарына
- Модуль 8. Топографиялық-геодезиялық және инженерлік-геодезиялық жұмыстарды өңдеу үшін геоақпараттық технологияларды пайдалану және геоақпараттық жүйелерді игеру
- Модуль 7. Топографиялық-геодезиялық және инженерлік-геодезиялық жұмыстардың негізгі түрлерін орындау
- Модуль 6. Алаңдық және желілік құрылыстардың инженерлік-геодезиялық жұмыстарын орындау
- Модуль 5. Құрылыстарды іздестіру және салу кезінде инженерлік-геодезиялық жұмыстарды орындау
- Модуль 4. Геодезиялық жүрістер мен желілерді теңестіру
- Модуль 3. Аэрофототопографиялық әдістермен түсіруді орындау үшін пландық-биіктік негіздемесін жасау
- Модуль 2. Топографиялық-геодезиялық жұмыстардың негізгі түрлерін орындау
- Модуль 1. Пландық және биіктік негіздемесін жасау және топографиялық түсіруді орындау

Алдын-ала талаптар: Осы бөлімді бастамас бұрын студенттер 1-3 модульдерін оқып шығуы тиіс.

Қажетті оқу материалы:

1. Жазуға арналған дәптер;
2. Калькулятор.

Кіріспе

Өлшемдердің барлық түрлері (оларды орындаудың мұқияттылығы) қателіктерден тұрады. Нәтижесінде өлшеулер жүргізілген геодезиялық құрылымдардың геометриялық шарттары, сондай-ақ осы өлшемдер элементтерінің математикалық тәуелділігі сақталмайды. Егер есептелген шамаларға түзетулер енгізілсе, олар қанағаттандырылады. Теңестіру мұндай түзетулерді табуды мақсат етеді.

3.1 Геодезиялық өлшемдерді өңдеу

3.1.1 Өлшеу әдістері мен түрлері. Қателіктердің жіктелуі. Қателіктер теориясының міндеттері

Кез-келген шаманы өлшеу дегеніміз оны салыстыру бірлігі ретінде қабылданған басқа типтегі басқа шамамен салыстыру процесі, нәтижесінде өлшеу нәтижесі деп аталатын аталған сан алынады.

Мысал келтірейік. Жерде сызық 20 метрлік болат жолақ таспасымен өлшенеді. Салыстыру бірлігі үшін 1 м алынды. Өлшеу нәтижесі: Х + ЗЛ + 8,45 = 268,45 М.

Мынадай өлшемдер бар: тура (немесе тікелей) және жанама.

Тура өлшеулер деп тікелей анықталған мән есептелген кезде және нәтиже тікелей өлшеуден алынған кезде аталады. Тікелей өлшеулердің мысалы өлшеу таспасымен немесе теодолит бұрышымен сызықтың ұзындығын өлшеу болады.

Жанама өлшеулер - өлшеу нәтижесі орташа алынған өлшемдер: математикалық тәуелділіктің анықталатын шамасына байланысты бір немесе бірнеше шамалардың тікелей өлшеу нәтижелерінен есептеу арқылы. Жанама өлшеулердің мысалы D қашықтықты анықтау, h артуын анықтау болады:

$$h = D \times tgv + i - v. \qquad (1.32)$$

D қашықтықтары мен h асып кетуі тікелей есептелген басқа шамалардың функциялары болатыны анық: i, - кесінді, тақтайша, негіз және бұрыштар, D - қашықтық және V - көлбеу бұрыш.

Жоғарыда келтірілген жіктеуден басқа, өлшемдер әлі де қажетті және қосымша (артық) болып бөлінеді.

Қажетті өлшемдер - бұл белгілі бір шаманы тура немесе жанама өлшеудің

жалғыз нәтижесін алуға мүмкіндік беретіндер. Қажетті өлшеулердің мысалы бір рет жүргізілген бедер сызығының ұзындығын өлшеу, тақтайдың қара жағын санау, бір базистегі қол жетпейтін қашықтықты анықтау болады.

Қосымша өлшеулер - берілген шаманы өлшеудің бір емес, екі немесе одан да көп нәтижесін алуға мүмкіндік беретін өлшемдер. Егер бір шама *n* рет өлшенсе, онда осы өлшемдердің бірі (оның үстіне кез келгені) қажетті өлшем болады; қалған барлық *n* - 1 – қосымша. Мысалы, бедер сызығының ұзындығы алға және кері бағытта өлшенеді, қара және қызыл жақтар тақтайшадан алынады, қол жетпейтін қашықтық екі тәуелсіз негіз бойынша анықталады.

Геодезиялық өндірісте артық өлшеу қажет. Біріншіден, олар өлшеулерді бақылауға мүмкіндік береді, екіншіден, түпкілікті нәтижелердің дәлдігін арттырады, үшіншіден, өлшеу нәтижелерінің дәлдігін бағалау үшін қажет.

Өлшеу нәтижелеріндегі айырмашылықтар өлшеулерде қателіктердің болуын көрсетеді.

Өлшеу нәтижесінің қателігі бойынша l осы нәтиже мен есептелген шаманың нақты Δ(шынайы) мәні арасындағы айырмашылықты, яғни.

$$\Delta = l - X. \tag{3.1}$$

Өлшеу нәтижелеріне әсер ететін факторларға байланысты:

1. Жеке қателіктер сезім мүшелерінің жетілмегендігімен және өлшеуді жүзеге асыратын адамның ерекшеліктерімен байланысты. Жеке қателіктерге, мысалы, санауды жүргізу үшін нивелирлік рейканың сантиметрлік тақтайшасын он бөлікке бөлудегі қателік, теодолиттің көру түтігіне бағыттау қателігі және т.б.

2. Құрылғылардың қателіктері құрылғылардың жетілмегендігінен және олардың дәл тураланyының мүмкін еместігінен туындайды. Бұл қателіктерге, мысалы, өлшемді болат таспасының номиналды ұзындығының 20 м сәйкес келмеуі, көру дүрбісінің коллимациялық қателігі, тақтайшаны санау кезіндегі қателік, сілтеме жасау кезінде нивелир көпіршігінің ұштарының кескіндерін біріктіру қателігі және т.б.

3. Сыртқы ортаның әсерінен туындаған қателер. Қоршаған орта деп барлық сыртқы өлшеу жағдайларының жиынтығы түсініледі: бедер пен жер, орман, температура, ылғалдылық, бұлттылық, жел, жарық және т.б. мысалы, температураның әсерінен өлшеу таспаларының ұзындығы өзгереді, ал нивелирде негізгі геометриялық жағдай бұзылады; ылғалдылықтың әсерінен дойбы нивелирлік тақтайшаның метрінің ұзындығы өзгереді; жел тақтайшаның ауытқуын тудырады және нивелирдің өзі және т.б. - мұның бәрі қателіктер тудырады.

Қателіктердің жіктелуі және қателіктер теориясының пәні. Әрекеттің сипаты мен қасиеттері бойынша қателер қателіктерге бөлінеді: өрескел, жүйелі және кездейсоқ.

Өрескел қателіктер - бұл өлшеу жағдайында күтуге болатын қателіктерден үлкен: осы бақылаушымен, құрылғымен, өлшеу әдісімен және сыртқы ортаның

әсерімен және олардың мәні мүлдем қолайсыз. Олар өлшеу кезінде орындаушының қателіктері мен қателіктері нәтижесінде пайда болады. Бұл, мысалы, өлшеу таспасының дұрыс емес ұшын санау, сызықтық өлшеулерде таспалардың немесе берілістердің қалдықтарын есептеу немесе есептеу, немесе, мысалы, бұрыштық өлшеулерде градус немесе минуттарды есептеу және т.б.

Жүйелі қателіктер белгілі бір қателік көзінен туындайтын қателіктер деп аталады, әр кезде осы өлшеу жағдайында олар белгілі бір белгі мен мәнге ие және табиғатта тұрақты болады. Жүйелі қателіктердің әсерін функция арқылы білдіруге болады.

Жүйелі қателіктердің мысалдары: өлшеу кезінде өлшеу құралының температуралық айырмашылығына байланысты есептелетін сызықтың ұзындығындағы қателік; тік шеңбердің бір жағдайында бұрышты өлшеудегі қателік, аспаптың коллимациялық қатесінің болуына байланысты және т.б.

Кездейсоқ қателер - бұл әр жағдайда олардың әрекет ету сипаты белгісіз қателер. Бұл өлшеу жағдайларында олар пайда болуы мүмкін немесе көрінбеуі мүмкін, үлкен (өз шегінде) және кішкентай, оң немесе теріс болуы мүмкін. Шама кездейсоқ деп аталады (ықтималдық теориясында), егер сынақтар нәтижесінде ол қандай да бір мән қабылдай алатын болса, бұл ретте алдын ала белгісіз; қайсысы дәл. Жүйелі кездейсоқ қателіктерден айырмашылығы өлшемдердің ең үлкен санында ғана заңдылықты анықтайды. Оларды алдын-ала болжау мүмкін емес, олар өз табиғаты бойынша есепке алынбайды. Олар өлшемде сөзсіз.

Қателіктер теориясының міндеттері:

1) өлшемдердің неғұрлым дәл нәтижелерін алу қағидаларын әзірлейді (міндетті түрде қосымша өлшемдер болған кезде);

2) өлшеу нәтижелерінің дәлдігін және олардың функцияларын бағалау ережелерін белгілейді, себебі алынған өлшеу нәтижелерінің дәлдігін біле отырып, осы нәтижелерді дұрыс пайдалануға болады;

3) алдын ала берілген дәлдікпен байқауларды ұйымдастыруды және бағдарламасын қамтамасыз етеді.

Кез-келген өлшеу кезінде қаражат пен уақыттың ең аз шығындарымен қажетті дәлдікті қамтамасыз ету қажет.

Геодезия үшін қателіктер теориясының маңызы зор. Өлшеу әдістерін, аспаптардың конструкцияларын әзірлеу, алынған өлшеу нәтижелерінің дәлдігін бағалау, әртүрлі аспаптар мен әдістер үшін рұқсат етілген қатесін алдын ала есептеу, өлшеу процестерін жоспарлау және ұйымдастыру - осының барлығын қателік теориясы қамтамасыз етеді [27].

3.1.2 Тең және тең емес өлшеулер

Өлшеу нәтижелерінің дәлдігі көптеген себептерге байланысты - өлшеу үшін құрылғылардың қаншалықты дәл қолданылғандығы (мысалы, бұрыштарды өлшеу үшін Т30, Т5 немесе 12 теодолиті, бедердің сызықтарын өлшеу кезінде - штрих немесе масштабты өлшеу таспалары); білікті

орындаушылар өлшеулерді қаншалықты жүргізді (әсіресе жоғары дәлдікті); әр шаманы өлшеу қанша рет қайталанғанына байланысты (мысалы, қабылдау санына байланысты); таңдалған өлшеу әдісіне; соңында өлшеу жүргізілген сыртқы жағдайларға байланысты.

Егер өлшеу кезінде аталған себептер бірдей болса, онда олар дәлдік, сенімділік бойынша тең нәтиже алады. Мұндай өлшемдер эквивалентті деп аталады. Мысалы, теодолиттік жүрісте оның барлық бұрылу нүктелерінде бұрыштар Т15 теодолитінің екі жартылай тәсілдермен, бұрыштар тең өлшенді.

Егер аталған себептер өлшеу кезінде бірдей болмаса, онда біз әртүрлі дәлдік, сенімділік нәтижелерін аламыз. Мұндай өлшемдер тең емес деп аталады. Олар әдетте өлшеу кезінде әртүрлі дәлдіктегі құрылғылар қолданылған кезде алынады. Мысалы, бір теодолитном барысында бұрыштары нүктелерінде бұрылу өлшеніп теодолитом Т30, ал басқа - теодолит Т2 (әдістемесі өлшеу кезінде бірдей болады). Екінші кезеңде бұрыштар дәлірек, сенімді есептелетіні анық. Дәлдік көбінесе бірдей шаманың өлшеу санына байланысты. Бір шаманың көп реттік өлшемдерінің орташа мәндері жеке өлшеу нәтижесіне қарағанда дәлірек нәтиже береді. Триангуляция үш бұрыштарындағы бұрыштар әртүрлі қабылдаулар санымен өлшенеді (дөңгелек тәсілдер әдісімен) [6].

3.1.3 Тең өлшеулер қатарын өңдеу

Бірдей шаманың бірдей өлшеу қатарларын өңдеу келесі ретпен жүзеге асырылады [27].

1. Есептелетін шаманың ең сенімді мәнін, яғни арифметикалық орта *L табады.* Белгілі формула бойынша *L* есептеуге болады:

$$L = \frac{[l]}{n}, \qquad (3.2)$$

мұндағы [l] - өлшеу мәндерінің қосындысы;

n – өлшеу саны, бірақ есептеу ыңғайлылығы үшін формуланы қолданған дұрыс:

$$L = L_0 + \frac{[\varepsilon]}{n}. \qquad (3.3)$$

L_0 ретінде эквивалентті өлшемдер қатарынан ең аз нәтиже алу ұсынылады: $l_1, l_2, ..., l_n$. Бұл жағдайда ε айырмашылығы әрқашан оң болады немесе кейбір жағдайларда нөлге тең болады. ε-әр өлшеу нәтижесі мен таңдалған L_0 мәні арасындағы айырмашылық:

$$\varepsilon_i = l_i - L_0, \qquad (3.4)$$

$$\varepsilon_n = l_n - L_0.$$

2. *υ ықтимал қателіктерді есептеңіз. υ* қателіктерінің мәндерін бірдей ондық санмен есептеу тиіс. Сонымен қатар, *υ* абсолютті мәні бойынша ең үлкен екі маңызды сан болуы үшін ондық бөлшектерді алыңыз, егер бұл *υ* мәні бірліктен басталса, онда үш маңызды сан.

$$\upsilon_i = l_i - L, \tag{3.5}$$

мұндағы l_i - өлшеу мәндері.

3. Ықтимал қателіктердің табылған мәндері υ және арифметикалық орта L теңдікпен басқарылады:

$$[\upsilon] = 0. \tag{3.6}$$

Арифметикалық ортаны есептеу кезінде L айырмашылықтардың қосындысын [ε] n өлшемдерінің санына бөлу кезінде n көбінесе дөңгелектеу тиіс. Егер дөңгелектеу түзетуі δ болса, онда υ және L есептеулерінің дұрыстығын бақылау үшін формула қолданылады:

$$[\upsilon] = n \times \delta. \tag{3.7}$$

4. Шаманы есептеу және бақылау $[\upsilon\upsilon]$. Шаманы $[\upsilon\upsilon]$ формула бойынша бақылайды:

$$[\upsilon\upsilon] = [\varepsilon] - \frac{[\varepsilon]^2}{n}. \tag{3.8}$$

5. Бессель формуласы бойынша жеке m өлшемінің орташа квадраттық қателігін есептеңіз:

$$m = \sqrt{\frac{[\upsilon\upsilon]}{n-1}}, \tag{3.9}$$

мұндағы n - өлшеу саны.

6. Петерс формуласы бойынша т орташа квадраттық қателігін есептеуді бақылау:

$$m = \frac{1.253[|\upsilon|]}{\sqrt{n(n-1)}} \text{ немесе } m = K \times [|\upsilon|], \tag{3.10}$$

мұндағы $K = \dfrac{1{,}253}{\sqrt{n(n-1)}}$.

7. m_m жеке нәтиженің есептелген орташа квадраттық қатесінің сенімділігі анықталады:

$$m_m = \frac{m}{\sqrt{2(n-1)}}. \quad (3.11)$$

8. Арифметикалық ортаның орташа квадраттық қателікті есептейді:

$$M = \frac{m}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{[\upsilon\upsilon]}{n(n-1)}}. \quad (3.12)$$

9. М сенімділігін оның қателігін есептеу арқылы анықтау:

$$m_M = \frac{m_m}{\sqrt{n}}. \quad (3.13)$$

Дәлме-дәл өлшеу нәтижелерін өңдеу мысалы 3.1-кестеде келтірілген.

Кесте 3.1 - Тең өлшеулер нәтижелерін өңдеу

№ ж.т	l	ε	ε^2	υ	υ^2	Шешім
1 2 3 4 5 6	$54^0\ 34'27''$ 29 24 30 28 29	3 5 0 6 4 5	9 25 0 36 15 25	– 0,8 + 1,2 – 3,8 + 2,2 + 0,2 + 1,2	0,64 1,44 14,44 4,84 0,04 1,44	$\frac{[\varepsilon]}{n} = \frac{23'}{6} = 3{,}83'' = 3{,}8''$ $[\vartheta] = \beta \times n$ =0,03''× 6=0,02' $[\upsilon^2] = [\varepsilon^2] - \frac{[\varepsilon]^2}{n}$ $22{,}84 = 111 - \frac{529}{6}$ 22,84 = 111 – 88,17 22,84 = 22,83
l_0 $\beta = \frac{[\varepsilon]}{n}$	$54^0\ 34'\ 24''$ $+ 3{,}8''$	23	111	– 4,6 + 4,8	22,84	
L= $= l_0$ $+ \frac{[\varepsilon]}{n}$	$54^0\ 34'$ $27{,}8''$			+ 0,2		$m = \sqrt{\frac{[\upsilon^2]}{n-1}} = \sqrt{\frac{22{,}84'}{5}}$ $= 2{,}13' = 2{,}1'$ $M = \frac{m}{\sqrt{n}} = \frac{2{,}1'}{\sqrt{6}} = 0{,}86' = 0{,}9'$
Жауабы: L = $54^0\ 34'\ 27{,}8'' \pm 0{,}9'$						

3.1.4 Тең емес өлшеулер қатарын өңдеу

Бір шаманың тең емес өлшеу қатарларын өңдеу мынадай реттілікпен жүреді [27]:

1. Өлшеу нәтижелерінің салмағын табу қажет. Егер т өлшеу нәтижелерінің орташа квадраттық қателіктері белгілі болса, онда р салмағы формула бойынша есептеледі:

$$p = c : m^2, \tag{3.14}$$

мұндағы с - еркін сан.

2. Есептелетін шаманың ең сенімді мәнін табу қажет, яғни L салмақтық орташа мәні:

$$L = L_0 + [p\varepsilon] : [p], \tag{3.15}$$

мұндағы $\varepsilon = l - L_0$ε - әр өлшеу нәтижелері мен таңдалған мән арасындағы айырмашылық .

L0 ретінде бірқатар өлшемдерден ең аз нәтиже алу өте ыңғайлы. Сонда айырмашылықтар әрқашан оң немесе нөлге тең болады.

3. υ ықтимал қателіктерді есептеңіз:

$$\upsilon_i = l_i - L. \tag{3.5}$$

υ ықтимал қателіктердің мәндері бірдей ондық санмен есептеледі. Ықтимал қателіктердің табылған мәндері v және жалпы арифметикалық орта L теңдікті басқарады:

$$[\upsilon p] = 0. \tag{3.16}$$

4. $[p\varepsilon]$ на $[p]$ бөлу кезінде L салмақтық орташа мәнін есептеу кезінде жиі дөңгелектеу тиіс. Дөңгелектеу жағдайында көрсетілген теңдік дәл қанағаттандырылмайды. Егер дөңгелектеу түзетуіне δ тең рұқсат етілсе, онда есептелген мәндерді бақылау үшін υ және L теңдік қолданылады:

$$[p\upsilon] = [p]\,\delta. \tag{3.17}$$

5. $[p\upsilon^2]$ шамасын мына формула бойынша есептейді және бақылайды:

$$[p\upsilon^2] = [p\varepsilon^2] - [p\varepsilon^2] : [p]. \tag{3.18}$$

6. μ салмақ бірлігінің орташа квадраттық қатесін және m_μоның сенімділігін есептеңіз:

$$\mu = \sqrt{[p\upsilon^2]} : n - 1; \quad m_\mu = \mu : \sqrt{2(n-1)}. \tag{3.19}$$

7. M салмақ орташасының орташа квадраттық қатесін және m_M оның сенімділігін есептеңіз:

$$M = \mu : \sqrt{[p]}; \quad m_M : \sqrt{[p]}. \tag{3.20}$$

8. Егер жеке өлшеу нәтижелерінің орташа квадраттық қателіктері берілмесе, онда олар келесі формула бойынша есептеледі:

$$m_i = \mu : \sqrt{p_i}. \qquad (3.21)$$

Тең емес өлшеу нәтижелерін өңдеу мысалы 3.2-кестеде келтірілген.

Кесте 3.2 - Тең емес өлшеу нәтижелерін өңдеу

Жүріс №	Н, м	m_H, мм	$p = \frac{100}{m_H^2}$	ε, мм	pε, мм	$pε^2$	υ, мм	pυ, мм	$pυ^2$
1 2 3	92,571 92,580 92,566	5,9 3,6 4,00	2,87 7,72 6,25	5 14 0	14,35 108,08 0	71,75 1513,12	– 2,3 + 6,7 – 7,3	– 6,60 + 51,72 – 45,62	15,18 346,52 333,03
l_0 [pε]	92,566 + 0,0073 92,5733		16,84		122,43	1584,87		– 52,22 + 51,72 – 0,50	694,73

$\frac{[p\varepsilon]}{[p]} = \frac{122{,}43\ мм}{16{,}84} = 7{,}27\ мм = 0{,}0073\ мм;$

[pυ] = β [p] = + 0,03 * 16,84 = + 0,50 мм;

$[p\upsilon^2] = [p\varepsilon^2] - \frac{[p\varepsilon^2]}{[p]} = 1584{,}87 - \frac{122{,}43^2}{16{,}84} = 1584{,}87 - 890{,}09 = 694{,}78;$

$\mu = \sqrt{\frac{[p\upsilon^2]}{n-1}} = \sqrt{\frac{694{,}78}{2}} = 18{,}6\ мм;$

$M = \frac{\mu}{\sqrt{[p]}} = \frac{18{,}6}{\sqrt{16{,}84}} = 4{,}54\ мм;$

Жауабы: Н = 92,5733 м ± 4,54 мм.

3.2 Нивелирлік және теодолиттік жүрістерді теңестіру

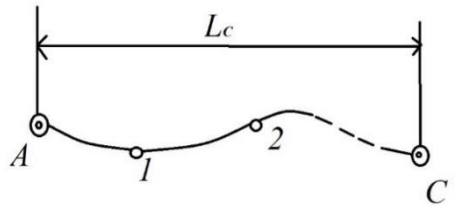
Түсірілетін геодезиялық желілерді нивелирлік, теодолиттік жүрістер және олардың жүйелері түрінде құру кезінде орындалған өлшеулердің саны әрқашан белгісізді - желілер пункттерінің биіктіктерін немесе координаттарын табу үшін қажет болғаннан үлкен болады. Қажетті және биіктік өсімше шамалары белгілі бір математикалық тәуелділіктермен - жағдайлармен байланысты. Өлшеудегі қателіктердің салдарынан бұл жағдайлар орындалмайды, бұл қатесінің пайда болуына әкеледі. Оларды жою үшін теңдестіру есептеулері (қысқаша теңдестіру) орындалады, соның нәтижесінде түпкілікті нәтижелер алынады, немесе есептелген шамалардың теңестірілген мәндері [27].

Теңестіру әдістері қатаң болып бөлінеді, есептелген шамаларға түзетулердің квадраттарының минималды сомасы жағдайында жасалады және қатаң емес, жеңілдетілген, түсіру желілеріне қойылатын талаптарға сәйкес келеді.

Қолда бар бастапқы мәліметтер санына сәйкес триангуляция желілері бос және бос емес болып бөлінеді. Еркін торапта тек қажетті бастапқы деректер бар: бір бастапқы нүктенің координаттары, бастапқы жақтың ұзындығы мен дирекциондық бұрышы немесе олардың орнына екі бастапқы нүктенің координаттары. Биіктік өсімше бастапқы деректері бар желілер тегін емес деп аталады.

3.2.1 Бір нивелирлік жүрісті теңестіру

Н және НВ белгілері бар А және В реперлерінің арасында n станцияларға бір нивелирлік жүріс салынады. К станцияларында А реперінен тұратын с аралық пунктінің Нс белгісін анықтау талап етіледі (Сурет 3.1) [6].



Сурет 3.1 - Нивелирлік жүріс сызбасы

Теңестіру реті келесідей.

1. Биіктіктің *fh* қатесін есептеу:

$$fh = \Sigma h_{\text{прак}} - \Sigma h_{\text{теор}}, \tag{3.22}$$

мұнда $\Sigma h_{\text{пр}} = h_1 + h_2 + \cdots \ldots . h_n$- есептелген асып кетулер сомасы;

$\Sigma h_{\text{теор}} = H_c - H_A$ - ашық жүріс үшін нивелирлік жүріс нүктелерінің соңғы және бастапқы белгілері арасындағы айырмашылық;

$\Sigma h_{\text{теор}} = 0$ - тұйық жүріс үшін нивелирлік жүріс нүктелерінің соңғы және бастапқы белгілері арасындағы айырмашылық.

2. Жүрістің ұзындығын есептеу L (км):

$$\Sigma L = L_1 + L_2 + \cdots \ldots . L_n, \tag{3.23}$$

мұнда L1, L2, ..., Ln - тақтайшалар арасындағы қашықтық.

3. $fh_{\text{доп}}$ рұқсат етілген қатесін есептеу:

$$fh_{\text{доп}} = \pm 20\text{мм}\sqrt{L(\text{км})}, \text{ 4 класс үшін,} \tag{3.24}$$

$$fh_{\text{доп}} = \pm 10\text{мм}\sqrt{L(\text{км})}, \text{ 3 класс үшін.}$$

4. υ_h әр секцияға түзетуді есептеу:

$$\upsilon_h = -\frac{f_h}{\sum L} \times L_i \quad . \tag{3.25}$$

Бақылау $\Sigma\vartheta_h = -f_h$-түзетулер сомасы қарама-қарсы белгісі бар қатесіне тең.

5. $h_{\text{урав}}$ тең асып кетуді есептеу :

$$h_{\text{урав}} = h_{\text{измер}} + \upsilon_h. \tag{3.26}$$

Бақылау: $\Sigma h_{\text{урав}} = \Sigma h_{\text{теор}}$.

6. Жүріс нүктелерінің белгісін есептеу:

$$\text{H}_{\text{соңғы}} = \text{H}_{\text{алдыңғы}} + h_{\text{теңдік}}, \tag{3.27}$$

мұндағы $\text{H}_{\text{алдың}}$ - жүрістің алдыңғы нүктесінің белгісі;

$\text{H}_{\text{соңғы}}$ - жүрістің келесі нүктесін белгілеу.

Бақылау: $\text{H}_{\text{соңғы}} = \text{H}_{\text{есептелген}}$.

IV кластың бір нивелирлік ашық жүрісін теңестіру мысалы 3.3-кестеде көрсетілген.

3.2.2 Жалғыз теодолиттік жүрісті теңестіру

Теодолиттік жүріс нүктелері арасында горизонталь бұрыштар мен қашықтықтар өлшенеді (Сурет 3.2).

Тізімдемеге бастапқы деректерді жазу: тармақтардың атауы, есептелген бұрыштар, сызықтардың ұзындығы, бастапқы және соңғы дирекциондық бұрыштар, бастапқы және соңғы нүктелердің координаттары [6].

Теңдестірудің орындалу реті:

1. Теодолиттік жүрістің бұрыштық қатесін есептеу $f\beta$:

$$f_\beta = \Sigma\beta_{\text{пр}} - \Sigma\beta_{\text{теор}}, \tag{3.28}$$

мұндағы $\Sigma\beta_{\text{пр}}$ - есептелген бұрыштардың қосындысы;

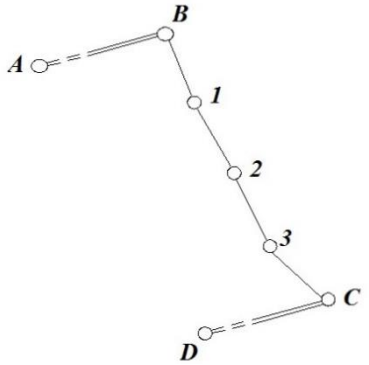
$\Sigma\beta_{\text{теор}}$ - есептелген бұрыштардың теориялық қосындысы.

$$\Sigma\beta_{\text{пр}} = \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \cdots \ldots . \beta_n, \tag{3.29}$$

мұндағы n - бұрыштардың саны.

Кесте 3.3 - IV класты нивелирлік пункттерінің асып кетулері мен биіктіктерін есептеу ведомості

№	Нивелирлік белгінің түрі және №, репер типі	Нивелирлік белгінің орналасқан жерінің сипаттамасы	Шектес белгілер арасындағы қашықтық, км	Бастапқы пункттен басталған қашықтық, км	Орындау күні	Тағандар саны	Есептелген Асып кету, м	Теңестіруден түзету, мм	Теңіз нивелирінен биіктігі, м	Ескертпе
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Реп. тобы 14								256,246	Есептеулер: L=10,6 км $\sum h_{пр.}$=-21,737 м $\sum h_{теор.}$= -21,782 м f_h= +0,045 м=+45 мм
			1,0	1,0			+0,254	-4		
	Жоғарғы реп. 1								256,496	
			2,6	3,6			-12,461	-11		
	Жоғарғы реп. 2								244,024	
			1,8	5,4			-14,723	-8		
	Жоғарғы реп. 3								229,293	
			1,4	6,8			+8,564	-6		
	Жоғарғы реп. 4								237,851	
			1,3	8,1			+7,439	-5		
	Жоғарғы реп. 5								245,285	
			2,5	10,6			-10,810	-11		
	Реп. тобы 8								234,464	



Сурет 3.2 - Теодолиттік жүріс сызбасы

Ашық теодолиттік жүріс үшін:

$$\Sigma\beta_{\text{теор}} = \alpha_{\text{кон}} - \alpha_{\text{нач}} + (180° \times n) \text{ (сол жақ бұрыштар үшін)},$$
$$\Sigma\beta_{\text{теор}} = \alpha_{\text{нач}} - \alpha_{\text{кон}} + (180° \times n) \text{ (оң жақ бұрыштар үшін)}, \quad (3.30)$$

мұндағы $\alpha_{\text{нач}}$- бастапқы бағыт бұрышы;

$\alpha_{\text{кон}}$- соңғы бағыт бұрышы.

$\Sigma\beta_{\text{теор}}$ тұйық теодолиттік жүріс үшін мынадай формула бойынша есептеледі:

$$\Sigma\beta_{\text{теор}} = 180° \times (n - 2), \quad (3.31)$$

мұндағы n - бұрыштардың саны.

2. $f\beta$қос бұрыштық рұқсат етілген қатесін есептеу:

$$f_{\beta\text{доп}} = \pm 2m\sqrt{n}, \quad (3.32)$$

мұндағы n - бұрыштар саны;

m - теодолиттегі бұрыштарды өлшеудің орташа квадраттық қателігі.

3. Алынған бұрыштық қатесін рұқсат етілген мәнмен салыстырыңыз, егер қатесінің мәні рұқсат етілген мәннен аспаса, онда есептелген бұрыштарға түзетулер енгізу тиіс.

4. Есептелген бұрыштарға V_β түзетулерді есепту:

$$V_\beta = -\frac{f_\beta}{n}, \quad (3.33)$$

мұндағы n - есептелген бұрыштардың саны.

Түзету барлық есептелген бұрыштарға тең бөлінеді. Егер қатесі тең бөлінбесе, онда қысқа жақтары бар бұрыштарға үлкен түзету енгізіледі.

Төмендегі тепе-теңдік қатесінің таралуын бақылаушы болып табылады:

$$\Sigma V_\beta = -f_\beta, \quad (3.34)$$

яғни, түзетулердің сомасы қатесіне сәйкес келмеуі тиіс.

5. $\beta_{\text{урав}}$ теңестірілген бұрыштарын есептеу:

$$\beta_{\text{урав}} = \beta_{\text{измер}} + V_\beta. \quad (3.35)$$

Теңдеуді бақылаушы: теңестірілген бұрыштардың қосындысы теориялық бұрыштардың қосындысына тең болуы тиіс:

$$\Sigma\beta_{\text{урав}} = \Sigma\beta_{\text{теор}}. \quad (3.36)$$

6. Теодолиттік жүріс тараптарының бағыттаушы бұрыштарын есептеңіз:

$$\alpha_{посл} = \alpha_{нач} + \beta_{урав} - 180° \text{ (сол жақ бұрыштар үшін)},$$
$$\alpha_{посл} = \alpha_{нач} - \beta_{урав} + 180° \text{ (оң жақ бұрыштар үшін)}. \quad (3.37)$$

Дирекциондық бұрыштарын есептеуді бақылау: $\alpha_{конеч}$ соңғы дирекциондық бұрышы есептелген дирекциондық бұрышына сәйкес келуі тиіс.

7. Теодолиттік жүрістің әрбір сызығы үшін Δx, Δy координаталар өсімшесін есептеу:

$$\Delta x = D \times \cos\alpha,$$
$$\Delta y = D \times \sin\alpha, \quad (1.27)$$

мұндағы D-теодолиттік жүріс нүктелері арасындағы көлбеу төсеу;

cos α, sin α – дирекциондық бұрышының косинусы (синусы).

8. Сызықтық қатесін есептеу $f_{\Delta x}$, $f_{\Delta y}$:

Ашық теодолиттік жүріс үшін:

- есептелген координаталар өсімінің қосындысы:

$$\Sigma\Delta x_{пр} = \Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3 + \cdots . + \Delta x_n,$$
$$\Sigma\Delta y_{пр} = y + \Delta y_2 + \Delta y_3 + \cdots . + \Delta y_n, \quad (3.38)$$

- координаталар өсімшелерінің теориялық қосындысы:

$$\Sigma\Delta x_{теор} = x_{кон} - x_{нач},$$
$$\Sigma\Delta y_{теор} = y_{кон} - y_{нач}, \quad (3.39)$$

мұндағы $x_{нач}$, $y_{нач}$ - бастапқы нүктенің координаттары;

$x_{кон}, y_{кон}$ - соңғы нүктенің координаттары.

Тұйық теодолиттік жүріс үшін:

- есептелген координаталар өсімінің қосындысы:

$$\Sigma\Delta x_{пр} = 0,$$
$$\Sigma\Delta y_{пр} = 0, \quad (3.40)$$

- координаталар өсімінің теориялық қосындысы:

$$\Sigma\Delta x_{теор} = 0,$$
$$\Sigma\Delta y_{теор} = 0, \quad (3.41)$$

$$f_{\Delta x} = \Sigma\Delta x_{пр} - \Sigma\Delta x_{теор},$$

$$f_{\Delta y} = \Sigma\Delta y_{\text{пр}} - \Sigma\Delta y_{\text{теор}}. \tag{3.42}$$

9. $f_{\text{отн}}$ салыстырмалы қатені және теодолиттік қозғалыстың абсолютті қатесін $f_{\text{абс}}$ есептеңіз:

$$f_{\text{абс}} = \pm\sqrt{f\Delta x^2 + f\Delta y^2}, \tag{3.43}$$

$$f_{\text{отн}} = \frac{f_{\text{абс}}}{\sum D} = \frac{1}{\frac{\sum D}{f_{\text{абс}}}} = \frac{1}{\sum D : f_{\text{абс}}}, \tag{3.44}$$

$\sum$d - теодолиттік жүрістің ұзындығы метрмен.

10. Координаталардың өсуіне түзетулерді есептеңіз:

$$V_{\Delta x} = -\frac{f_{\Delta x}}{\sum D} \times D_i,$$
$$V_{\Delta y} = -\frac{f_{\Delta y}}{\sum D} \times D_i, \tag{3.45}$$

мұндағы Di - теодолиттік жүрістің екі нүктесі арасындағы арақашықтық.

Түзетулерді есептеуді бақылау теңдік болып табылады:

$$\Sigma V_{\Delta x} = -f_{\Delta x},$$
$$\Sigma V_{\Delta y} = -f_{\Delta y}, \tag{3.46}$$

яғни, түзетулер сомасы кері белгімен қатесіне сәйкес келуі тиіс.

11. Координаталардың тең өсуін есептеу:

$$\Delta x_{\text{урав}} = \Delta x_{\text{выч}} + V_{\Delta x},$$
$$\Delta y_{\text{урав}} = \Delta y_{\text{выч}} + V_{\Delta y}. \tag{3.47}$$

Келесі теңдік бақылау болып табылады:

$$\Sigma\Delta x_{\text{урав}} = \Sigma\Delta x_{\text{теор}},$$
$$\Sigma\Delta y_{\text{урав}} = \Sigma\Delta y_{\text{теор}}. \tag{3.48}$$

Координаталардың біркелкі өсулерінің қосындысы теориялық координаталардың өсулерінің қосындысына тең.

12. Теодолиттік жүріс нүктелерінің координаталарын есептеу:

$$x_{\text{посл}} = x_{\text{пред}} + \Delta x_{\text{ур}},$$

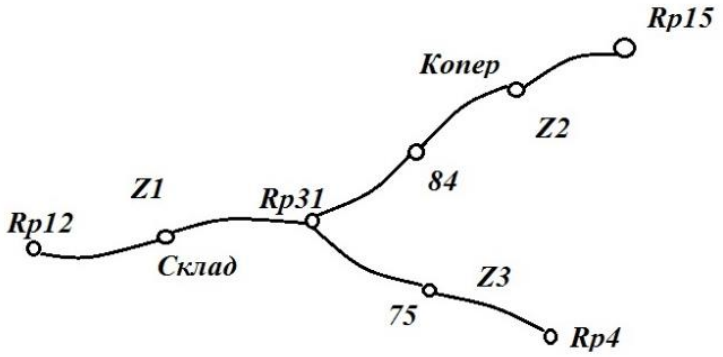
$$y_{\text{посл}} = y_{\text{пред}} + \Delta y_{\text{ур.}} \tag{3.49}$$

Бақылау: Соңғы есептелген координаттар бастапқы координаттармен сәйкес келуі тиіс.

Теодолиттік жүрісті теңестіру мысалы 3.4-кестеде 3.2-суретте келтірілген сызба бойынша көрсетілген.

3.2.3 IV класты нивелирлік торапты бір түйіндік нүктемен теңестіру

Мысал ретінде 3.3-суретте көрсетілген және Rp31 түйіндік нүктесінде жинақталатын Z_1, Z_2, және Z_3 үш қозғалыстан тұратын IV класты нивелирлеу желісін теңдестіруді қарастырамыз. Rp12, rp15 және Rp4 белгілі биіктіктері бар III класты реперлер бастапқы болып табылады [27].



Сурет 3.3 - Бір түйіндік нүктесі бар IV класты нивелирлік желі

Есептеулер 3.5 және 3.6 кестелерде келтірілген екі тізімдемеде орындалады. Далалық журналдан n, L және h мәндері 3.5-кестенің 2, 3 және 4-бағандарына жазылады және осы бағандар бойынша сомалар есептеледі.

Қозғалыс жүйесін теңестіру формула бойынша түйіндік репердің биіктігінің теңестірілген мәнін табудан тұрады:

$$\text{H}_{Rp31} = \frac{H_1P_1+H_2P_2+H_3P_3}{P_1+P_2+P_3}, \tag{3.50}$$

мұндағы $P_i = \frac{C}{Li}$ - жүрістің салмағы;

C - еркін сан,

Li - жүрістің ұзындығы.

Кесте 3.4 - Теодолиттік жүрісті теңестіру ведомосты

Тармақтардың атауы	Бұрыштары			Көлбеу жату, м	Координаталардың өсуі, м				Координаттары, м	
	Есептелген	Байланған	Дирекциондық		есептелген		байланған		x	y
					Δx	Δy	Δx	Δy		
A										
	+0,3		$349^0 21,5'$							
B	$234^0 38,1'$	$234^0 38,4'$			+6	-2			57 049,10	81 577,12
	+0,3		43 49,9	90,31	+64,97	+62,73	+65,03	+62,71		
1	179 32,2	179 32,5			+7	-3			57 114,13	81 639,83
	+0,3		43 32,4	114,12	+82,72	+78,62	+82,79	+78,59		
2	160 56,3	160 56,6			+12	-5			57 196,92	81 718,42
	+0,3		24 29,0	172,94	+157,39	+71,67	+157,51	+71,62		
3	162 56,8	162 57,1			+8	-3			57 354,43	81 790,04
	+0,2		7 26,1	118,72	+117,72	+15,36	+117,80	+15,33		
C	209 32,4	209 32,6							57 472,23	81 805,37
D			36 58,7							
$\sum\beta_{пр}$	947 35,8	947 37,2	$\sum d$=496,09 м.							
$\sum\beta_{теор}$	947,37,2									
f_β	-1,4									
$f_{\beta доп}$	$\pm 2,2'$									

$\sum\Delta x_{пр}$=+422,80 м $\sum\Delta y_{пр}$=+228,38 м

$\sum\Delta x_{теор}=x_к-x_н$=+423,13 м $\sum\Delta y_{теор}=x_к-x_н$=+228,25 м

$f_{\Delta x}$=-0,33 м $f_{\Delta y}$=+0,13м

$$f_{абс} = \sqrt{f_{\Delta x}^2 + f_{\Delta y}^2} = 0,35 \qquad f_{отн} = \frac{0,35}{496} = \frac{1}{1400}$$

Теңестіру реті келесідей.

1. Түйін нүктесінің белгілерін есептеңіз (Кесте 3.5).

H_{Rp31}-1=$H_{шығыс}$+$\Sigma h_{практ}$. - Z1 нөмірімен жүріс бойынша есептелген тораптық нүктенің биіктігі; Σh-тораптық және бастапқы реперлер арасындағы жүріс бойынша асып кету сомасы; N-тораптық нүктеде жинақталатын жүрістер саны. Сол сияқты Z_2, және Z_3 арқылы rRp31 H_{Rp31}-2, H_{Rp31}-3 есептеледі.

2. Rp31 белгілерінің HRp31 орташа салмақтық мәндерін есептеу.

3.5-кестенің 3, 4 және 5-бағандардағы 3.2-кестеден H_{Rp31} табу үшін $H_{шығыс}$, Σh, L мәндері жазылады. Рі салмағын есептеу кезінде С мәні кез-келген болуы мүмкін және есептеу ыңғайлылығына байланысты орнатылады. Бұл жағдайда С=10 қабылданады.

H_{Rp31} есептегеннен кейін формула бойынша теңдеудің дұрыстығын бақылау жүргізіледі:

$$[\mathrm{p}\upsilon] = 0, \tag{3.51}$$

мұндағы υ= H_{Rp31}– H_i- жеке қозғалыстар бойынша үстеме түзетулер.

$[\mathrm{p}\upsilon] = 0$ теңдеу, әдетте, дөңгелектеу қатесінің болуына байланысты дәл қанағаттандырылмайды δ=H_{Rp31}–$H_{Rp31дәл}$, мұндағы $H_{Rp31дәл}$ -түйіндік репердің теңестірілген биіктігінің дәл мәні, ал H_{Rp31} – осы биіктіктің қабылданған дөңгелек мәні.

Содан кейін формула (3.16) келесі форманы алады (3.18): $[\mathrm{p}\upsilon] = \delta[\mathrm{p}]$.

βмәні әрқашан соңғы H_0 белгісінің 0,5 бірлігінен аз болғандықтан, әрқашан абсолютті шамада болады:

$$[\mathrm{p}\upsilon] < 0{,}5[\mathrm{p}]. \tag{3.52}$$

Бұл жағдайда $H_{Rp31нақты}$ = 78,355065 м, H_{Rp31}= 78,355 м, β = -0,065 мм и = -0,065 ×6,74 = -0,44≈0,4.

3. 3.6-кестедегі 6-бағанға H_{Rp31} орташа салмақтық мәні жазылады.

4. Әрбір нивелирлік жүрісті жеке теңестіруді орындайды (3.2.1 тт).

5. Теңдестірілген тораптағы нүктелер мен биіктіктердің дәлдігін бағалау үшін μ салмақ бірлігінің қатесін және формула бойынша M_0 формуласы бойынша теңдестірілген биіктіктің орташа квадраттық қателігін табады (3.21):

$$\mu = \sqrt{\frac{[\mathrm{p}\upsilon\upsilon]}{N-r}}, \quad M_0 = \frac{\mu}{\sum[P]}, \tag{3.53}$$

мұндағы N - тораптағы қозғалыстардың жалпы саны;

r - түйін нүктелерінің саны (қажетті қозғалыстар саны).

Әрі қарай, $m_{1км}$ 1 км жүрістің орташа квадраттық қатесін есептейді:

$$m_{1км} = \frac{\mu}{\sqrt{C}}. \quad (3.54)$$

6. m_L ұзындығы L m_L бойымен есептелген асудың орташа квадраттық қатесін формула бойынша есептеуге болады:

$$m_L = m_{1\,км} \sqrt{L_{км}} \ . \quad (3.55)$$

Теңдеудің нәтижелері бойынша түйін нүктесі бар бір ғана қозғалыс жүйесі орташа квадраттық қателер жеткілікті сенімді емес анықталғанын айта кету қажет. Орташа квадраттық қатенің белгілі өрнегін қолдансаңыз, оны тексеру оңай:

$$m_m = \frac{m}{\sqrt{2(N-1)}}, \quad (3.56)$$

оған сәйкес біздің жағдайда m_μ: $m_\mu = \frac{\mu}{\sqrt{2(N-r)}}$.

Сонымен қатар, m_M, $m_{m_{1\,км}}$: $m_M = \frac{m_\mu}{\sqrt{\sum P}}$,

$$m_{m_{1\,км}} = \frac{m_\mu}{\sqrt{C}}. \quad (3.57)$$

3.3-сурет бойынша нивелирлік қозғалыстар желісінің схемасы бойынша бір түйіндік нүктесі бар IV класты нивелирлік торапты теңестіру мысалы 3.5, 3.6 кесте көрсетілген.

Кесте 3.5 - Тораптық нүкте белгісінің орташа салмақтық мәнін есептеу

Нөмірі	Бастапқы реперлер	*H шығыс, М.*	*Σh, м.*	*L, км.*	$P = \frac{10}{L}$	H_i, *м.*	$\upsilon = H_0 - H_i$, *мм.*	$p\upsilon$	$p\upsilon^2$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Z_1	*Rp* 12	82,187	-3,833	4,38	2,28	78,354	+1	+2,3	2,3
Z_2	*Rp* 15	76,278	+2,089	5,20	1,92	78,367	-12	-23,0	276,0
Z_3	*Rp* 4	66,871	+11,476	3,95	2,53	78,347	+8	+20,3	162,4
					6,74	78,355		-0,4	440,7

Кесте 3.6 - IV класты нивелирлік торапты бір түйіндік нүктемен теңестіру ведомосы

Тармақ атауы	*n*	*L, км*	*h, м*	$\delta_{h,\ мм}$	*H, м*
1	2	3	4	5	6
		Жүріс Z_1			
Rp 12					82,187
	9	1,41	-2,618	0	
Қойма					79,569
	21	2,97	-1,215	+1	
Rp 31					78.355
	30	4.38	-3.833	+1	-3.832
f = -1 мм					
$f_{доп} = \pm 20\sqrt{4{,}38} = \pm 42$ мм.					
		Жүріс Z_2			
Rp 15					76,278
	11	1,45	+5,900	-3	
Копер					82,175
	17	2,68	-3,847	-6	
84					78,322
	7	1,06	+0,036	-3	
Rp 31					78,355
	35	5,19	+2,089	-12	+2,077
f = +12 мм					
$f_{доп} = \pm 20\sqrt{5{,}19} = \pm 46$ мм					
		Жүріс Z_3			
Rp 4					66,871
	10	1,65	+2,003	+3	
75					68,877
	15	2,30	+9,473	+5	
Rp 31					78.355
	25	3.95	+11.476	+8	+11.484
f = -8 мм					
$f_{доп} = \pm 20\sqrt{3{,}95} = \pm 40$ мм					

$\mu = \sqrt{\frac{[pvv]}{N-r}} = \sqrt{\frac{440.7}{3-1}} = 14{,}8$ мм, $M_0 = \frac{\mu}{\sum P} = \pm 5{,}8$ мм,

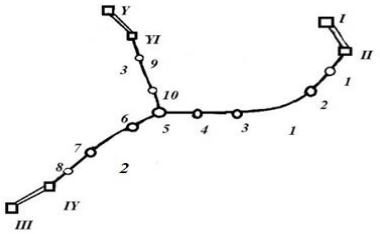
$m_{1км} = \frac{\mu}{\sqrt{C}} = \frac{\pm 14{,}8}{\sqrt{10}} = \pm 4{,}7$ мм, $mL = m1$ км $\sqrt{L_{км}}$,

$m_\mu = \frac{\mu}{\sqrt{2(3-1)}} = \pm 7{,}4$ мм, $m_M = \frac{m_\mu}{\sqrt{\sum P}} = \pm 2{,}9$мм,

$m_{m_{1\ км}} = \frac{m_\mu}{\sqrt{C}} = \pm 2{,}4$ мм.

3.2.4 Теодолиттік жүрістер жүйесін бір түйіндік нүктемен теңестіру

Мысал ретінде 3.3–суреттінде көрсетілген және 1, 2 және 3 түйіндік нүктеде жинақталатын үш қозғалыстан тұратын теодолиттік қозғалыстар желісінің теңдеуін қарастырамыз [27].



Сурет 3.3 - Бір түйіндік нүктесі бар теодолиттік қозғалыстардың сызбасы

Теңестіру реті:

1. Дирекциондық бұрышының орташа салмақтық мәнін есептеу. Әрбір жүріс бойынша тораптық сызықтың дирекциондық бұрышын формулалар бойынша есептейді (3.39).

Түйіндік нүктедегі қозғалыстардың бағыттаушы бұрышының ықтимал мәні:

$$\alpha_{4-5} = \frac{(a_1 \times p_1 + \alpha_2 \times p_2 + \alpha_3 \times p_3 + \cdots \ldots a_n \times p_n)}{\Sigma p}. \qquad (3.58)$$

i жүрісінің α_i жүрісі тарапындағы бағыттаушы бұрышының салмағы:

$$p_i = \frac{1}{n}, \qquad (3.59)$$

мұндағы n - жүрістің айналу бұрыштарының саны.

2. 3.2.2. тт. сәйкес көлбеу бұрыштарды теңестіру. Сол сияқты №2 және №3 теодолиттік қозғалыстар есептеледі.

3. Қозғалыстардан түйін нүктесінің координаттарының ықтимал мәнін есептеу:

Координаталардың өсуі формулалар бойынша есептеледі (3.40).

Теодолиттік қозғалыс нүктелерінің координаттарын есептеу:

$$x_5 = x_{\text{нач}} + [\Delta x], \qquad y_5 = y_{\text{нач}} + [\Delta y]. \qquad (1.26)$$

X5 және y5 алыңыз, сол сияқты 2 және 3 теодолиттік қозғалыстағы координаттарды есептеңіз.

4. Координаттардың орташа салмақтық мәнін есептеу:

$$x_5 = \frac{(x_1 \times p_1 + x_2 \times p_2 + x_3 \times p_3 + \cdots \ldots x_n \times p_n)}{\Sigma p}, \qquad (3.60)$$

$$y_5 = \frac{(y_1 \times p_1 + y_2 \times p_2 + y_3 \times p_3 + \cdots \ldots y_n \times p_n)}{\sum p},$$

$$p_i = \frac{1}{L_i} \text{ кезінде,} \qquad (3.61)$$

мұндағы Li - жүрістердің ұзындығы, км;

p_i - әр қадам бойынша салмақ.

Теодолиттік қозғалыстар тізбегіндегі х5 нүктесінің координаталарының соңғы мәнін ұсынады және координаталардың өсуін теңестіруді орындайды.

Координаталарды есептеуді бақылау соңғы нүктенің бастапқы координаттарын алу болып табылады.

Сол сияқты № 2 және №3 теодолиттік қозғалыстарды теңестіру жүзеге асырылады.

Сурет 3.4 бойынша теодолиттік жүрістер желісінің схемасы бойынша бір түйіндік нүктесі бар теодолиттік жүрістер желісін теңестіру мысалы 3.7, 3.8, 3.9, 3.10-кестелерінде келтірілген.

Кесте 3.7 - α 4-5 дирекциондық бұрышының орташа салмақтық мәнін есептеу

Жүріс №	α мәндері	n бұрыштарының саны	Салмағы p=20 / n	p α
1	280^0 12,0 /	5	4	48,0/
2	280^0 11,0 /	5	4	44,0/
3	280^0 14,5 /	4	5	72,5/
α_{4-5}	280^0 12,7 /		Σp=13	Σpα=164,5/

Кесте 3.8 - №1 жүріс үшін дирекциондық бұрыштарды есептеу

Жиектің №	Есептелген бұрыштар	Дирекциондық бұрыш
I		$164^0$25,0/
	+0,1/	
II	221^0 10,0/	205 35,1
	+0,2/	
1	190 28,5	216 03,8
	+0,2/	
2	207 47,0	243 51,0
	+0,1/	
3	186 41,5	250 32,6
	+0,1/	
4	209 40,0	280 12,7
Σβ=$1015^0$47,0/ fβ = - 0,7/ fβдоп = ±2,2/		

Басқа теодолиттік қозғалыстағы бағытты бұрыштарды есептеу ұқсас орындалады.

Әрбір теодолиттік жүрістегі координаталарды есептеп, кейіннен 5-

нүктенің координаттарының орташа салмақтық мәнін (3.9, 3.10-кестелер) есептеп шығарады.

Кесте 3.9 -1 жүрісте т.№ 5 координаттарының орташа салмақтық мәнін есептеу

Жүріс №	Координаттары, м		Жүрістің ұзындығы, км	Салмағы P=1/L
	x	y		
1	5230,36	4274,55	0,9	1,1
2	5230,18	4274,08	0,7	1,4
3	5230,64	4274,21	0,5	2,0
	5230,42	4274,25		4,5

Кесте 3.10 - № 1 теодолиттік жүрісті теңестіру

Шыңның №	Есептелген бұрыштар	Дирекциондық бұрыш	Сызық ұзындығы, м	Координаталардың өсуі, м		Координаттары, м	
				Δx	Δy	x	y
I				+1	-5		
	+0,1′	164°25,0/	156,62	-141,26	-67,64		
II	221° 10,0′			+1	-6	5644,18	4982,06
	+0,2′	205 35,1	198,16	-160,18	-116,65		
1	190 28,5			+2	-8	5502,93	4914,37
	+0,2′	216 03,8	205,89	-90,74	-184,82		
2	207 47,0			+1	-5	5342,76	4797,66
	+0,1′	243 51,0	164,25	-54,70	-154,87		
3	186 41,5			+1	-6	5252,04	4612,76
	+0,1′	250 32,6	186,48	+33,06	-183,53		
4	209 40,0					5197,35	4457,84
		280 12,7					
5			911,40	-413,82	-707,51	5230,42	4274,25
Σβ= fβ = fβдоп =	1015°47,0′ - 0,7′ ±2,2′			-413,76 fΔx= -0,06 м	-707,81 fΔy= +0,30 м		
			fабс=	0,30 м	fотн=	1/3000	

Сол сияқты № 2 және №3 теодолиттік қозғалыстарды теңестіру жүзеге асырылады.

3.3 Геодезиялық желілерді теңестіру

Ғылыми-техникалық прогресс қарқынын жеделдету және халық шаруашылығының барлық салаларында еңбек өнімділігін арттыру мақсатында геодезиялық желілер мынадай ғылыми және инженерлік-техникалық міндеттерді шешуге арналады:

1. Координаталардың инерциялық астрономиялық жүйесімен сенімді байланысқан геодезиялық координаталардың бірыңғай геоцентрлік жүйесін бекіту, жердің фигурасы мен сыртқы гравитациялық өрісін зерттеу,

полюстердің қозғалысын және әр дәуірге жердің біркелкі емес айналуын анықтау.

2. Құрлықтың, континенттік қайраңның, әлемдік мұхит теңіздері акваториясының кең аумақтарын картографиялауды, ғарыш кеңістігін игеруді, координаттарды анықтау мен табиғатты зерттеудің жер үсті, теңіз, әуе және ғарыш құралдарын, ірі масштабты түсіру мен инженерлік-техникалық жұмыстар мен ізденістерді геодезиялық қамтамасыз ету.

3. Литосфера мен жердің су қабығы динамикасының геодезиялық негіздемесі, жаһандық және аймақтық сипаттағы геотектоникалық процестердің болжамы, литосфералық плиталар мен жекелеген аймақтардағы жер қыртысының қозғалысын зерттеу.

4. Серіктерді эталондау - координаттар мен уақытты тасымалдаушыларды, ғарыш объектілерін, оның ішінде Ай мен алыс радио көздерін бақылаудың ең дәл жүйелерін. Іргелі міндеттерді шешуді қамтамасыз ететін геодезиялық желілер жаппай жұмыстардағы астрономиялық-геодезиялық және гравиметриялық анықтамалардың барынша дәлдігіне қол жеткізе отырып, арнайы бағдарлама бойынша құрылады. Сонымен қатар, барлық өлшеу бағдарламасын орындауда және олардың нәтижелерін қатаң математикалық өңдеуде ғана емес, сонымен қатар көптеген жылдар бойы осындай тораптың пункттерінің сақталуын қамтамасыз етуде ерекше алаңдаушылық бар. Тек осы шарттарды сақтай отырып, дәуірге координаттар жүйесін құру және геодезиялық желі пункттерінің өзіндік қозғалысын зерттеу мәселесін шешуге кірісуге болады.

Геодезиялық тораптағы қажетті және биіктік өсімше шамалар. Геодезиялық торапта есептеу үшін масштаб пен бағдарды анықтайтын бір бастапқы жағы және бастапқы координаттары бар бір тармақ болуы тиіс.

Тек қажетті бастапқы деректері бар геодезиялық желі бос желі деп аталады.

Бастапқы мәліметтері қажет емес геодезиялық желі бос емес деп аталады.

Геодезиялық желілер бірнеше бастапқы негіздер мен азимуттарды қамтиды. Жоғары дәлдіктегі нүктелерге негізделген үздіксіз желілер көптеген бастапқы нүктелерге ие.

Геодезиялық тораптағы қажетті параметрлер өзара тәуелсіз шамалар деп аталады, олар кез-келген желі элементтерін нақты анықтай алады. Мұндай шамалар нүктелердің координаттары болуы мүмкін. Егер әрбір үшбұрышта триангуляцияның еркін желісінде белгілі бір тармақты белгілеу үшін екі бұрыш берілген болса, барлық анықталған нүктелердің координаттарын есептеуге болады.

Тек қажетті шамаларды қамтитын геодезиялық торапта ешқандай жағдай туындамайды. Егер қажетті шамалардың функциясы ретінде есептеуге болатын кем дегенде бір мән болса, онда мұндай мән артық болады және ол қажетті параметрлер құрамына кірмейді. Қажетті шамалардың бірқатар комбинацияларынан есептелген әрбір артық берілген шаманың

бірнеше мәні болуы мүмкін. Өлшеудің сөзсіз қателіктерінің салдарынан әр қажетті шаманың табылған мәндері арасында айырмашылықтар болады. Осыдан L' өлшеу нәтижелеріне υ түзетулерін табу мәселесі туындайды, оны түзеткеннен кейін геодезиялық тораптағы кез-келген қажетті элемент әртүрлі жолдармен есептелген, бірдей мәнге ие болады. Осылайша, геодезиялық желілерде артық өлшеулер болған кезде өлшеудегі қателіктерге байланысты теңдестіру мәселесі әрқашан туындайды. Әрине, егер артық деректер болмаса, онда уақытты теңестіру мәселесі туындамайды. Бұл жағдай артық өлшеулерді қолданудың орындылығына күмән тудырады. Мысалы, триангуляцияда, егер дәл бұрыштық өлшеу құралдары бұрыштарды дәл өлшесе және бақылау есептеулерінен кейін артық есептелген бұрыштарды тастаса, онда қарапайым есептеулер арқылы барлық нүктелердің координаттарын біркелкі анықтауға болады, содан кейін теңдестіру есептеулері жоғалады немесе фигуралардағы қатесін таратып, бұрыштардың жуық мәндерін есептей отырып, шамадан тыс белгіленген бұрыштарды алып тастауға болады. Алайда, теориялық негіздемесі бар теңдестіру әсері айтарлықтай, сондықтан теңдестіру есептеулеріне жүгінеді.

Теңдестіру принциптері. Механикалық және электромеханикалық есептеу құралдарының шектеулі мүмкіндігі әрқашан геодезиялық өлшеулерді математикалық өңдеудің қатаң әдістерін қолдануға мүмкіндік бермейді. Есептеу көлемін қысқарту мақсатында қатаң емес әдістерді қолдану қажет болады. Сонымен қатар, модельдердегі қатаң емес әдістерді зерттеу немесе оларды қатаң әдістермен салыстыру белгілі бір жеке мәселені шешу үшін оларды қолданудың орындылығын негіздейді.

Қазіргі геодезияда объектіні геодезиялық зерттеудің әртүрлі құралдары мен әдістері қолданылады. Әдетте, өлшемдердің бір бөлігі Геодезиялық аспаптар мен геодезиялық өлшеу бағдарламаларының жетілмегендігіне байланысты объектінің сыртқы жағдайлары мен қасиеттерін толық есепке алмауына байланысты жүйелі қателіктерден тұрады. Сонымен қатар, Жүйелік қателіктердің көптеген көздерінің табиғаты белгілі, бірақ сандық тұрғыдан олар әлі зерттелген жоқ [31].

3.4 Практикалық тапсырмалар

1. Көлбеу бұрышты өлшеу нәтижелерін бірдей өлшеуді орындаңыз. Бұрыш 6 рет өлшенеді - $18^0 29' 11''$; $19''$; $18''$; $22''$; $15''$; $06''$. Бұрыштың сенімді мәнін табу қажет және оның дәлдігін бағалаңыз -

2. Көлбеу бұрышты өлшеу нәтижелерінің тең емес өлшемдерін өңдеуді орындаңыз. Бұрыш 6 рет өлшенеді. Бұрыштың сенімді мәнін табу қажет және оның дәлдігін бағалаңыз. Өлшеу салмағы ретінде р осы өлшемдегі қабылдаулар санын есептеңіз.

83017/34 / / 5 қабылдау

$41''$ 2 қабылдау

$29''$ 2 қабылдау

$36^{//}$ 6 қабылдау
$37^{//}$ 4 қабылдау

3. IV кластың бір нивелирлік жүрісін теңестіруді орындаңыз
Н бас=203,316 м, Нтүпкілікті=224,897 м
h_1=+14,128 м L_{12}=3,9 км
h_2=+11,255 м L_{23}=6,3 км
h_3=-18,685 м L_{34}=4,2 км
h_4=+23,612 м L_{45}=5,3 км
h_5=-26,884 м L_{56}=6,1 км
h_6=+18,116 м L_{67}=5,8 км

Сұрақтар өзіндік бақылау

1. Геодезиялық өлшеулерді теңестіру принципін атаңыз?
2. Өлшеулердегі қателіктің себебі неде?
3. Қателер теориясының есептерін атаңыз.
4. Өлшемдердегі жүйелік қателіктердің себептерін атаңыз
5. Жанама өлшеулерге мысал келтіріңіз.
6. Өлшеу қателіктерінің себебін атаңыз.
7. Орта квадрадтық қателіктерге анықтама беріңіз.
8. Тең нүктелі және тең емес нүктелі өлшемдердің арасындағы айырмашылық неде?
9. Бір теодолиттік қозғалысты теңестіру принципін сипаттаңыз.
10. Нивелирлік жүрісті бір түйіндік нүктеден теңестіру принципін сипаттаңыз.

Қысқаша қорытынды

Геодезиялық желілерді теңестіру оларды құрудың маңызды кезеңі болып табылады. Теңестірудің негізгі міндеті - өлшеу қателіктері бойынша біркелкі нәтиже алу, бірақ өңдеу кезінде түзетіліп, барлық шамалардың дәлдігі төмендемейді, керісінше жоғарылайды.

Ұсынылған әдебиеттер мен қосымша ақпарат көздерінің тізімі

1. Куштин И.Ф. Геодезия: обработка результатов измерений: Учебное пособие. - М.: ИКЦ «МарТ»; Ростов н/Д: издательский центф «МарТЧ, 2006. - 288 с, (Серия «Учебный курс»).

2. Уравнивание геодезических измерений параметрическим способом. Учебное пособие/ М.Я. Брынь, А.В. Астапович, Д.А. Афонин, - СПб.: Петербурский государственный университет путей сообщения, 2014, 49 с.

3. Теория математической обработки геодезических измерений. Уравнивание геодезических сетей параметрическим способом: Методические указания к лабораторным работам / Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». Сост. *А.В. Зубов*. СПб, 2016. 23 с.

4-БӨЛІМ. ҚҰРЫЛЫМДАРДЫ БАРЛАУ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛУДАҒЫ ГЕОДЕТИКАЛЫҚ ИНЖЕНЕРЛІК ЖҰМЫС

Оқыту мақсаты :

Осы бөлімді аяқтағаннан кейін студенттер:

1. Бекітілген жұмыстарды өндіру үшін геодезиялық түсіріс жасаңыз.
2. Жергілікті жерлерде инженерлік құрылымдардың жобаларын жүзеге асыру.
3. Өнеркәсіптік құрылымдарды салуда геодезиялық жұмыстарды орындау дағдыларын қолдану.

«Оқуды» үйреніп, техникалық суреттер салуды үйреніңіз Бұл сызбада «Геодезия және картография» курсының барлық модульдері көрсетілген. Курсты меңгерудің ұсынылған реттілігі төменнен жоғарыға дейін. Нивелир курсының мазмұнын өту барысында жоғарылайды. Бұл бөлімде Модуль 5 мазмұнын сипаттайды «Құрылымдар зерттеу және салу кезінде инженерлік-геодезиялық жұмыстарды орындау», Модуль 6 «Ареал және сызықтық құрылымдардың Инженерлік-геодезиялық жұмыстарды орындау», Модуль 7 «Орындау топографиялық-геодезиялық және инженерлік-геодезиялық жұмыстарды негізгі түрлері».

Курстың қысқаша мазмұны:

ГЕОДЕЗИЯ ЖӘНЕ КАРТОГРАФИЯ

Модуль 10. Инженерлік құрылғыларды салу және пайдалану кезінде инженерлік жұмыстарды орындау

Модуль 9. Топография-геодезиялық өндірістің ұйымдастыру-техникалық, құқықтық, метрологиялық, кадастрлық талаптарды қамтамасыз ету

Модуль 8. Топография-геодезиялық және инженерлік-геодезиялық жұмыстарды өңдеуге арналған геоақпараттық технологияларды пайдалану және геоақпараттық жүйелерді игеру

Модуль 7. Топография-геодезиялық және инженерлік-геодезиялық жұмыстардың негізгі түрлерін орындау

Модуль 6. Алаңдарда және желілі құрылғыдардың инженерлік-геодезиялық жұмыстарды орындау

Модуль 5. Құрылғыларды іздестіру және құрылыс кезінде инженерлік-геодезиялық жұмыстарды орындау

Модуль 4. Геодезиялық жүрістерді және желілерді салыстыру

Модуль 3. Аэрофототопографиялық әдістермен түсірілімді орындау үшін жоспарлық-биіктік негіздемелерді құру

Модуль 2. Топографиялық-геодезиялық жұмыстардың негізгі түрлерін қолдану

Модуль 1. Пландық және биіктік негіздемені құру және топографиялық түсірілімді орындау

Алдын ала талаптар: студенттер осы модульді бастамас бұрын 3 және 4 модульдерін орындауы тиіс.

Қажетті оқу материалы:
1. Жазу дәптер;
2. Калькулятор;
3. Қарындаш;
4. Сызғыш

Кіріспе

Құрылыс кезінде жүргізілетін инженерлік-геодезиялық жұмыстар - салынып жатқан құрылстың нақты өлшемдерінің, оның қоршаған бедерге қатысты орналасуының жобаға сәйкес келуін қамтамасыз ету. Бұл мәселені шешу үшін құрылыс алаңында геодезиялық бөлу негізі құрылады,бөлу жұмыстары орындалады, жекелеген элементтерді және тұтас құрылымды монтаждау дәлдігіне геодезиялық бақылау жүргізіледі.

4.1 Бөлу жұмыстары мен түсіруді жүргізуге арналған геодезиялық негіздеме

Жеке инженерлік құрылымдардың құрылысын қамтамасыз ету үшін, сонымен қатар бірқатар ғылыми мәселелерді шешу үшін арнайы геодезиялық желілер құрылады. Іздестіру және құрылыс алаңдарында желілер түріндегі геодезиялық базаның құрылысы кезеңдер бойынша «жалпыдан нақтыға» қағидасы бойынша үлкен (нүктелер арасындағы үлкен қашықтықта) және дәлдігі жоғары конструкциялардан кішірек және дәлдігі аз құрылыстарға дейін бірнеше кезеңмен жүзеге асырылады.

Арнайы геодезиялық желілерге құрылыс алаңын бөлу желілері, ғимараттың сыртқы және ішкі туралау желілері жатады.

Торлы желілерді құру әдістері дәстүрлі де, серіктік те болуы мүмкін. Мұндай желілердің пішіні, мөлшері мен класы салынып жатқан құрылымның типімен және мөлшерімен, ғимараттар мен инженерлік желілерді құрылыс алаңына орналастырудың конфигурациясымен анықталады. Мұндай желілер үшін бастапқы нүктелер бір немесе бірнеше мөлшердегі мемлекеттік немесе қалалық геодезиялық тораптың нүктелері болып табылады.

Құрылыс алаңының туралау желісі бөлу жұмыстарын жүргізу және құрылыс кешені объектілері мен құрылыстарын ауданға шығару үшін бастапқы жоспарланған және биік негіз ретінде қызмет етеді.

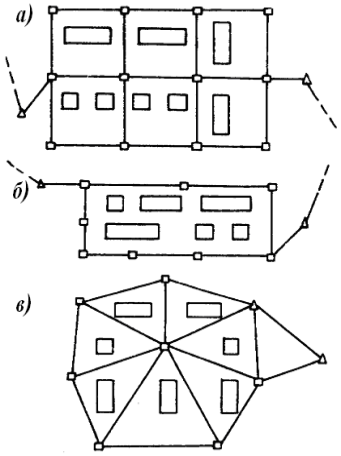
Құрылыс объектісінің жоғары нивелирлі бөлу негізінің нивелирлеу жүрісі түрінде жасалады, оның класы құрылыс алаңының көлемімен анықталады.

Құрылыс алаңының бөлу желісі құрылымның бөлу желілерін құру, ғимараттардың, жолдардың, инженерлік желілердің осьтерін шығару, атқарушылық ізденістерді қамтамасыз ету үшін қолданылады [32].

4.1 кесте - Құрылыс алаңының бөлу желісі

Құрылыс алаңын бөлу желісі	
Сыртқы құрылыс орталығы желісі	Ішкі құрылыс орталығының желісі
құрылыстың барлық кезеңдерінде, соның ішінде белгілі бір объект пен оның айналасындағы ғимараттардың деформацияларын бақылау мен бақылау жұмыстарын қоса алғанда, барлық жоспарлау жұмыстарын орындау үшін жасалған	көп қабатты үйлердің орналасу көлбеуін жоспарлау жұмыстары мен атқарушы зерттеулер жүргізу үшін жасалған. Ішкі теңестіру желісі бастапқы монтаждық жиекте негізгі фигура түрінде салынған және жоғары монтаждық жиекте құрылым тұрғызылған кезде қайталанады.

Құрылыс алаңының бөлу желісі құрылымның бөлу желілерін құру, ғимараттардың, жолдардың, инженерлік желілердің осьтерін шығару, атқарушылық ізденістерді қамтамасыз ету үшін қолданылады [32]. Құрылыс алаңының жоспарланған желілері құрылыс торы (Сурет 4.1, а), қызыл және басқа ғимараттарды реттеу сызықтары (Сурет 4.1,б), орталық жүйелер (Сурет 4.1, в) және басқа да желілер түрінде жасалады. Стандартты тораптың түрін таңдау салынып жатқан құрылымдардың пішініне, олардың орналасуына, көріну жағдайларына және т.б. Тораптың бүйірлері құрылымдардың осьтеріне параллель орналасуға бейім. Ірі құрылыс алаңдарында, ереже бойынша, бүйірлік ұзындығы 20, 50, 100 және 200м квадраттардан тұратын құрылыс торы жасалады.



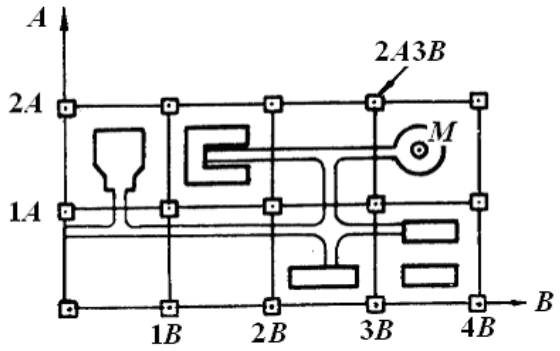
Сурет 4.1 - Құрылыс алаңының желілік сызбасы

Ірі объектілерді салу кезінде, әдетте, құрылыс алаңының жоспарланған торы ретінде құрылыс торы қолданылады.

Жердегі құрылыс торы құрылымдардың осьтеріне параллель бағытталған квадраттар немесе тіктөртбұрыштар жүйесі түрінде жасалады (Сурет 4.2).

Салынып жатқан объектілердің сипатына қарай квадраттардың немесе тіктөртбұрыштардың қабырғаларының ұзындығы 20-дан 200м дейін болуы мүмкін.

Пайдалануды жеңілдету үшін координаттар жүйесінде құрылыс торы жасалады. Координаттар жүйесінің бастауы барлық нүктелер оң координаталарға ие болатындай етіп таңдалады, бұл үшін бас сызық құрылыс торының оңтүстік-батыс шыңында орналасқан нүктеге сәйкес келеді. Абсцисса осі әдетте шартты түрде *А* әрпімен, ал ордината осі – *В* әрпімен белгіленеді. Осыған сәйкес құрылыс торының сызықтарына реттік нөмір беріледі (1А, 2А, ..., 1В, 2В, ...). Желілік нүктелердің белгіленуі олардың координаттары туралы ақпаратты қамтиды. Сонымен, 2А3В нүктесі А = 200 м. және В = 300 м. координаттарына сәйкес келеді. Сондықтан ережеге сәйкес М нүктесінің координаталары (А = 157,01 m; В = 345,96 m) 1А + 57,01 түрінде жазылады; 3В + 45.96.



Сурет 4.2 - Құрылыс торы

Құрылыс торын құру бойынша жұмыстарға жобалау, алдын-ала есептеу, нүктелер центрлерінің нақты координаттарын анықтау және нүктелерді олардың жобалық жағдайына дейін төмендету (жылжыту) кіреді.

Құрылыс торының жобалауы, әдетте, тұрақты емес, сонымен қатар уақытша құрылымдар қолданылатын құрылыс жоспары бойынша орындалады.

Құрылыс жоспары құрылыс алаңында жұмысты ұтымды ұйымдастыру үшін қажет. Бір объект үшін, тіпті бөлек құрылым үшін құрылыстың әр түрлі кезеңдеріне арналған бірнеше құрылыс пландары жасалуда. Маркшейдер құрылыс жоспарын табиғатта көрсету және геодезиялық белгілерді қою үшін орындарды таңдау үшін құрылыс пландарын пайдаланады, олардың құрылыс кезеңінде олардың қауіпсіздігін қамтамасыз етеді.

Құрылыс жоспарының мысалы 4.3-суретте көрсетілген.

Нормативтік құжаттарда орталық сызық ұғымы бар. Алайда іс жүзінде басты, негізгі, аралық немесе детальді осьтер ажыратылады.

Негізгі осьтер - бұл I және II құрылымның өзара перпендикуляр екі симметрия осі (4.4-сурет), ал негізгі осьтер құрылымның контурын құрайтын А-А, В-В, 1-1 және 2-2 сызықтары болып табылады. Аралық, немесе егжей-тегжейлі осьтер - бұл ғимараттар мен құрылыстардың жеке элементтерінің осьтері.

Сурет 4.3 – Құрылыстың бас жоспары

Геодезиялық теңестіру базасының нүктелерінен жүргізіліп, табиғаттағы құрылымның жобалауын алып тастау екі кезеңде жүзеге асырылады:

1 - негізгі туралау жұмыстары деп аталады, негізгі және негізгі осьтер шығарылады;

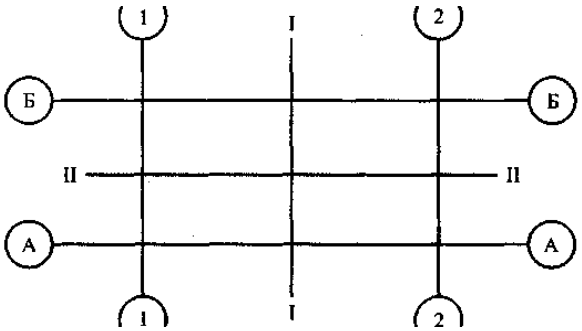
2 - құрылымның аралық (бойлық және көлбеу) осьтері сынған.

Жұмыстың соңғы кезеңі - монтаждық осьтердің бұзылуы және жобалық жағдайда технологиялық жабдықты орнатуға геодезиялық бақылау.

4.2 Бұрыштың жобалық мәнін жергілікті жерге шығару

Инженерлік құрылымды бөлу (оның жобасын табиғи түрде шығару)- бұл құрылыс-монтаж өндірісінің ажырамас бөлігі болып табылатын пландағы және биіктіктегі болашақ құрылымның орнын анықтау үшін геодезиялық жұмыстар кешені.

Сондықтан жоспарлау жұмыстарын ұйымдастыру мен технологиясы толығымен құрылыс кезеңдеріне байланысты.



Сурет 4.4 - Құрылымдардың осьтері

Дайындық кезеңінде пландық және биіктікте тиісті дәлдіктегі геодезиялық туралау базасы құрылады, осы базаның нүктелерінің координаттары мен белгілері анықталады.

Содан кейін оны табиғатқа беру үшін жобаның геодезиялық дайындығы жүргізіледі.

Құрылымдардың тікелей бұзылуы үш кезеңде жүзеге асырылады. Бірінші кезеңде негізгі туралау жұмыстары орындалады. Геодезиялық базалық нүктелерден алынған мәліметтер бойынша негізгі немесе негізгі туралау осьтерінің орналасуы бедернде кездеседі және бекітілген.

Екінші кезеңде, іргетастарды салудан бастап, құрылымдардың құрылыстық бөлшектеу бұзылуы жүзеге асырылады. Негізгі және негізгі осьтердің бекітілген нүктелерінен жеке құрылыс элементтері мен құрылым бөліктерінің бойлық және көлбеу осьтері бөлініп, сонымен бірге жобалық биіктіктердің нивелирін анықтайды.

Егжей-тегжейлі бұзылу негізгі осьтердің бұзылуына қарағанда анағұрлым дәлірек жасалады, себебі ол құрылым элементтерінің салыстырмалы орналасуын анықтайды, ал негізгі осьтердің бұзылуы құрылымның тек өзінің бағдарындағы жалпы жағдайы болып табылады.

Үшінші кезең - жабдықтың технологиялық осьтерінің бұзылуы. Бұл кезеңде ең үлкен дәлдік қажет (кейбір жағдайларда миллиметрдің фракциялары) [33].

Өзінің мәні бойынша геодезиялық бөлу жұмыстары Топографиялық түсіруге кері процесс болып табылады. Топографиялық түсіру кезінде жағдайдың және бедернің сипатты нүктелері жергілікті жерден планға аударылады; бөлу процесінде, керісінше, топографиялық планда жобаланған құрылыс жергілікті жерге көшірілуі тиіс

Құрылымның орналасуының алдында оның негізгі және негізгі осьтерін дұрыс орналастыру үшін қажет болатын, оның жобасын геодезиялық дайындау тиіс. Төменде инженерлік құрылымдардың жобаларын жоюдың екі жағдайының сипаттамасы берілген.

4.2.1 Геодезиялық бөлу жұмыстарының дәлдігі

Бірінші кезеңде туралау жұмыстарының дәлдігі салыстырмалы түрде төмен, жердегі құрылымдардың орналасуын бірнеше сантиметрлік қателіктермен анықтауға болады. Егжей-тегжейлі бұзылуды құрылымның жеке элементтері арасындағы қатаң геометриялық байланысты қамтамасыз ете отырып, үлкен дәлдікпен орындау тиіс. Рұқсат етілген қателіктердің мәні құрылымның түріне, оның тағайындалуына, ол салынған материалға және жұмыстың технологиясына байланысты анықталады.

Ауытқулардағы қателіктер СНжЕ (құрылыс нормалары мен ережелері) белгілеген құрылысқа төзімділіктен аспауы тиіс [34].

Егер негізгі осьтерді жердегі орташа квадраттық қателіктермен 3-5 см, ал кейде одан да үлкенірек анықтауға болатын болса, онда егжей-тегжейлі осьтер орташа квадраттық қателіктермен 2-3мм немесе одан да дәлірек бөлінеді.

Құрылысқа төзімділікті стандартты қателікке үш есе тең шекті қателік ретінде қарастыруға болады.

$$\Delta = \pm 3m. \tag{4.1}$$

М мәні үш факторға байланысты: геодезиялық өлшеулер қателіктері $m_г$, құрылыс-монтаж жұмыстары $m_с$ және $m_т$ технологиялық есептеулер :

$$m = \sqrt{m_г^2 + m_с^2 + m_т^2}. \tag{4.2}$$

Егжей-тегжейлі бұзылуының қателігі құрылымдардың позицияларының шектен ауытқуына төзімділік мәнінің 20% аспауы тиіс.

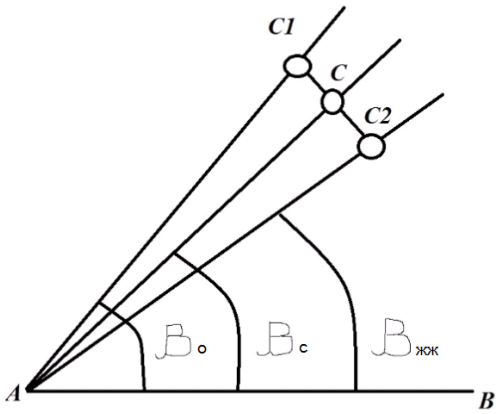
4.2.2 Бұрыштың жобалық мәнін жергілікті жерге шығару

Жоба бұрышын бедерге ауыстыру әдісін таңдау қолданылатын теодолиттің дәлдігіне және жердегі жобалау бұрышын салу дәлдігіне қойылатын талаптарға байланысты.

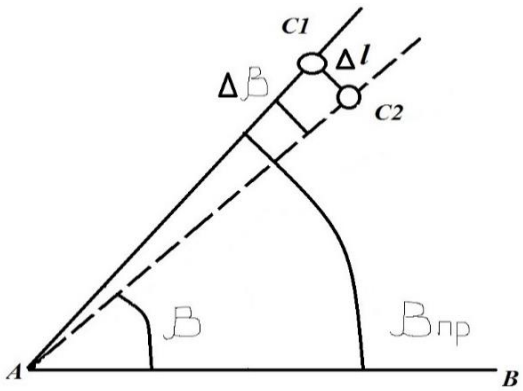
Бұрышты құру теодолиттің дәлдігіне сәйкес келетін дәлдікпен орындалуы қажет болған жағдайда жұмыстар мынадай тәртіппен орындалады.

Жердегі АВ сызығының А нүктесінің үстіне теодолит орнатып, алидад нөлін лимб нөлімен біріктіріңіз; алидадты бекітіп, лимбты шешіп, визуалды құбырды *В нүктесіне бағыттаңыз.* Содан кейін алидад алынып тасталады және лимбаға βп жобалық бұрышының мәні қойылады. Жергілікті жерде көру дүрбісінің көруқ сызығының бағыты *С1 нүктесімен бекітіледі.* Аспаптық қателіктерді болдырмау үшін құбыр зенит арқылы аударылады және сол жолмен βл жобалық бұрышы екінші рет кейінге қалдырылады (С2 нүктесі).

Ауданның βпр бұрышының жобалық мәні ретінде C1AC2 бұрышының AB және AC биссектрисасының бастапқы бағытымен құрылған бұрыш алынады (Сурет 4.5). Жоғары дәлдікпен, яғни теодолиттің дәлдігінен асатын дәлдікпен жерге бұрыш салу үшін бұрыш жоғарыда қарастырылған тәсілмен алдын-ала салынған. Және оны қажетті дәлдікпен бірнеше әдіспен өлшеңіз, оның нақты β мәнін анықтау, ол жобалық $\beta_{жж}$-ден $\Delta\beta=\beta-\beta_{жж}$ (4.6-сурет) шамасына дейін өзгереді.



Сурет 4.5 - Бұрышты қалыпты дәлдікпен салу



Сурет 4.6 - Жоғары дәлдікпен бұрыш құру

C_2 нүктесінің A бұрышының төбесіне қатысты қашықтығын біле отырып, Δl түзетудің сызықтық мәнін есептеңіз :

$$\Delta l = \frac{\Delta\beta'' \times d}{\rho''}, \qquad (4.3)$$

мұндағы d - A және C2 нүктелері арасындағы қашықтық, м;

ρ"=206265".

C2 нүктесін қалыпты түрде Δl_{AC2} сызығына жылжытып, жердегі бұрыштың жобалық мәнін алыңыз.

Мысал. Егер алдын-ала салынған бұрыш 45°14'15" болса, 45°15'10"бұрышын тұрғызыңыз. Түзетудің сызықтық мәні Δld=100,00 м тең болады

$$\Delta l = \frac{\Delta\beta'' \times d}{\rho''} = \frac{(45°15'14'' - 45°15'10'') \times 100}{206265''} = 0{,}027 \text{ м}.$$

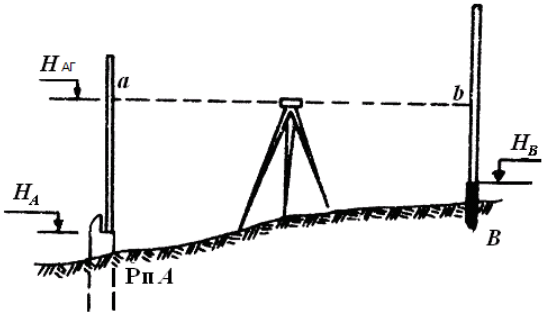
Осылайша, C_1AB бұрышының жобалық мәнін алу үшін алдын ала алынған C2 нүктесін нормаль бойынша AC2 бұрышының бүйіріне 27 мм бұрыштың ұлғаюына қарай жылжыту қажет.

4.2.3 Жобалау белгілері бар нүктелерді шығару

Жобалық белгілері бар нүктелерді анықтау үшін геометриялық, тригонометриялық және гидростатикалық нивелирлеу әдістері қолданылады. Құрылыста жоғары дәлдік пен іске асырудың қарапайымдылығы бар геометриялық нивелирлеу әдісі кеңінен қолданылады. Тригонометриялық нивелирлеу әдісі онша дәл емес, бірақ бұл әдіс биіктіктерді монтаждау көлбеуіна тезірек жібере алады. Құрылыстағы гидростатикалық нивелирлеу, әдетте, жабдықты орнатуға арналған белгілерді белгілеу кезінде, шамадан тыс аз болғанда және биіктік сызбасының дәлдігіне жоғары талаптар қойылған кезде қолданылады [32].

Жобалық белгілері бар нүктелерді геометриялық нивелирлеу әдісімен салу екі жолмен жүзеге асырылады: дедукция және редукция.

В нүктесін бедерге жобалық биіктікте H_B орналастыру қажет болсын (Сурет 4.7). Осы тапсырманы орындау үшін В нүктесі мен А эталоны арасындағы нивелирді шегеру арқылы H_A белгісімен орнатыңыз. Эталон бойынша штатты оқып шығыңыз және $H_{АГ} = H_A + a$ құралының жиегін табу қажет. Таяқшаның ұшы $b = H_{АГ} - H_B$ жобалық нивелирінде болатын В нүктесіндегі тақтайша бойынша b есебін анықтайды. Содан кейін таяқша В нүктесінде оның бойындағы көрсеткіш есептелген b мәніне тең болатындай етіп орнатылады. Б нүктесінде алдын ала соғылған қазықта, тақтайшаның өкшесінің астында қалаған нүктенің биіктік позициясы қарындашпен бекітіледі.



Сурет 4.7 - Геометриялық нивелирлеу әдісімен артығын салу

Құрылымдық элементтерді жинау және жабдықты орнату кезінде төмендету әдісі қолданылады. Бұл жағдайда ортасынан нивелирлеу арқылы *В* нүктесінің *эталоннан* нақты асып кетуі табылып $h_{\text{шынайы}} = a - b$ жобалық артықпен салыстырылады $h_{жж} = H_B - H_A$. В нүктесінде, қалыңдығы

$$\Delta = h_{\text{жж}} - h_{\text{шынайы}}, \tag{4.4}$$

төсеніштің жоғарғы жағы көрсетілген биіктікте болады.

S нивелирден тақтайшаға дейінгі қашықтық формулаларда метрмен аударылады. Көрнекі сәуленің оңтайлы ұзындығы-25 м.

Шығару әдісінің дәлдігі бөлінген нүктенің биіктігін бекіту әдісіне байланысты: шұңқырды жобалық нивелирге дейін ұрған кезде, бекіту қателігі 2-4 мм, тақтайшаның (өкшенің) белгісімен сызылған кезде – 1 мм, бұрандалы болтты бұраған кезде – 0,1-0,5 мм.

Тригонометриялық нивелирлеу кезінде асып кетулер есептелген қашықтық пен көлбеу бұрышы бойынша есептеледі:

$$h = s \times \sin\alpha + i - \upsilon + f = d \times \mathrm{tg}\alpha + i - \upsilon + f, \qquad (1.32)$$

Мұндағы s және d - көлбеу қашықтық және сәйкес көлбеу қолдану;

α - көлбеу бұрышы;

i, υ - аспаптың биіктігі және көздеу нысаны;

f - жердің қисаюы мен сынуының толық түзетуі.

Көлбеу қашықтықты әдетте теодолитпен немесе жалпы станциямен өлшейді, ал көлбеу арақашықтықты өлшеу құралдарымен өлшеу арқылы алады. Көлбеу бұрышы орташа квадраттық қателіктерден 2-3″(теодолит типі Т2) және 5′ (теодолит Т5К типі) бойынша өлшенеді.

Тригонометриялық нивелирлеу әдісін қолданған кезде теодолит I туралау торының нүктесінен биіктігін жоғары дәлдікпен білу қажет. Аспаптың биіктігін рулетка арқылы тікелей өлшеуге немесе нивелир мен таяқшаны пайдаланып жанама түрде анықтауға болады.

Жанама әдіс бойынша, теодолит орнатылатын үзіліс желісінің А нүктесінен (Сурет 4.8) 2-3 м қашықтықтағы мөлшерде жылжытылады немесе тұрақты К нүктесі таңдалады. Нивелирлеу және итарқа көмегімен А нүктесі мен К нүктесі арасындағы сағ артық өлшенді. Содан кейін жоғарыда келтірілген А элементі теодолит қорғасын құбырын көлбеу қалыпта орнатады (тік бұрышы нөлге тең) және К нүктесінде орнатылған тақтайшадағы b есебін жүргізеді. Сонда теодолиттің I биіктігін мына өрнек арқылы алуға болады:

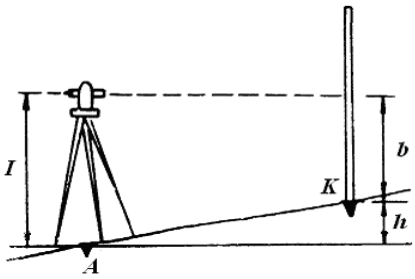
$$I = b + h, \qquad (4.5)$$

мұндағы b - қызметкерлер оқитын,

h - артық

Биіктігін жанама әдіспен анықтаудағы қателік 0,3-0,5 мм құрайды.

Гидростатикалық нивелирлеу биіктіктерді 0,01-0,05 мм қателікпен (дәлдік нивелирін пайдаланып) және 1-2 мм (техникалық нивелирді қолдану арқылы) қамтамасыз етеді. Бірінші жағдайда есептелген асып кетудің ауқымы тек $\pm$25 мм құрайды.



Сурет 4.8 - Теодолиттің биіктігін анықтаудың жанама әдісі

Гидростатикалық нивелирлеу кезінде аспаптар мен түтікшені жылу көздері мен желдету арналары, күн сәулесі тікелей түсетін жерлерге қоймаңыз және түтіктерді өлшеу бастары нивелиріне орындалады.

4.2.4 Бөлу сызбасы

Жобаны геодезиялық дайындау нәтижелері бөлу сызбаларында көрсетіледі (Сурет 4.9). Бөлу сызбасы негізгі құжат болып табылады, оған сәйкес бөлу жұмыстары табиғатта орындалады [35].

Ол 1:500-1:2000 масштабында жасалады, кейде құрылымның немесе оның элементтерінің күрделілігіне байланысты үлкенірек болады. Бөлу сызбасында шығарылатын ғимараттар мен құрылыстардың контурлары; олардың өлшемдері; бөлу жүргізілетін бөлу негізінің пункттері; мағыналарына сызбада тікелей белгіленетін бөлу элементтері көрсетіледі.

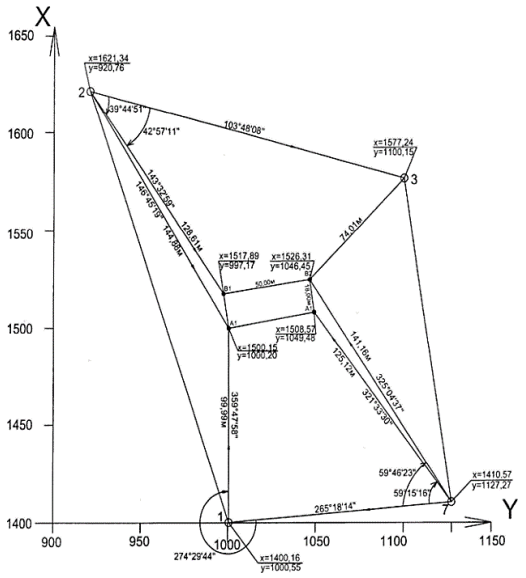
Кейде бөлу сызбасында қабылданған жүйеде бастапқы нүктелердің координаталарының мәндері, шығыс жақтарының ұзындығы мен бағыттаушы бұрыштары, бастапқы реперлердің белгілері және жобаны геодезиялық дайындау үшін қолданылатын басқа мәліметтер көрсетіледі. Бұл деректер бөлу процесінде және ол аяқталғаннан кейін бақылауға қызмет ете алады.

4.3 Өнеркәсіптік құрылыстарды салу кезіндегі геодезиялық жұмыстар

Өнеркәсіптік кәсіпорындар дегеніміз - белгілі бір өнімдерді шығаруды және шығаруды қамтамасыз ететін құрылымдар кешені. Оған кіретін өндірістік ғимараттар өндірістік деп аталады.

Оларға мыналар жатады:

- белгілі бір технологиялық процесс жүргізілетін мамандандырылған ғимараттар;
- энергетикалық,және басқа қондырғылардың байланысты ғимараттары;
- қоймалар, оның ішінде механикаландырылған;
- жер асты және жер үсті коммуникациялары және т.б.



Сурет 4.9 - Макет сызбасы

Ғарыштық жоспарлау және жобалық шешімдері бойынша өндірістік ғимараттар мақсатына, технологиялық процестердің орындалу реттілігіне, жабдықтың орналасуы мен өлшемдеріне және т.б. байланысты әр алуандығымен ерекшеленеді.

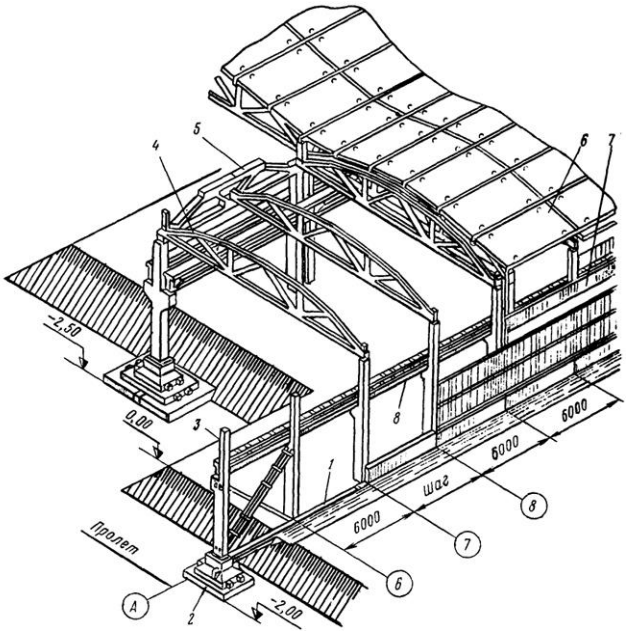
Өндірістік ғимараттар бір қабатты және көп қабатты, бір аралықты және көпқабатты ғимараттар ретінде жобаланған. Жобалау бойынша олар көбінесе рамалық, едендердің көтергіш элементтері үлкен сәулелер немесе фермалар түрінде болады [36]. Әдетте, өндірістік ғимараттар көтергіш механизмдермен - көпірлі немесе портты крандармен жабдықталған. Мұнда бір қабатты рамалық ғимараттың негізгі құрылымдық элементтері келтірілген (Сурет 4.10). Бағандар ғимараттың бойлық және көлбеу туралау торына сәйкес орналастырылған. Сонымен қатар, бойлық осьтер арасындағы қашықтық аралық деп аталады, ал көлбеулер арасындағы бағандар жүрісі. Бағандар іргетастарға орнатылады. Бағаналардың бойлық байланысы фермалар мен іргетас арқалықтарының көмегімен, көлбеу байланыс - фермалар көмегімен жүзеге асырылады. Төбелер мен қабырғалар панельдерден салынған. Көпірлі кран жабдықтары кран арқалықтарымен тіреледі.

Құрылысқа арналған орынды таңдау және басқа инженерлік іздеулермен ұштастыра жобалық және жобалық құжаттаманы әзірлеу үшін құрылыс алаңының табиғи және техногендік жағдайларын бағалау үшін әртүрлі геодезиялық мәліметтерді ұсына отырып, инженерлік-геодезиялық іздестіру жұмыстары жүргізіледі.

Инженерлік-геодезиялық зерттеулерге мыналар жатады:

– қолданыстағы топографиялық және басқа пландарды, сондай-ақ құрылыс объектілерінің ықтимал орналасу аймақтары үшін геодезиялық желілер туралы деректерді жинау және талдау;

– геодезиялық базаны құру (анықтамалық, пландық-биіктік түсіру және арнайы желілер);



1, 6 - панельдер; 2 - іргетас; 3 - баған; 4 - арқалық фермасы; 5 - шатыр фермасы; 7 - кран арқалығы; 8 - іргетас сәулесі

Сурет 4.10 - Бір қабатты өндірістік ғимараттың құрылымдық элементтері

– құрылыс алаңдарының топографиялық және басқа да түсіруі, оның ішінде жер асты коммуникацияларын түсіру;

– топографиялық карталар мен пландарды жаңарту;

– инженерлік іздестірудің басқа түрлерін геодезиялық қамтамасыз ету;

– қауіпті табиғи және техногендік зерттеулер бойынша геодезиялық жұмыстар

– процестер, жер бетінің деформациясы, ғимараттар мен құрылыстардың негіздері.

Жиналған материалдардың негізінде жағдайлық пландар жасалады, құрылыс алаңын орналастыру нұсқаларының топографиялық сипаттамасы, бұл учаскенің орналасуын түпкілікті таңдауға әсер ететін факторлардың бірі.

Өнеркәсіптік кәсіпорын құрылымдарын салу кезінде үлкен көлемдегі геодезиялық жұмыстар орындалады. Жобаны табиғатта жүзеге асыру үшін орталық желі құрылды. Орталық тораптың нүктелерінен ғимараттардың, құрылыстардың, инженерлік коммуникацияның негізгі және негізгі осьтері алынады. Егжей-тегжейлі бұзылу кезінде жеке құрылымдық элементтердің орны алынып тасталған және бекітілген негізгі осьтерден анықталады. Бұдан басқа, олар технологиялық жабдықты орнатуға арналған іргетастардың, ендірілген және тірек бөлшектердің бұзылуын жүзеге асырады. Өнеркәсіптік кәсіпорын салу процесінде өндіріс процесін қамтамасыз ететін

технологиялық жабдықты монтаждау кезіндегі геодезиялық жұмыстар ерекше орын алады [37].

Бұл жұмыстардың әдістемесі мен дәлдігі көптеген факторларға байланысты, олардың негізгілері жабдықтың пішіні, өлшемдері және конструктивті ерекшеліктері, сонымен қатар олардың элементтерінің өзара орналасуына қойылатын талаптар.

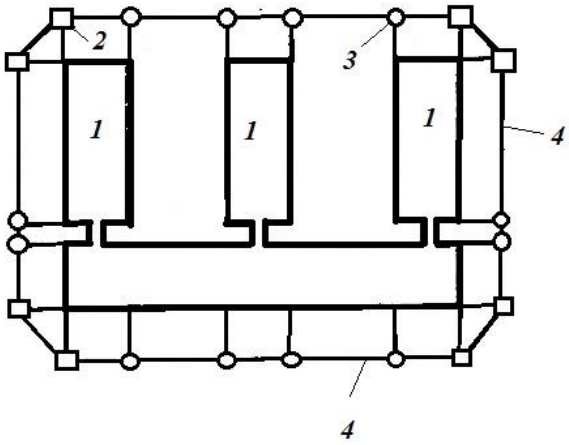
Бөлу негізі, ереже бойынша, төртбұрыштардың бүйірлік ұзындығы 100-200м геодезиялық құрылыс торы түрінде жасалады. Тордың координаталық осьтері құрылымдардың негізгі осьтеріне қатаң параллель. Құрылыс торы өнеркәсіптік кәсіпорынның бас жоспары бойынша ғимараттар мен құрылыстардың бүкіл кешенінің орналасуын ескере отырып, оның минимумға дейінгі нүктелері құрылыс жұмыстары аймағына түсіп, құрылыс процесінде жоғалып кетпейтіндей етіп жасалған.

Ғимараттарды, құрылыстарды байланыстыруды жобалаушы, әдетте, құрылыс торының тікбұрышты координаталық жүйесінде береді, сондықтан оны жобалауға болады, бірақ тек бас жоспар бойынша. Маркшейдер әрқашан координаттарды қайта есептей алады және сәйкесінше құрылыс (жобалаушы ұсынған) жүйесінен геодезиялық: мемлекеттік немесе жергілікті, құрылыстың белгілі бір аймағында қолданылатын жүйелік байланысын қайта есептей алады. Ол үшін жер бетінде кем дегенде екі нүктенің координаттары шығарылып, геодезиялық жүйеге байлануы тиіс, олардың орналасуы бас пландағы кез келген тор нүктелерімен сәйкес келеді. Мұны бүкіл құрылыс алаңын жерге орналастыру үшін қажетті дәлдікпен жасау тиіс, яғни дәстүрлі түрде. Жердегі геодезиялық жерге тұйықталуға келетін болсақ, оны құрылыс торымен бірдей тығыздықта салуға болады, бірақ олардың геодезиялық жұмыстардың барлық түрлерін орындау кезінде олардың ұзақ мерзімді қауіпсіздігі мен қолайлылығын қамтамасыз ететін пункттердің осындай орналасуымен. 4.11-суретте өндірістік ғимараттың сыртқы геодезиялық рамасының мысалы келтірілген. 4.12-суретте ішкі геодезиялық деректер кестесінің орналасу үлгісі көрсетілген.

Ірі өндірістік алаңдардағы биік биіктік негізі III класты нивелирлеу полигондары түрінде дамиды, IV класс нивелирлік қозғалыстармен қалыңдатылған. Құрылыс торы болған жағдайда, нивелирлеу қозғалыстары оның нүктелеріне қойылады.

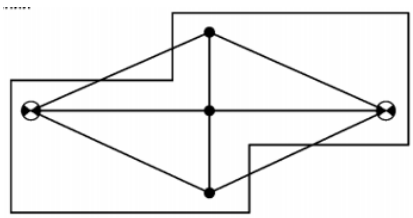
Өнеркәсіптік ғимараттардың негізгі осьтерін геодезиялық орналастыру және бекіту, іргетастардың егжей-тегжейлі орналасуы және құрылыс конструкцияларын монтаждау бірдей тәсілдермен, біріздiлікпен және дәл сол сияқты азаматтық ғимараттарға қойылатын дәлдік талаптарымен орындалады.

Технологиялық жабдықты монтаждау кезіндегі геодезиялық жұмыстың айрықша ерекшелігі - белгілі бір мәселені шешу үшін арнайы әзірленген стандартты емес құрылғыларды пайдалану және технологиялық жабдықты орнату дәлдігіне жоғары талаптарды қамтамасыз ету (1,0-ден 0,05 мм дейін) [38].



1 - ғимарат; 2 - негізгі орталық белгі; 3 - жетекші орталық белгі; 4 - жүрістің орталық жағы

Сурет 4.11 - Сыртқы геодезиялық базаның сызбасы



- осьтік белгімен тураланған қабырғалық белгі;
- тұрақты осьтік белгілер

Сурет 4.12 - Ішкі геодезиялық базаның сызбасы

4.3.1 Кранасты жолдарын бөлу және тексеру

Көпір крандары әртүрлі өнеркәсіптік кәсіпорындарда жүк көтеру-тасымалдау операцияларын механикаландырудың негізгі құралдары болып табылады. Олардың көмегімен ауыр машиналар мен бөлшектер көтеріліп, тасымалданады және орнатылады.

Көпір краны теміржол немесе арнайы тақтайша түрінде кран жолдары арқылы қозғалатын доңғалақтардағы металл көпірден тұрады.

Жүкті көтеру және оны көпір бойымен жылжыту жүк арбасымен жүзеге асырылады. Тақтайшаларды кран арқалықтарына бекіту, әдетте, жылжымалы болады, осы тақтайшаларды төсеу кезінде және пайдалану кезінде оңай және тез жылжуға мүмкіндік береді. 4.13-суретте көпір краны бар кран жолдарының схемасы көрсетілген, кран жолдары - сұр түспен, көпір краны - қызғылт сары түспен көрсетілген [38].

Сурет 4.13 - Көпірлі кранмен кранның ұшу-қону жолақтары

Көпір крандарының қалыпты жұмысы көбінесе кран жолдарының геометриясына қойылатын техникалық талаптардың сақталуына байланысты. Олардың негізгілерін атап өтейік. Тақтайша жіптерінің әрқайсысы тік және көлбеу болуы керек. Тақтайшалардың екі жіптері параллель болып, бір көлбеу жазықтықта орналасуы және көпір кранының ұзындығына сәйкес келетін бір-бірінен қашықтықта болуы тиіс.

Көпірлі кранның тақтайша жолдарын төсеу және оларды пайдалану кезінде мынадай негізгі талаптар сақталуы тиіс:

– тақтайшаның тік сызықтан ауытқуы төсеу кезінде 15 мм және пайдалану кезінде 20 мм артық болмауы тиіс;

– тіректердегі бір көлбеу қимадағы тақтайшалар бастиектері белгілерінің айырмасы төсеу кезінде 15 мм және пайдалану кезінде 20 мм артық болмауы тиіс;

– көршілес бағаналардағы тақтайша бастиектері белгілерінің айырмасы төсеу кезінде 10 мм және пайдалану кезінде 15 мм артық болмауы тиіс;

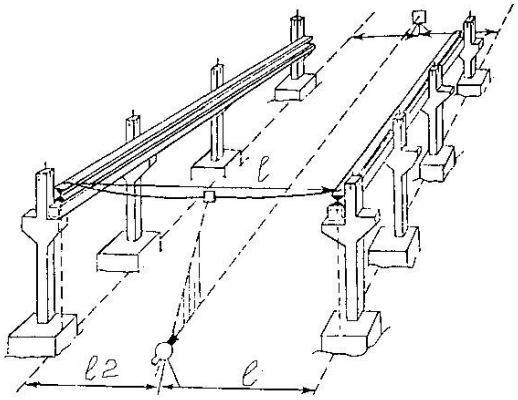
– тақтайшалар арасындағы қашықтықтың ауытқуы төсеу кезінде 10 мм және пайдалану кезінде 15 мм артық болмауы тиіс;

Көпірлі крандарға геодезиялық қызмет көрсету құрылыс процесінде кран асты жолдарын монтаждаумен байланысты жұмыстармен ғана шектелмейді. Крандарды пайдалану кезінде кран жолдарының жағдайына жүйелі бақылау жүзеге асырылады. Бұл кран жолдарының геометриялық параметрлерінің өзгеруіне байланысты кранның күштік жүктемелерінің, іргетастар мен тірек бағандарының тұнбасы, кран арқалықтарының деформациясы, тақтайшаның тозуы, оны бекіту бөлшектері және т.б. байланысты жасалуы керек.

Кран жолдарының еденнен салыстырмалы түрде жоғары орналасуы оларды орнату және тексеру кезінде геодезиялық жұмыстардың ерекшеліктерін анықтайды.

Кран жолдарының жолтабанының еніне және жұмыс жүргізу жағдайларына байланысты тақтайша осьтерін бөлудің және тақтайшаларды монтаждау көкжиегіне көшірудің әртүрлі нұсқалары мүмкін.

Егер жолтабанның ені өлшеуіш аспаптың ұзындығынан аспаса, онда тақтайша жіптерінің бірінің осі оған перпендикуляр бойынша тақтайша осі мен аралық осі арасындағы l/2 жобалық арақашықтықты аралық осінен (4.14-сурет) шөгу жолымен төменде бөлінеді. Ось нүктелерін бөлу кран жолының басында және соңында, сондай - ақ оның бойымен кемінде 50-60 м сайын жүзеге асырылады. Осьтік нүктелер мықтап бекітіледі. Осылайша алынған ось (сәуленің осі сияқты) монтаж горизонтына шығарылады және сәуленің үстіндегі немесе бағандардағы арнайы кронштейндерге нүктелермен бекітіледі. Егер өлшеу құралының ұзындығы мүмкіндік берсе, тақташаның екінші жіптерінің осі кран жолдарының жолағының еніне сәйкес келетін қашықтықты кейінге қалдырып, бағандардың екінші қатарына бекітіледі.



Сурет 4.14 - Кран жолы тақтайшалары осьтерінің бұзылу сызбасы

Мәжбүрлі жағдайларда (бөрене көріністі жапқанда) төменде тақтайшаның осьіне параллель және 10-15 см жылжытылған сызық бөлініп, бекітіледі. Жоғарғы жағындағы тақтайша осьінің жобалық позициясы қабылданған ығысу шамасын ескере отырып табылған.

Тақтайша осьін төменде бекітілген осьтік нүктелерден жоғарыға шығару тік сызықтармен, теодолиттермен және оптикалық тік жобалау құрылғыларымен жүзеге асырылады.

Кейде жобалық өлшемдерді бағандардың осьтік сызықтарынан тақтайшаның осіне дейін орналастыра отырып, тақтайшаның бір жіптерінің осін тікелей жоғарғы жағына бөлуге болады.

Жолдардың түзілуін тексеру үшін әртүрлі лазерлік құрылғылар қолданылады. Лазер сәулесі қалқаны орнатылады, оның ауытқуы көзбен, фототіркеу құрылғысымен немесе өнеркәсіптік теледидар қондырғысын қолдана отырып өлшенеді. Ауытқуларды визуалды тіркеу үшін тақтайшаның басына координаталық торы бар экран орнатылады, ол арқылы тақтайшаның осіне қатысты лазерлік дақ орталығының орны бекітіледі. Теледидар қондырғысын пайдалану теледидар кескіні арқылы визуалды өлшеулерді қашықтықтан жүргізуге мүмкіндік береді.

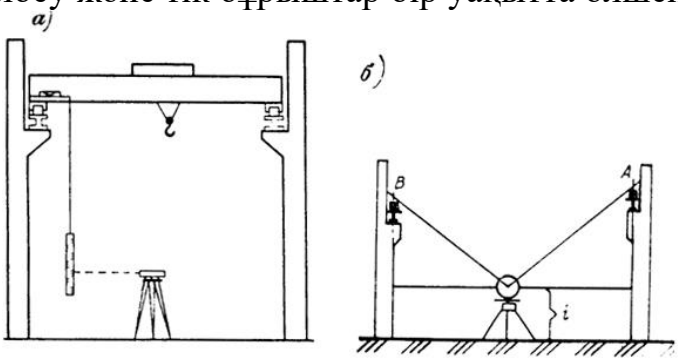
Кран жолдарын түсіруге арналған әртүрлі автоматты жүйелер жасалды. Бұл жүйелердің негізі лазерлік құрылғылар мен фотоэлектрлік тіркеу

құрылғылары болып табылады. Әдетте, автоматты жүйелер көпірлі кранға орнатылады және өлшеу нәтижелері кранның қозғалысы кезінде бекітіледі [38].

Тақтайшалардың биіктік жағдайын анықтау үшін геометриялық, тригонометриялық және гидростатикалық нивелирлеу қолданылады. Геометриялық нивелирлеу кезінде нивелир кранға орнатылады (бағандардың арнайы кронштейндерінде немесе егер оның ені мүмкіндік берсе, кран арқалығында). Жұмысты қауіпсіз жүргізу үшін нивелир еденге орналастырылуы мүмкін. Нивелирді еденге орнату кезінде өлшеулер көпірлі кранға ілінген рейка бойынша орындалады (Сурет 4.15, а). Тақтайша - тақтайшаның жоғарғы бетімен көлбеу орнатылған штанганың көмегімен байланысты.

Тақтайшаның орнына соңында жүктемесі бар рулетка қолданылады. Нивелирлеу процесінде кран бір анықталған нүктеден екіншісіне ауысады.

Тригонометриялық нивелирлеу әдісі жолдарда нивелир мен тақтайшаны орнату қиын болған кезде және тақтайшаның жоспарланған орны тікелей бұрыштық сериямен анықталған кезде қолданылады. Станцияда (Сурет 4.15, б) көлбеу және тік бұрыштар бір уақытта өлшенеді.



Сурет 4.15 - кранның ұшу-қону жолағының тақтайшаларінің биіктік жағдайын анықтау сызбалары: *а* - көлбеу бұрыштарды өлшеу, *б* - тік бұрыштарды өлшеу

Кран жолдарын түсіру нәтижелері арнайы атқарушы сызбаларда көрсетіледі.

4.3.2 Мұнара түріндегі құрылыстарды салу кезіндегі геодезиялық жұмыстар

Мұнара түріндегі құрылыстар да өнеркәсіптік құрылымдарға жатады.

Мұнара түріндегі өнеркәсіптік құрылымдарға:

– қазандық электр станциялары мен зауыттардан, химиялық кәсіпорындардан және т.б. газдарды шығару үшін қолданылатын түтін құбырлары кіреді.

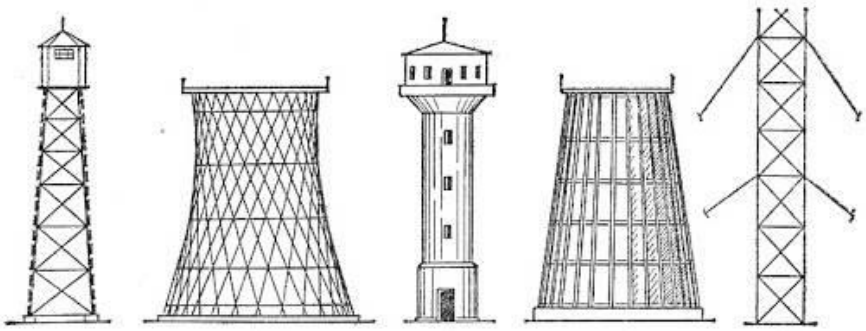
– суды салқындатуға арналған градирнялар;

– байланыс құрылыстары, оның ішінде радио-телевизиялық мұнаралар;

– түйіршіктік мұнаралар мен ректификациялық бағаналар-химия өнеркәсібінің қондырғылары;

– шахта оқпандарының үстінен көмір, жыныс көтеру және адамдарды, материалдарды, жабдықтарды түсіру үшін салынатын копр-мұнаралар;

– су резервуарын белгілі бір биіктікте орнату үшін пайдаланылатын су мұнаралары (Сурет 4.16).



Сурет 4.16 - Мұнара типіндегі құрылымдар

Мұнара түріндегі құрылыстардың тән ерекшелігі-базаның салыстырмалы түрде кішкентай ауданы бар үлкен биіктік. Мысалы, Останкино теледидар мұнарасының биіктігі 540 м, ал іргетас плитасының диаметрі 60 м. Темірбетон мұржаларының биіктігі 400 м, металл - 320 м жетеді. Мұнаралы темірбетон мұнаралары биіктігі 160 м дейін, мұнаралы копра 110 м дейін салынған.

Мұнара түріндегі биік ғимараттардың әртүрлілігі құрылымның құрылымдық ерекшеліктеріне және оның параметрлеріне, қолданылатын материалдарға және құрылыс алаңының сипаттамаларына байланысты оларды салудың көптеген әдістерінің дамуына алып келеді. Базадағы үлкен қысым, жел және жылу әсерлері мұнара құрылысын салу кезінде ескеруді қажет ететін деформацияларға әкеледі [38].

Барлық белгіленген ерекшеліктер мұнара түріндегі құрылыстарды салу кезінде геодезиялық жұмыстардың ерекшеліктерін анықтайды.

Осындай жұмыстарға:

– оның пункттерінен барлық геодезиялық бөліністер орындалады және құрылыс-монтаждау жұмыстарын орындау кезінде құрылыстың геометриялық параметрлеріне бақылау жүзеге асырылатын арнайы геодезиялық негіздемені құру;

– құрылысты салудың қабылданған әдісінде пайдаланылатын монтаждау жабдығы мен көтергіш құрылғыларды жинау мен орнатудың дәлдігін қамтамасыз ету және олардың жағдайын бақылау;

– конструкциялық элементтерді жобалау жағдайына орнату

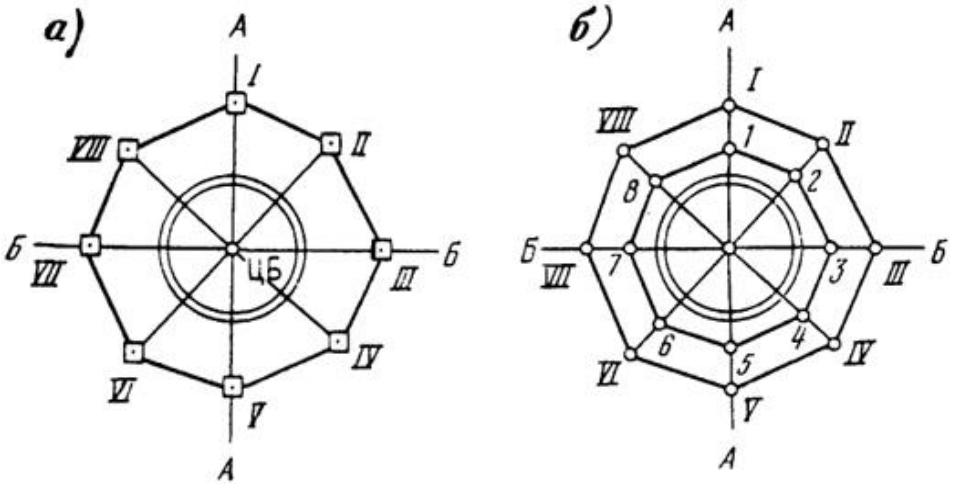
белдіктердің, сақиналардың, ярустардың геометриялық пішіні мен оның осінің тік болуын қамтамасыз ету;

– құрылыс-монтаж жұмыстарын орындау дәлдігіне олардың әсерін азайту үшін уақтылы шаралар қабылдау үшін құрылымның деформацияларының сипатын анықтау және зерттеу кіреді.

Мұнара түріндегі құрылыстарды салу үшін пландық геодезиялық негіздеме әдетте екі саты түрінде жасалады: тірек желісі және жұмыс істейтін технологиялық негіз. Біріншісі құрылыс басталғанға дейін, екіншісі нөлдік цикл аяқталғаннан кейін жасалады.

Тірек желісі орталықтың орналасуын және құрылымның негізгі осьтерін бөлуге, оның деформациясы мен тербелістерін бақылауға, атқарушы суретке түсіруге қызмет етеді. Қолдау желісі, әдетте, мұнара құрылысының сыртқы желісі болып табылады.

Қысқа мерзімде салынып жатқан салыстырмалы түрде төмен мұнара құрылыстары үшін шеңбер бойымен біркелкі орналасқан I, ..., VIII тармақтар (Сурет 4.17, а), оның ішінде А-А және Б-Б негізгі осьтерінде геодезиялық негіз ретінде қызмет ете алады. Мұндай желіні құру үшін құрылыс алаңын геодезиялық негіздеудің жақын нүктелерінен мұнара құрылысының орталығы табиғи түрде шығарылады. Орталыққа қатысты тиісті осьтер бөлінеді және осы осьтерде жобаланған қашықтықта тұрақтылығы жоғары белгілер бекітіледі.



Сурет 4.17 - Мұнара құрылыстарын салуға арналған тірек желісінің сызбалары: *а* - біркелкі орналасқан нүктелер, *b* - әр түрлі радиустағы шеңберлерде орналасқан нүктелер

Нүктелердің координаттары триангуляция, трилатерация және сызықтық-бұрыштық құрылымдармен анықталады.

Биік, конструктивті күрделі және ұзақ салынып жатқан мұнара құрылыстары үшін тірек желісі әртүрлі радиустың шеңберлерінде орналасқан нүктелер жүйесі түрінде жасалады (Сурет 4.17, б). 1, ...ғ 8 жақын пункттер құрылыстың басынан бастап құрылыстың белгілі бір биіктігіне дейін, I, ...,

VIII алыс пункттер-жоғарғы нивелирлерді тұрғызу кезінде пайдаланылады. Алыс нүктелердің орналасқан жері мен координаттары жоғарыда сипатталғандай, ал жақын нүктелердің орналасуы - орталықтан тиісті қашықтықты қатаң белгіленген бағыттар бойынша алыс нүктелерге дәл орналастыру арқылы анықталады.

Тірек желісін жобалау кезінде шығарылатын және бекітілген радиалды жақтардың саны салынып жатқан құрылымның жобалауына байланысты белгіленеді.

Технологиялық жұмыс негізі ғимарат пен технологиялық жабдықтың негізгі тірек конструкцияларын салу кезінде бөлу жұмыстарын орындау үшін іргетас салғаннан кейін жасалады. Бұл жағдайда тор әр түрлі радиустағы шеңберлерде құрылымның ортасында орналасқан тірек нүктелерінің ішкі жүйесін білдіреді. Радиустың бағыты әдетте құрылыс немесе құрылыс-монтаж немесе технологиялық жабдық элементтерінің орнын анықтайтын осьтермен біріктіріледі. Бұдан басқа, жұмыс негізінің пункттерін орналастыру құрылыс процесінде оларды көшіру мүмкіндігін қамтамасыз етуі тиіс. Демек, жұмыс осьтерінің монтаждық көкжиекке орналасуы.

Жұмыс негізін бөлу орталық нүктеде жобалық бұрыштар мен радиустарды тұндыру арқылы жүзеге асырылады. Бастапқы бағыт ретінде құрылымның негізгі осіне сәйкес келетін радиалды жағының бағыты алынады.

Бөлу жұмыстарын жүргізудің әдістері мен реттілігі құрылымның түріне және қолданылатын қалыптың түріне байланысты. Алайда, олардың көпшілігі үшін геодезиялық өлшеулерді жүргізудің кейбір жалпы әдістері бар.

Тік жобалау аспаптарының немесе ауыр тіктеуіштердің көмегімен жұмыс технологиялық негізінің пункттерінен құрылыстың осьтері мен орталығының монтаждық горизонттағы орнын белгілейді. Осьтер мен орталықтан құрылымды монтаждау және құрылымның жекелеген элементтерінің жағдайын бақылау жүзеге асырылады. Осьтерді монтаждау жиектеріне ауыстыру түнде және таңертең жел болмаған кезде орындалады. Бұл бір жақты күн жылыту мен жел жүктемесінің әсерін азайтады.
Сондай-ақ тұрғызылған бөлігінде сыртынан орнатылған арнайы көруқ маркалардың тірек белгілерінен бақылау жолымен құрылыстың қисаюы мен майысуының болуын бақылайды.

4.4 Азаматтық құрылыстарды салу кезіндегі геодезиялық жұмыстар

Азаматтық құрылыстағы геодезиялық жұмыстарды, біріншіден, ғимараттар мен құрылыстардың дұрыс және дәл орналасуын, екіншіден, олардың құрылымдық элементтерінің жобаның геометриялық параметрлеріне сәйкес құрылуын қамтамасыз ететін сызбалар мен табиғаттағы өлшемдер, есептеулер мен құрылыстар кешені деп санауға

болады. нормативтік құжаттардың талаптары. Бұл мәселелерді шешу құрылыс-құрастыру өндірісінің кезеңдеріне байланысты кезең-кезеңімен жүзеге асырылады [38].

Геодезиялық жұмыстарды өндірудің келесі кезеңдерін ажыратуға болады:

1. Құрылысқа арналған учаскені таңдау: материалдарды жинау, талдау және қорыту.
2. Құрылыстың жобалауы:

- топографиялық-геодезиялық түсірістер;
- басқа зерттеулер түрлерін геодезиялық қамтамасыз ету;
- құрылыстың жобалауын қосымша бастапқы мәліметтермен қамтамасыз ету.

3. Құрылыс құрылымдарын өндіру:

- құрылыс құрылымдары құрылатын элементтердің геометриялық параметрлерінің сақталуын бақылау;
- дайындалған құрылыс құрылымдарының геометриялық параметрлерін статистикалық бақылау.

4. Құрылысқа дайындық кезеңі:

- геодезиялық теңестіру базасын құру;
- жоспарлау жұмыстарын, жерасты коммуникацияларын және кірме жолдарды төсеуді қоса алғанда, аумақты инженерлік дайындау;
- негізгі және негізгі осьтерді шығару.

5. Негізгі құрылыс мерзімі:

- құрылымдық элементтердің осьтерін сөндіру;
- ғимараттардың жер асты және жер үсті бөліктерін салу кезінде құрылыс-құрастыру өндірісін геометриялық қамтамасыз ету; аяқталған құрылыс элементтерін құрастырып зерттеу және құрастырылған құжаттаманы дайындау;
- жеткізу үшін атқарушы геодезиялық құжаттар жиынтығын дайындау.

6. Құрылыстың аяқталуы:

- геодезиялық жұмыстарды жүргізу кезінде орындалған нәтижелер туралы техникалық есепті дайындау және ұсыну;
- атқарушы бас жоспарды, арнайы атқарушы инженерлік пландарды, профильдерді, бөлімдерді құру.

4.4.1 Қалаларды жоспарлау және салу кезіндегі геодезиялық жұмыстар, қала аумағын жоспарлау және жобалау

Қаланы жоспарлау және салу бірқатар арнайы жобалық құжаттар негізінде жүзеге асырылады, оларды құрастыруға және олардың шешімдерін жүзеге асыруға геодезистер тікелей қатысады [37].

Қала құрылысының негізгі құжаты - қаланың бас жоспары болып табылады, онда халық шаруашылығы пландарының, әлеуметтік және ғылыми-техникалық прогрестің негізінде қаланың 25-30 жылға даму

перспективалары, оның барлық функционалдық элементтерінің, тұрғын үй және өнеркәсіптік құрылыстардың, қоғамдық қызмет көрсету желілерінің, абаттандыру мен қалалық көліктің кешенді шешімі айқындалады.

Қаланың бас жоспары мыналарды қамтиды:

– бас планның негізгі сызбасы;

– қолданыстағы қаланың жоспары (бас планның шыққан жылындағы жағдай бойынша тірек жоспары деп аталады);

– сәулеттік-кеңістіктік композиция идеясын сипаттайтын материалдар;

– табиғи жағдайларды, инженерлік жабдықтар мен аумақты дайындауды анықтайтын сызбалар;

– қалалық және сыртқы көлік сызбалары;

– мәдени-тұрмыстық қызмет көрсету мекемелері мен кәсіпорындарын орналастыру сызбалары;

– бірінші кезектегі құрылысты орналастыру жобасы;

– түсіндірме жазба.

Халқының саны 500 мың адамнан асатын қаланың бас жоспары топографиялық планда 1:10000 масштабта, қалған қалалар үшін - 1:5000-1:2000 масштабта орындалады.

Қаланың бас жоспары егжей-тегжейлі жоспарлау жобасын және құрылыс эскиздерін, қалалық өнеркәсіптік аудандардың жоспарлау жобаларын, инженерлік жабдықтарды, қалалық көлікті, абаттандыруды, көгалдандыруды және т.б. әзірлеу үшін негіз болып табылады.

Егжей-тегжейлі жоспарлау жобалары және құрылыс эскиздері қоныстану аумағының жекелеген бөліктеріне: тұрғын аудандар мен шағын аудандарға, жалпы қалалық орталықтарға, бірінші кезектегі құрылыс жобаларына сәйкес таяудағы 3-5 жылда салуға, реконструкциялауға немесе абаттандыруға жататын қоғамдық кешендерге әзірленеді.

Егжей-тегжейлі жоспарлау жобасы келесі құрамда орындалады:

– жобаланатын ауданның қала жүйесінде орналасу сызбалары;

– қызыл сызықтардың жоспары және құрылыс эскизі;

– қызыл сызықтардың бөлу сызбасы;

– қиылысу нүктелерінде және жер бедерінің неғұрлым тән сынықтарында қала өтпе жолдарының осьтері бойынша аумақты инженерлік дайындау және бедерті ұйымдастыру сызбалары;

– жалпықалалық инженерлік желілерді орналастыру сызбалары;

– көлік және жаяу жүргіншілер қозғалысын ұйымдастыру сызбалары;

– көшелердің көлбеу қималары.

Қызыл сызықтардың жоспары және құрылыстың нобайы топографиялық планда 1:500-1:2000 масштабында орындалады, онда:

– барлық түрдегі қолданыстағы құрылыс;

– жобаланған көшелер, өтпе жолдар, жаяу жүргіншілер аллеялары және жасыл желектер желісі;

– жобаланатын тұрғын және қоғамдық ғимараттар мен құрылыстарды орналастыру;

– көшелер мен өтпе жолдардың көлбеу бейінінің қызыл сызықтары мен жобалау элементтері.

Қызыл сызықтардың жергілікті жерде бекітілген тірек ғимараттарға, құрылыстарға және геодезиялық пункттерге байлануымен қызыл сызықтардың тән нүктелерінің координаттарымен бөлу сызбасы қызыл сызықтар жоспарының және құрылыс нобайының көшірмесінде орындалады.

Аумақты инженерлік дайындау және бедерді ұйымдастыру сызбасы қызыл сызықтар жоспарының көшірмесінде орындалады. Сызбада: шағын аудандардың бұрыштарындағы, қызыл сызықтар мен жергілікті жер бедері сынған жерлердегі өту жолдарының осьтері бойынша жобалық және нақты белгілер, инженерлік дайындық бойынша шешімдер (суды бұру сызбасы, топырақ себу немесе кесу учаскелері, қорғаныс құрылыстары, дренаждар) көрсетіледі.

Көшелердің көлбеу қималары 1:100-1:200 масштабында қолданыстағы бейіндерді көрсетумен; жүру бөлігін, тротуарларды, жасыл желек жолақтарын, трамвай жолдарын, жерүсті және жерасты инженерлік желілерін бөле отырып, жобалық шешімдерді көрсетумен орындалады.

Құрылыс жобалары, әдетте, тұрғын шағын ауданға, кварталға немесе тұрғын үйлер тобына, сондай-ақ қоғамдық кешен құрылысына құрылыстың егжей-тегжейлі жоспарлау жобасы мен эскизі негізінде әзірленеді.

Құрылыс жобасы екі сатыда әзірленеді: жоба және жұмыс құжаттамасы немесе бір сатыда - жұмыс жобасы, яғни жұмыс сызбаларымен біріктірілген жоба.

Жоба құрылыстың орналасуының ахуалдық жоспарын; құрылыстың бас жоспарын; құрылыс макетін; бедерті, инженерлік желілерді ұйымдастыру сызбасын, аумақты көгалдандыруды; үлгілік паспорттарды және ғимараттардың жеке жобаларының сызбаларын; құрылысты ұйымдастыру жобасын; жиынтық сметалық-қаржылық есепті қамтиды. Жобаның барлық материалдары 1:500-1:1000 масштабта, ахуалдық жоспар 1:2000-1:5000 масштабта орындалады.

Қалалық өнеркәсіптік ауданды жоспарлау жобасы қолданыстағы кәсіпорындардың дамуы мен жаңа кәсіпорындардың құрылысын ескере отырып, Қаланың бас жоспары негізінде әзірленеді.

Қалалық өнеркәсіптік ауданды жоспарлау жобасы келесі құрамда орындалады:

– 1:2000 масштабтағы өнеркәсіптік ауданды жоспарлаудың негізгі сызбасы;

– 1:5000 немесе 1:10000 масштабтағы қала жоспарында ауданды орналастыру схемалары;

– 1: 2000 масштабында инженерлік желілерді орналастыру, аумақтың бедерін және инженерлік дайындығын ұйымдастыру схемалары;

– 1:100-1:200 масштабтағы магистральдардың, көшелердің және жергілікті өтпе жолдардың көлбеу бейіндері;

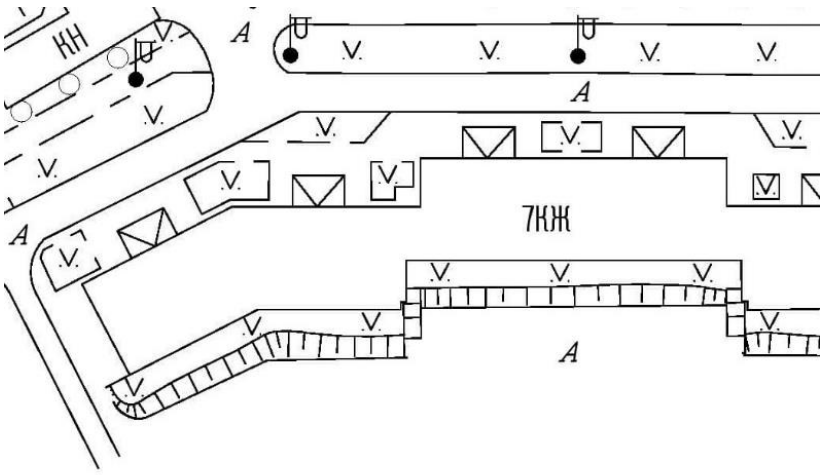
– түсіндірме жазба.

Халық саны 250 мың және одан да көп болатын қалалардың, сондай-ақ курорт-қалалар үшін қала маңы аймағын жоспарлау жобасы әзірленуде. Халық саны 250 мың адамнан кем қалалар және қала үлгісіндегі кенттер үшін бас планның құрамында қалаға іргелес ауданның жоспарлау схемасы орындалады.

Тұрғын үй-азаматтық ғимараттар құрылысына арналған сәулет-жобалау шешімдері құрылыс паспортының материалдары негізінде қабылданады.

Құрылыс паспорты (жер учаскесінің паспорты) келісу, жобалау және құрылыс кезінде инженерлік-құрылыс ізденістері материалдарын пайдаланудың ыңғайлылығын қамтамасыз ететін кешенді құжат болып табылады. Паспортта: жалпы бөлім; құрылыс учаскесінің шекарасын бөлу туралы акт; сәулет-жоспарлау тапсырмасы; учаскенің инженерлік-геологиялық сипаттамасы; жобаланатын ғимараттар мен құрылыстарды қалалық инженерлік желілерге қосу шарттары; учаскедегі құрылыстар мен жасыл желектердің сипаттамасы қамтылады. Құрылыс паспортының көптеген құжаттарының негізін әдетте 1:500 масштабтағы топографиялық планды құрастырады (Сурет 4.18).

Қызыл сызықтар тік сызықтардан және дөңгелек қисықтардан тұрады.



Сурет 4.18 - Топографиялық план

Қызыл сызықтардың жобасы топографиялық планда 1:500-1:2000 масштабта жасалады. Жобаның техникалық мазмұнын анықтайтын элементтерге: кварталдардың бұрыштары немесе шағын аудандардың шекаралары арасындағы қызыл сызықтардың ұзындығы, өту жолдарының ені, қызыл сызықтар арасындағы бұрыштардың мөлшері, қызыл сызықтар бойымен дөңгелектеу радиусы және қисық элементтер, алаңдар мен алаңдардың пішіндерін анықтайтын өлшемдер және т.б. кіреді.

Жобаның геометриялық элементтерінің өлшемдері қаланың барлық аумағында келісілуі және қазіргі жағдаймен және бедерпен байланыстырылуы тиіс. Бұған топографиялық планда графикалық бейнелеу

және қызыл сызықтар жобасын кейінгі аналитикалық есептеу нәтижесінде қол жеткізіледі.

Аналитикалық дайындық қызыл сызықтар бойынша кварталдар бұрыштары мен шағын аудандар шекараларының координаттарын, қызыл сызықтардың сыну нүктелерін және ұзын сызықтардағы тірек нүктелерін, өту осьтерінің қиылысу нүктелерін, сондай-ақ бірыңғай қалалық координаттар жүйесіндегі қызыл сызықтар бойынша дөңгелек қисықтардың негізгі нүктелерінің элементтері мен координаттарын есептеуден тұрады.

Аналитикалық дайындық үшін бастапқы болып қалалық геодезиялық негіздеме пункттерінен заттай айқындалатын тірек ғимараттары мен құрылыстары бұрыштарының координаталары немесе бұрын бекітілген қызыл сызықтар нүктелерінің координаталары табылады.

Негіздеме ретінде полигонометрия нүктелеріне негізделген теодолиттік қозғалыстар қолданылады. Олардың координаттарын есептеу үшін тірек ғимараттарының бұрыштарының орналасуы осы қозғалыстардың нүктелерінен немесе сызықтарынан негізінен полярлық немесе белгілеу әдісімен анықталады.

Қалалық аумақтардың салынбаған бөліктерінде планның түпнұсқасынан графикалық түрде алынған жағдай мен бедертің сипаттамалық нүктелерінің координаттары қолданылады. Сонымен қатар, графикалық координаттарды анықтау дәлдігін арттыру және қағаздың деформация қателіктерін азайту үшін координаталық тордан анықталатын нүктеге дейінгі қашықтық нүкте орналасқан шаршының екі жағынан жоспар бойынша өлшенеді. Екі өлшемнен орташа мән алынады.

Қызыл сызықтар нүктелерінің координаталары аналитикалық геометрия есептерін шешу арқылы, қызыл сызықтардың сызбасында көрсетілген өту осьтері мен сызықтық өлшемдер арасындағы бұрыштардың мәнін қолдана отырып есептеледі. Нәтижесінде өткелдердің қиылысу нүктелерінің координаттары алынады, содан кейін Планды құру және қызыл сызықтардың жобасын табиғатқа беру үшін қажет қызыл сызықтардың және басқа элементтердің сипаттамалық нүктелерінің координаттары алынады.

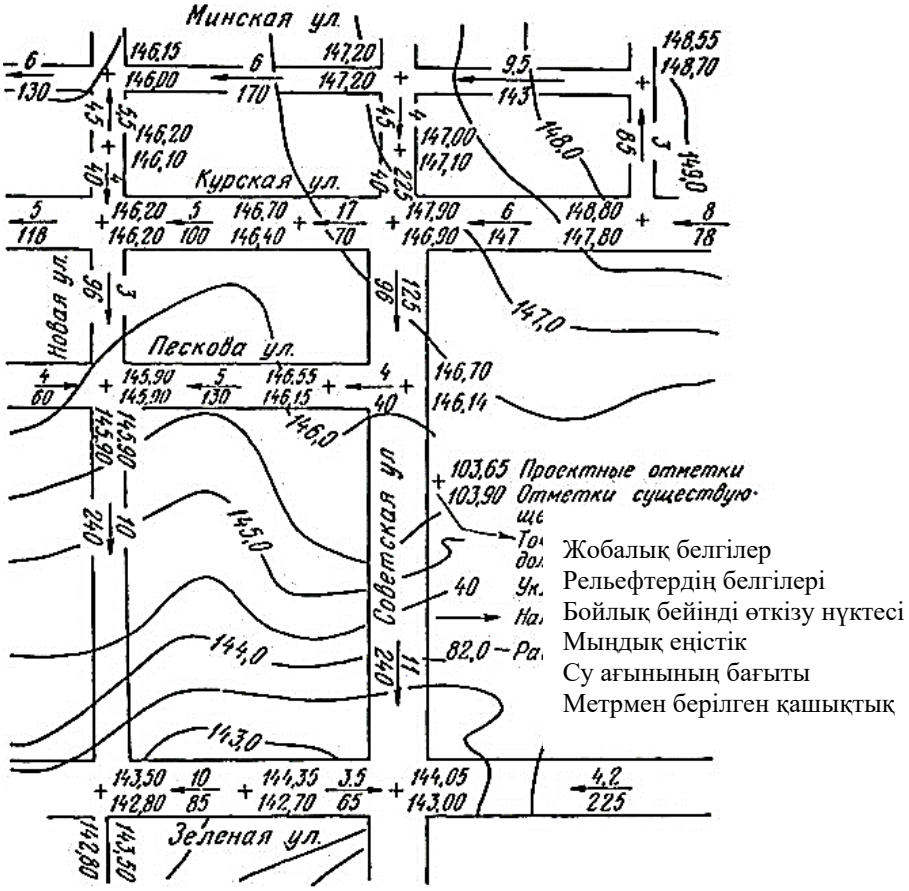
Есептелген координаттар бойынша қызыл сызықтар 1: 2000 масштабтағы планға қолданылады. 1: 2000 масштабындағы қызыл сызықтардың жоспары қызыл сызықтардың айналмалы және тірек нүктелерінің нөмірлері, олардың координаттарының мәндері, сызықтардың бағыттаушы бұрыштары мен өлшемдері, қисық элементтер, жобаланған жолдардың ені мен нөмірлері, жобаланған аймақтардың атаулары және басқа да қала құрылысы элементтері, қызыл сызықтар салынған аналитикалық есептеулердің істер нөмірлері жазылған негізгі бастапқы құжат болып табылады. Тұтынушыға жобалау үшін қажетті масштабта қызыл сызықтардың жоспары беріледі (әдетте 1:500 - 1:2000) [38]

4.4.2 Бедердің тік орналасуының планын құру

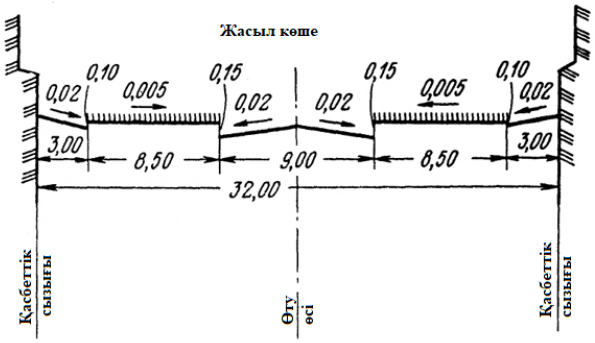
Бедерлі ұйымдастыру жоспарының көмегімен қала аумағының бедерін оны салуға, абаттандыруға және инженерлік-көліктік қажеттіліктерге бейімдеу үшін қайта құру бойынша міндеттер шешіледі. Бедерлі ұйымдастыру алаңдарды, көшелерді, өтпе жолдарды биіктікте шешуді; ғимараттарды, құрылыстарды және жер асты коммуникацияларын орналастыруды; нөсерлі сулар мен кәріздердің ағу мүмкіндігін қамтамасыз етеді [38].

Бөлшек сызбасы - бұл беделді ұйымның құжаты (Сурет 4.19) 1:5 000 немесе 1:2 000 масштабтағы топографиялық планды құрастырады.

Бедерді ұйымдастыру жөніндегі жобалық шешімдер сызбада негізінен осьтердің қиылысу нүктелері мен бойлық профильдің иілісі түрінде жобаланатын өтпе жолдардың осьтері бойынша келтіріледі. Сондай-ақ, диаграммада осьтер мен профильдердің қиылысу нүктелері арасындағы қашықтық, промилледегі беткейлер және су ағынының бағыттары көрсетілген. Көшелердің көлбеу қималарының жобалары сызбаға (Сурет 4.20) 1:100 - 1:200 масштабында бекітілген.



Сурет 4.19 - Бедерлі ұйымдастыру сызбасы



Сурет 4.20 - Көшелердің көлбеу қимасының бейіндері

4.4.3 Көлбеу құрылыс алаңын жобалау үшін тік орналасу

Бас планның негізгі бөліктерінің бірі - ғимарат аумағын тік жоспарлау жобасы. Оның мақсаты - бедердің табиғи формаларын өзгерту және салынып жатқан ғимараттар мен құрылыстарды пайдалануға жағдай жасау [36].

Құрылыс кезінде бедердің табиғи формалары, әдетте, арнайы тік жоспарлау жобасын қазу арқылы өзгереді.

Жобалық бедерлі профильдер, жобалық биіктіктермен үйлескен жобалау контурлары немесе тек жобалық биіктіктер ретінде анықтауға болады. Профиль әдісі өте ауыр, сондықтан сирек қолданылады. Бұл есептеу және графикалық жұмысты орындау кезінде белгілер әдісі қолданылады. Құрылыс алаңы көлбеу беткей болуы тиіс.

Көлбеу учаске, әдетте, нөлдік тепе-теңдікпен жер жұмыстары жағдайында жобаланады. Бұл шарт қазбаны минимизациялау және қазудың және толтырудың тең көлемін қамтамасыз ету деп түсініледі.

Тік сызбаны жобалау үшін құрылыс алаңының нивелирлік квадраттарының нәтижелері бойынша құрастырылған 1:500-1:5 000 масштабтағы топографиялық пландар негіз болып табылады. Жоспарланған аумақ бедердің күрделілігіне қарай қабырғалары 10, 20, 40 немесе 50м болатын квадраттарға бөлінеді. Квадраттар төбелерінің нақты биіктігі көлбеуінен немесе геометриялық нивелирлеу көмегімен анықталады. Әрбір квадрат призма квадраттардың бүйірінен өтетін тік жазықтықтармен, жалпақ табанмен және көлбеу жоғарғы жазықтықпен шектелген деп есептеледі. Призманың биіктігі беттің бұрыштық нүктелерінің белгілерінің орташа арифметикалық шамасына тең алынады. Бір V призманың көлемі мына формула бойынша есептеледі:

$$V = \frac{S_{\text{п}}}{4}\left(H_{b_1} + H_{b_2} + H_{a_1} + H_{a_2}\right), \qquad (4.6)$$

Мұндағы - $S_{\text{п}}$ призмасы базасын ауданы;

H_{b_1}, H_{b_2} және H_{a_1}, H_{a_2} -бұрыштық нүктелердің белгілері.

Тордың бұрыштық белгілері бар бүкіл ауданның орташа биіктігі

келесі ойлар негізінде есептеледі. Сыртқы контурдың ішінде жатқан квадраттардың бұрыштарының белгілері есептеулер кезінде төрт рет қайталанады және олардың қосындысы тең болады $\sum H_{b_i}$ (Сурет 4.21). Әрі қарай, учаскенің контуры бойында орналасқан H_{b_i} квадраттардың төбелерінің белгілері жинақталады, учаскенің бұрыштарының H_{c_i} белгілерін қоспағанда, алынған сома $\sum H_{b_i}$ екі есе артады, себебі бұл белгілер екі іргелес квадратқа енеді. Соңында, H_{c_i} учаскенің бұрыштық нүктелерінің белгілерін енгізіңіз. Соңында, сюжеттің бұрыштық нүктелері қосылады.

Учаскенің орташа биіктігі, мына формула бойынша есептеледі:

$$H_0 = \frac{4\sum H_{a_i} + 2\sum H_{b_i} + \sum H_{c_i}}{4n}. \qquad (4.7)$$

Егер алаңға ерікті, соның ішінде тақ санды квадраттар кіретін болса (Сурет 4.22), ал бедерн жер жұмыстарының нөлдік тепе-теңдігін сақтай отырып, көлбеу учаске жоспарлау тиіс болса, онда мұндай учаскенің жобалық биіктігі $H_{жж}$ формула бойынша есептеледі:

$$H_{жж} = \frac{\sum H_1 + 2\sum H_2 + 3\sum H_3 + 4\sum H_4}{4n}, \qquad (4.8)$$

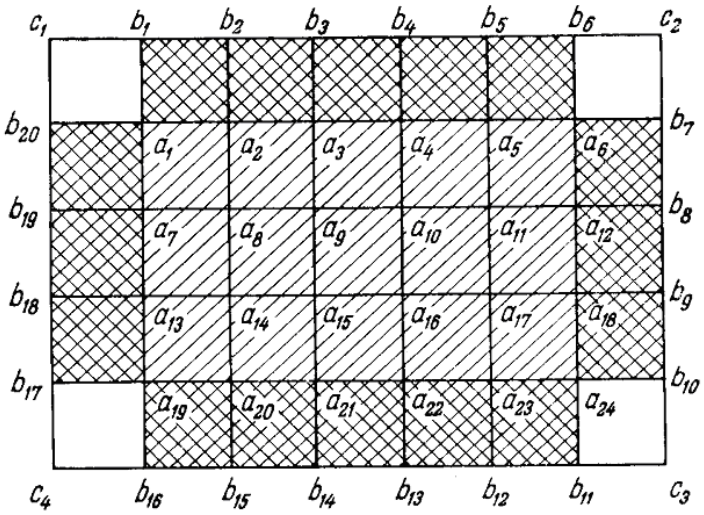
мұндағы n -квадраттардың жалпы саны;

$\sum H_1$ -тек бір шаршыға кіретін шыңдардың қара белгілерінің қосындысы;

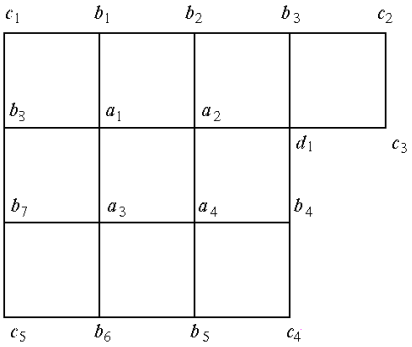
$\sum H_2, \sum H_3, \sum H_4$ -сәйкесінше, екі, үш және төрт квадратқа ортақ шыңдар белгілерінің қосындысы.

Көлбеу алаңда бүкіл учаске үшін тұрақты шама болып табылады. $H_{жж}$ квадраттарының барлық шыңдарының $h_{ж}$ жұмыс белгілері жобалық белгінің айырмашылығы және $N_{қара}$ квадраттарының белгілері ретінде алынады:

$$h_р = H_{жж} - H_i^{кара}, \qquad (4.9)$$



Сурет 4.21- Тең шаршылар үшін нөлдік тепе-теңдікпен есептік белгіні есептеу



Сурет 4.22 – Шаршының тақ санымен нөлдік тепе-теңдікпен жобалық биіктікті есептеу үшін

бұл жағдайда $h_ж$ плюс белгісімен ол толтыруды анықтайды, ал минус белгісі ойық.

Қазба көлемі әр шаршы шыңдарының жұмыс биіктіктерінен есептеледі h_1, h_2, h_3, h_4. Егер төрт белгіде де бірдей белгі болса, онда осы квадраттағы жер жұмыстарының мөлшері мына формула бойынша есептеледі:

$$V = a^2\left(h_1 + h_2 + h_3 + h_4\right)/4, \qquad (4.10)$$

Мұндағы, *a* шаршының бүйір жағы.

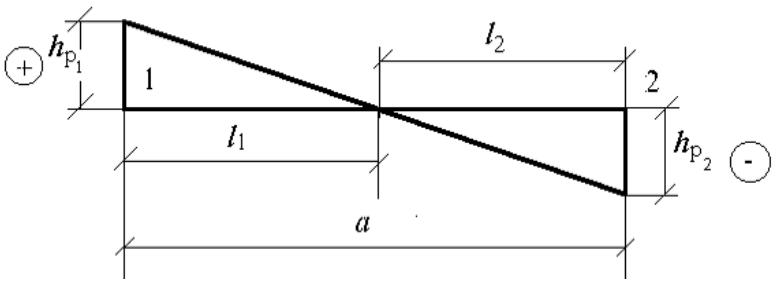
Егер квадраттағы жұмыс белгілері әр түрлі белгілерге ие болса, онда нөлдік жұмыс сызығы осы квадратта өтеді -жұмыс белгісі нөлге тең сызық. Нөлдік жұмыс сызықтары - бұл толтыру және қазу аймақтары арасындағы шекара, яғни. әр шаршы ішіндегі қазба көлемін анықтау. Квадраттардың бүйірлерінде нөлдік жұмыстар сызығын тұрғызу үшін формулалар бойынша нөлдік жұмыстар нүктелерінің орнын табу қажет (Сурет 4.23):

$$l_1 = a\frac{|h_{ж_1}|}{|h_{ж_1}| + |h_{ж_2}|}; \quad l_2 = a\frac{|h_{ж_2}|}{|h_{ж_1}| + |h_{ж_2}|}, \qquad (4.11)$$

мұндағы - l_1 және l_2 нөлдік жұмыстарды нүктесіне шаршы шыңдарды бастап арақашықтық;

a шаршы жағы;

$h_{ж_1}$ және $h_{ж_2}$ -квадраттың бүйіріндегі жұмыс белгілері. Бұл анық $l_1 + l_2 = a$..



Сурет 4.23 - Нөлдік жұмыс нүктелерінің орнын анықтау

Квадраттың әр жағында нөлдік жұмыс нүктелерін тауып, оларды тік сызықтардың кесінділерімен байланыстыра отырып, сіз нөлдік жұмыстар сызығын аласыз (қазу және толтыру шекарасы). Жер қазу және толтыру үшін қазба көлемі бөлек анықталады.

Әр түрлі жағдайларда әртүрлі әдістер қолданылады: салыстырмалы түрде тыныш бедерпен квадраттар әдісі; бедерлі жерлер үшін -үшбұрышты призма әдісін қолдану; өте кедір-бұдырлы жерлерде -диаметрлер әдісі бойынша. Жер жұмыстарының көлемін квадрат әдісімен есептеу әрбір шаршыға немесе оның бөлігіне *V* призманың көлемінде орындалады *:*

$$V = h_{ж(орта)}S, \qquad (4.12)$$

мұндағы $h_{ж(орта)}$ жұмыс белгілерінің орташа мәні;

S квадраттың (бөліктің) ауданы.

Толық квадраттағы *V* топырақтың мөлшері мына формула бойынша есептеледі:

$$V = \frac{\sum h_ж}{4} S_к, \qquad (4.13)$$

онда $\sum h_ж$ шаршы бұрыштары үшін жұмыс белгілерді сомасы;

$S_к$ –алаңның ауданы.

Толық емес квадраттар үшін жер жұмыстарының көлемін есептеу кезінде (нөлдік жұмыстар сызығы өтетін квадраттар) олар үшбұрыштарға бөлінеді және әр фигура нөмірленеді.

Әрбір үшбұрыштың ауданын тауып, үшбұрышты призма ішіндегі топырақ көлемін мына формула бойынша есептеңдер:

$$V = \frac{\sum h_{ж}}{3} S_{т} . \qquad (4.14)$$

Жер қазу мен толтырудың жалпы көлемін есептеңіз және формула бойынша жер жұмыстарының балансын тексеріңіз:

$$\Delta V = \frac{|V_{В}| - |V_{П}|}{|V_{В}| + |V_{П}|} 100\% . \qquad (4.15)$$

Бұл мән 3% аспауы тиіс.

Қажет болса, шешім түзетіледі, яғни көлбеу жазықтықтың жобалық биіктігі нақтылануда.

Төменде квадрат нивелирлеу әдісін қолданып тік орналасу жобасын есептеудің мысалы келтірілген.

Төмендегі бастапқы шарттарда сайтты тік орналастыру жобасын жасаңыз (4.24-сурет):

1. сюжеттік белгілер квадраттарда нивелирлеу арқылы алынды;

2. көлбеу платформа жер жұмыстарының шамамен тепе-теңдігімен жобаланған (4.25-сурет);

3. жобалау жер массаларының картограммасымен аяқталады.

Өлшемдері алаңында 20 қабылданған -20 м (1:1 000 масштабтағы план).

Жұмыс реті келесідей:

1. мөртабан Draw қағазды (20 сурет А4 парағында -30 (Сурет 4.24 және 4.25 қараңыз) және екі рет квадраттар торды салу.

2. Квадраттардың төбелерінде (Сурет 4.24 қараңыз) нұсқаға сәйкес белгілерді жазыңыз. Мысалы, *А*1 шыңы 148,23, *А*2 шыңы -147,64, *А* 3 -147,23 және т.б.

$H_{жк}$= 147,68 м

	+0,55	+0,10	+0,85	+1,56	+1,03	+0,47
Г	147,13	147,58	146,83	146,12	146,65	147,21
	-0,10	-1,05	-0,39	+0,04	-0,27	-0,48
В	147,78	148,73	148,07	147,64	147,95	148,16
	-0,15	+0,20	+0,60	+0,18	-0,14	-0,46
Б	147,83	147,48	147,08	147,50	147,62	148,14
	-0,55	+0,04	+0,45	-0,03	-0,64	-1,45
А	148,23	147,64	147,23	147,71	148,32	149,13
	1	2	3	4	5	6

Сурет 4.24 - Ауданның жоспары

3. (4.6) формула бойынша көлбеу учаскенің жобалық биіктігін жер жұмыстарының шамамен тепе-теңдігімен анықтау. Бұл квадраттар торында бірден үш квадратқа қатысты шың белгілері жоқ, сондықтан

$$3\sum H_3 = 0 \quad (4.16)$$

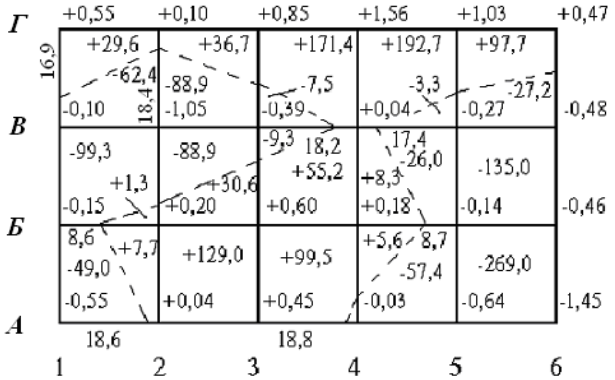
және жобалық биіктік формула бойынша есептеледі:

$$H_{жж} = \frac{\sum H_1 + 2\sum H_2 + 4\sum H_4}{4n}. \quad (4.17)$$

4. Алынған жобалау белгісін жоғарғы сол жақ бұрышқа жазып алыңыз (Сурет 4.24), жұмыс белгілерін тауып, $h_р = H_{жж} - H_i^{кара}$ оларды шаршылардың жоғарғы жағына бекітіңіз.Сонымен, А1 шыңында бұл *0,55, А2 +0,04 шыңында, А3 +0,45 және т.б.

5. Жер жұмыстарының картограммасын жасау үшін (Сурет 4.25 қараңыз), осы суреттегі жұмыс белгілерінің мәндерін қайта жазыңыз, толтырғыштар мен қазбалардың контурларын нөлдік жұмыстар сызықтарымен белгілеңіз. Нөлдік жұмыс сызығы квадраттардың сол жақтарындағы нөлдік жұмыс нүктелерімен анықталады, олардың шыңдарында қарама-қарсы белгілері бар белгілер болады *В1–Г1, Б2–В2* сызықтары және т.б.). Квадраттың бүйіріндегі нөлдік жұмыс нүктесінің орны l_1немесе l_2 (4.9) формуласы бойынша есептелген мәнмен анықталады.

Нөлдік жұмыс сызықтары тік сызықты кесінділермен белгіленеді, l мәндері шаршы жағында жазылады (Сурет 4.25 қараңыз, В1*Г1 м жағында; В2*Г2 М жағында және т.б.).



						Σ
Подсыпка	38,6	196,3	323,4	206,8	97,7	862,8
Выемка	210,7	177,8	16,8	86,7	431,2	923,2

Сурет 4.25 - Жер жұмыстарының картограммасы (1 мысал)

6. Әр квадраттағы жер қазу жұмыстары мен толтыру үшін жер жұмыстарының көлемін бөлек есептеңіз (Сурет 4.25 қараңыз) формула бойынша:

$$V = h_{ж}^{ср} S, \tag{4.18}$$

Мұндағы $h_{ж}^{ср}$ -жұмыс таңбалары (толық квадрат, екі жұмыс белгілері нөлге тең) орташа мәні;

-осы фигуралардың қабырғаларының ұзындығын білу арқылы табуға болатын квадраттың немесе оның бөлігінің ауданы.

7. Картограммада есептелген жағалаулар мен ойықтардың көлемін тігінен бүктеп, бүкіл учаске үшін олардың жалпы мәндерін табу қажет (Сурет 4.25 қараңыз). Жер жұмыстарының балансын формула бойынша тексеріңіз (4.15).

4.5 Құрылыс сызбалары туралы жалпы мәліметтер

Құрылыс сызбаларын орындау кезінде ҚАЖҚЖ стандарттарының (құрылысқа арналған жобалық құжаттама жүйесі) талаптарын басшылыққа алған жөн [39].

Бейнеленген объектілерге байланысты құрылыс сызбалары бөлінеді:

1. Тұрғын, қоғамдық, өндірістік ғимараттардың сәулет-құрылыс сызбалары;
2. Инженерлік-құрылыс сызбалары (көпірлер, туннельдер және т.б.);
3. Құрылыс конструкцияларының сызбалары (темірбетон, металл,

ағаш және т.б.);

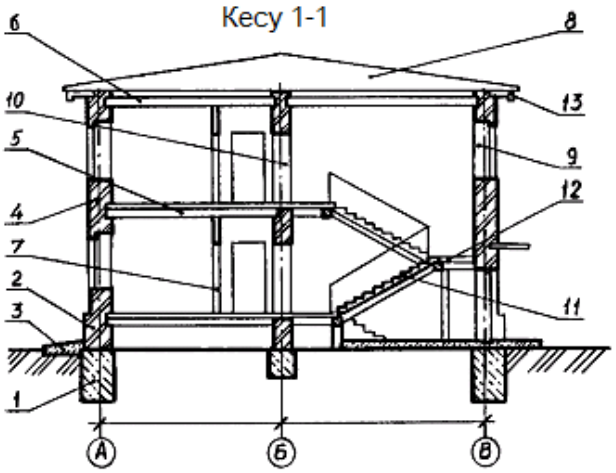
4. Топографиялық сызбалар.

Құрылыс сызбалары олардың күрделілігі мен ақпараттың қанықтылығын ескере отырып оңтайлы масштабта орындалады. Ғимараттың қабаттары мен қасбеттерінің пландары үшін масштаб алынады 1:100, 1:200, 1:500. Пландардың бөліктері, бөлімдер мен қасбеттер үшін – 1:50, 1:100. Құрылыс сызбаларындағы масштабтар бұйымдардың сызбаларын және ҚАЖҚЖ тиісті стандарттарында көзделген басқа жағдайларды қоспағанда көрсетілмейді. Ғимараттардың негізгі құрылымдық элементтері 4.26 суретте көрсетілген.

Құрылыс сызбаларындағы ғимараттардың суреттерінің өз атаулары бар. Ғимараттың алдыңғы, артқы, оң және сол жақтары қасбеттер деп аталады. Көше жағынан ғимараттың көрінісі басты қасбет деп аталады. Қасбеттің атауында ғимараттың шеткі координаталық осьтері көрсетілген. Ғимараттың жоспары-бұл терезе мен есік нивелирінде көлбеу жазықтықпен ойылып бөлінген және көлбеу проекция жазықтығына жобаланған ғимараттың бейнесі, яғни жоспар ғимараттың көлбеу қимасы. Планның атауына қабаттың нөмірі немесе оның биіктігінің белгісі кіреді.

Кесу дегеніміз-тік жазықтықпен ақылмен бөлінген және бөлінген жазықтыққа параллель проекция жазықтығына жобаланған ғимараттың бейнесі.

Кесу - бұл тік жазықтықпен ойша бөлінген және секанттық жазықтыққа параллель проекция жазықтығына проекцияланған ғимарат кескіні. Кесудің жазықтығы араб цифрларымен белгіленеді (белгілеуге орыс алфавитінің бас әріптерімен де рұқсат етіледі), және кесінді үстінде «Кесу 1-1» түріндегі жазба жасалған (Сурет 4.26 қараңыз).



1 - іргетас;
2 - негіз (сыртқы қабырғаның төменгі бөлігі);
3 - тұйық аймақ (ғимараттың қабырғаларынан атмосфералық суды ағызуға қызмет етеді);
4 - қабырғалар;
5 - қабаттың қабаттасуы;
6 - шатыр жабыны;
7 - қалқалар (бөлек іргелес бөлмелер);
8 - шатыр;
9 - терезені ашу;
10 - есік;
11 - баспалдақ;
12 - баспалдақ;
13 - карниз (қабырғадан жауын-шашын ағызатын қабырғаның жоғарғы бөлігі)

Сурет 4.26 - Ғимараттардың негізгі құрылымдық элементтері

4.5.1 Құрылыс сызбаларын оқу

Құрылыстағы геодезиялық бөлу жұмыстарын орындау үшін бастапқы құжаттар жобаның жұмыс сызбалары болып табылады [40].

Геодезиялық бөлу жұмыстарын жүргізу кезінде жиі қолданылатын жұмыс құрылысының сызбаларының мазмұнына топографиялық план, ғимараттар мен құрылыстардың титулдық тізімі, құрылымдардың пландары мен бөлімдері, объектінің бас жоспары, тік орналасу жобасы және жер жұмыстарының картограммасы, жер асты коммуникацияларының жоспары мен профильдері, құрылыс планы кіреді.

Топографиялық план-бүкіл жобаны құрастырудың алғашқы бастапқы сызбасы. Жұмыс сызбалары кезеңінде топографиялық план әдетте 1: 500 масштабта жасалады. Объектіні жобалау мақсатында пайдаланылатын учаскенің топографиялық планы әсіресе жер асты коммуникацияларының желілерін, сыртқы электр желілері мен телефон байланысының желілерін толық көрсетуі тиіс.

План дағы өлшемдер сантиметр немесе миллиметрмен беріледі.

Құрылымның көлбеу осьтері шеңбердегі сандармен, ал бойлық осьтер шеңбердегі әріптермен көрсетіледі.

4.26-суретте тұрғын үйді кесу мысалы көрсетілген.

Қималар мен қималардағы материалдардың графикалық белгіленуі құрылысқа арналған жобалық құжаттама жүйесіне сәйкес қолданылады. Ғимараттар, құрылыстар және конструкциялар элементтерінің шартты графикалық бейнелері / ГОСТ 21.201-2011[40] (Сурет 4.27):

1. Құрамында металдар мен металл емес материалдар бар композициялық материалдар металдар ретінде белгіленеді.

2. Ағаштың графикалық белгіленуі талшықтардың бағытын көрсету қажет болмаған кезде қолданылуы керек.

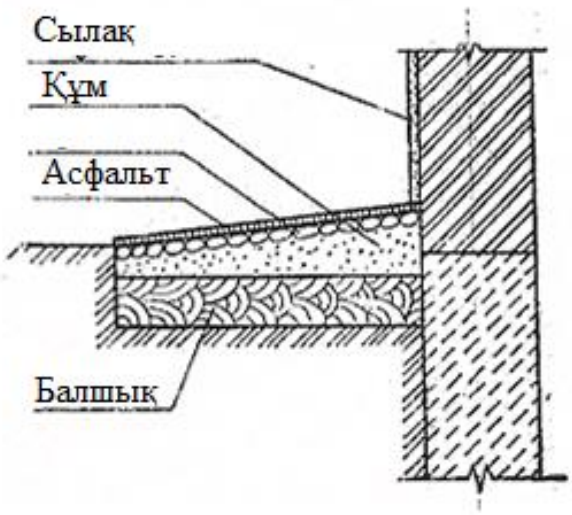
3. Керамика мен силикат материалдарының графикалық белгіленуі кірпіш бұйымдарын (күйдірілген; күйдірілмеген отқа төзімді, құрылыс керамикасын, фарфорды, электротехникалық шлак-бетон блоктарын және т.б.) белгілеу үшін қолданылуы тиіс.

Стандартта көзделмеген материалдардың қосымша белгілерін оларды сызбада түсіндіре отырып қолдануға жол беріледі.

Штрихтау сызықтарының қашықтығы штрихтау ауданына және іргелес қималардың штрихтауын әртараптандыру қажеттілігіне байланысты 1 ...10 мм шегінде таңдалады. Штрихтаудың параллель сызықтары арасындағы қашықтық (жиілік) осы бөлшектің бір масштабта орындалатын барлық қималары үшін бірдей болуы тиіс.

Құрылыс сызбаларында, егер материалды анықтау қажет болмаса (мысалы, оның біркелкілігі кезінде) графикалық белгілерді қолданбауға немесе сызбада әртүрлі материалдардан жасалған жеке элементтерді бөліп көрсету қажет болса, белгілерді ішінара пайдалануға жол беріледі.

Стандартта көзделмеген материалдардың қосымша белгілерін оларды сызбада түсіндіре отырып қолдануға жол беріледі.



Сурет 4.27 - Құрылыс материалдарының түрлерінің графикалық бейнесі

4.5.2 Құрылыс несандарының жоспарларын оқу

Құрылыс сызбалары ортогональды проекциялау ережелері бойынша әр түрлі конвенцияларды қолдана отырып жүзеге асырылады: құрылыс сызбаларын жасау сұрақтары сурет салу курсында «Құрылыс сызбасы» бөлімінде зерттеледі.

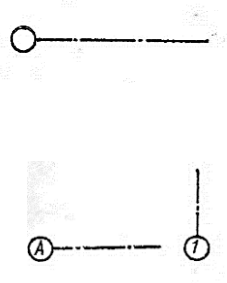
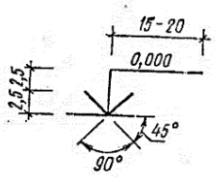
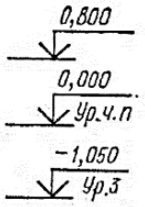
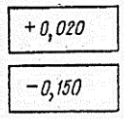
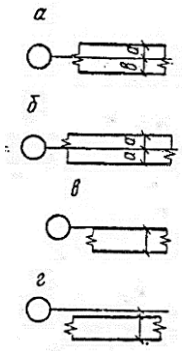
Құрылыс сызбасына мыналар кіруі мүмкін: ғимараттар мен құрылыстардың қабаттарының жоспары, қасбеті, қимасы, ғимараттар мен құрылыстардың жеке элементтері (шатырлар, баспалдақтар және т.б.).

Құрылысқа арналған жобалық құжаттама жүйесіне сәйкес [39], ғимараттар мен құрылыстардың пландары, ереже бойынша, парақтың көлбеу жағында ұзын жағы еден сандарының төменнен жоғарыға немесе солдан оңға қарай өсу ретімен орналасады. Егер көп қабатты үйдің едендік пландары бір-бірінен шамалы айырмашылықтарға ие болса, онда қабаттардың бірінің жоспары толығымен орындалады, ал басқалары үшін тек айрықша белгілері көрсетілген. Ішінара бейнеленген планның атымен «Қалғаны - жоспарды қараңыз» жазбасы жазылады (толық бейнеленген планның атауы).

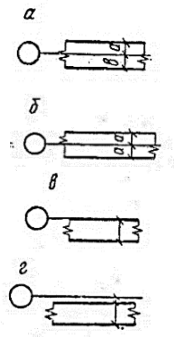
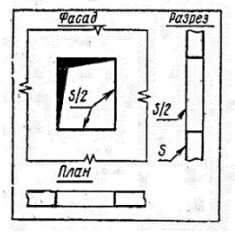
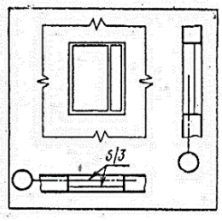
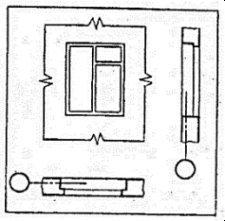
Еден пландары сызбаны оқуға көмектесетін әріптік белгілермен бірге жүреді (Сурет 4.28).

Құрылыс сызбасында келесі белгілер қолданылады (кесте 4.2).

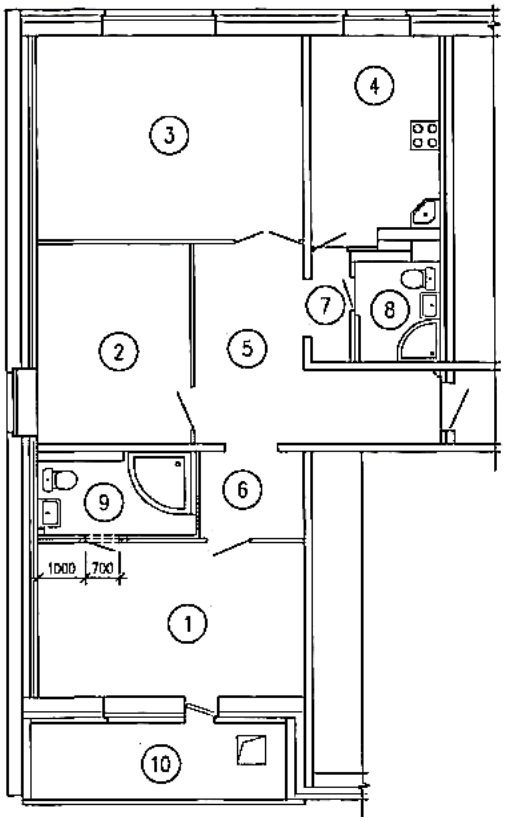
4.2 кесте - Белгілер[41]

Сипаттама	Кәдімгі белгі
1	2
Ғимараттың (құрылымның) үйлестіру осьтері жіңішке сызықшалармен және ұзын штрихтармен қолданылады. Олар ғимараттың көлбеу ұзын бойымен араб цифрларымен солдан оңға қарай, ал тік жағынан - төменнен жоғарыға қарай орыс алфавитінің әріптерімен белгіленеді. Үйлестіру осьтерінің белгілері, ереже бойынша, ғимараттың (құрылымның) сол және төменгі жағында 1:200 және одан үлкен масштабтағы кескін үшін диаметрі 8 мм шеңберде және 1:400 және одан кіші масштабта 6 мм шеңберде қолданылады.	
Нивелир белгілері. Ұсынылған төсбелгілердің өлшемдері сызбалар жасау тәжірибесімен өңделеді. Биіктік үш үтірден тұратын метрмен көрсетілген.	
Нөлдік белгіден төмен нивелирлер минус белгісімен көрсетіледі; еден нивелирін белгілеу үшін әріптер қосылады: Lv.c. - таза қабаттың нивелирі және Lv.сағ.- жер нивелирі.	
Пландағы нивелир белгісі. Бұл жағдайда белгілер сәйкесінше «нөлден» жоғары немесе төмен белгілерде «+» немесе «-» белгісімен көрсетіледі.	
Тұтас қабырғалардың қалыңдығы координат осьіне сілтеме жасау тиіс. Байланыстар бар: *а)* екі жақты; б) орталық (қабырға қалыңдығының біркелкі бөлінуімен); *в)* бір жақты (нөл); *г)* алшақтықпен бір жақты.	

4.2 Кестенің жалғасы

Тұтас қабырғалардың қалыңдығы координат осьіне сілтеме жасау тиіс. Байланыстар бар: *а)* екі жақты; б) орталық (қабырға қалыңдығының біркелкі бөлінуімен); *в)* бір жақты (нөл); *г)* алшақтықпен бір жақты.	
Терезе саңылаулары. Еденге жетпейтін қабырғадағы тесік.	
Терезе негізгі қабырғаға тоқсыз, байланыстырумен. Жоспар мен бөлімде ол сызықпен, қасбетте - терезе жақтауының ерекшеліктерімен белгіленеді	
Төрттен тұратын негізгі қабырғадағы терезенің ашылуы.	

пәтер жоспары



үй-жайлар

N	атауы	алаңы м2
1	бөлме	18,0
2	бөлме	13,4
3	бөлме	23,7
4	ас үй	11,3
5	кіреберіс	14,0
6	дәліз	4,0
7	дәліз	1,9
8	санторап	3,8
9	санторап	5,4
10	лоджиялар	8,6

Сурет 4.28 - Еден жоспары

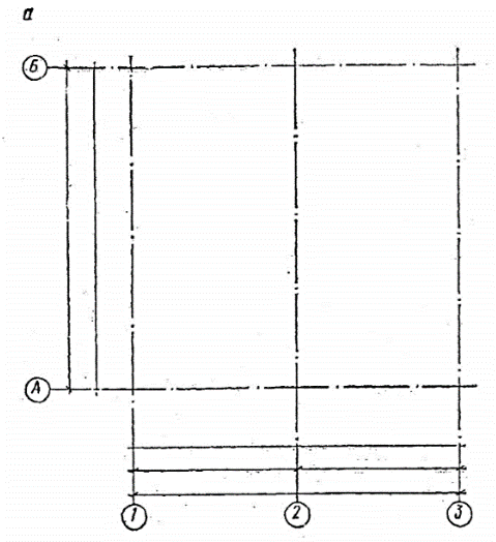
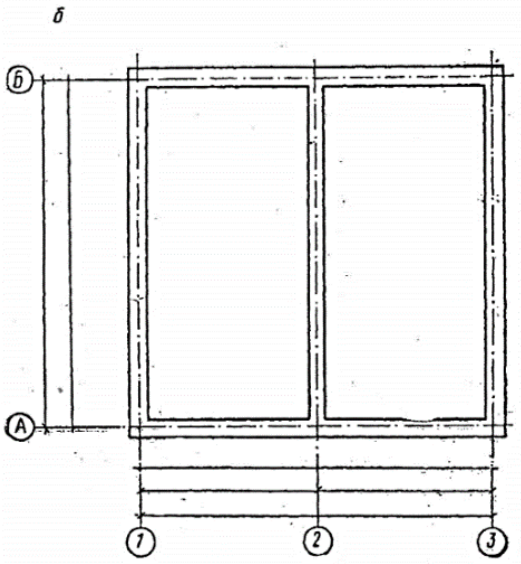
Сурет салу пландары бойынша ұсыныстар. Пландарды салу кезінде 4.3 кестесінде келесі реттілікті сақтаған жөн:

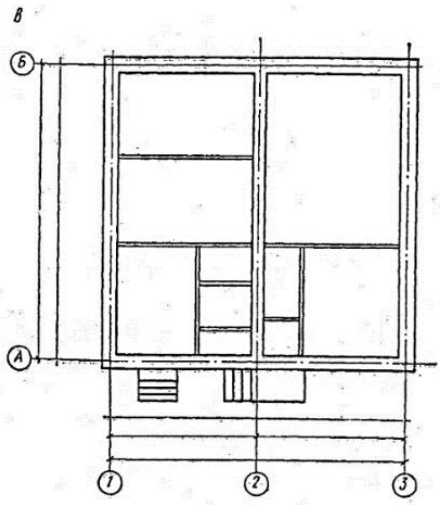
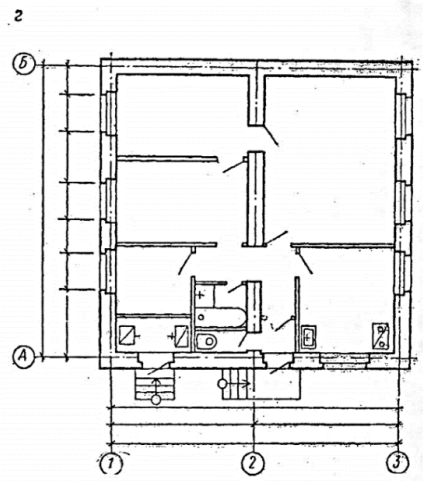
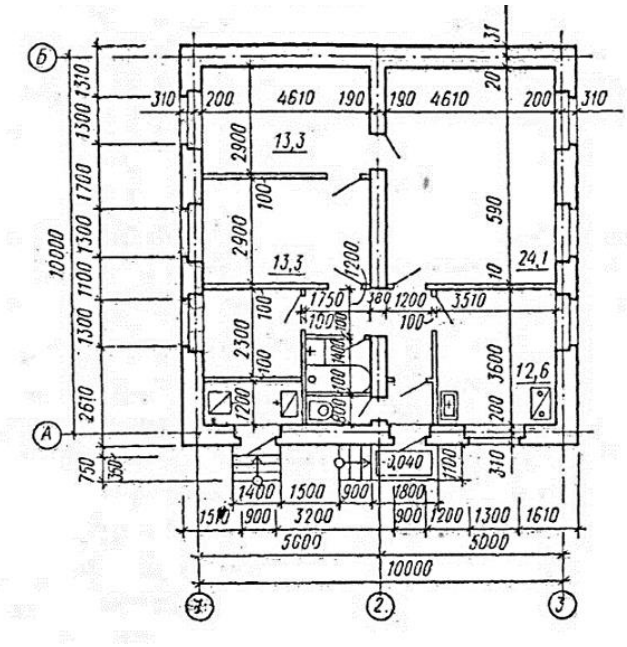
Кескіннің сыртқы жағынан өлшемдерді таңдағанда, суреттің сол және төменгі жағына артықшылық беріледі. Бірінші сызық саңылаулар мен қабырғалардың өлшемдеріне, екіншісі - интераксиальды өлшемдерге және үшіншісі - экстремалды осьтер бойымен ғимараттың ұзындығына (еніне) тағайындалады. Егер қарама-қарсы қабырғалардың өлшемдері сәйкес келмесе, жоғарғы және оң жақта қосымша сызықтар сызылады.

Өлшеу сызықтарын олардың қиылысында кеңейту, контур немесе орталық сызықтармен шектеу үшін «белгілер оң жаққа қарай көлбеу сызықпен өлшем сызығына 450 бұрышпен қысқа сызық түрінде қолданылады, ал өлшем сызықтары шеткі ұзарту сызықтарынан 1-3 мм шығуы тиіс. Бірінші өлшем сызығы кескіннің контурын 10-30 мм (кескіннің көлеміне байланысты), әр кейінгісі - 8 мм білдіреді.

Ұзартқыш сызықтарды кескіннен 5-15 мм дейін түсіруге болады.

4.3 кесте - Құрылыс жоспарын салу кезектілігі

Сипаттама	Сурет салу кезектілігі
1	2
1. Координаталық осьтерді сызып, белгілеп, осьтік өлшемдерді орындалады (а).	
2. Ішкі және ішкі қабырғаларды байланыстырумен салу қажет (b).	

3. Екі бөліктің қалыңдығын көрсете отырып, барлық бөлімдерді салу қажет (c).	
4. Терезе мен есіктің барлық саңылауларын байламдармен салу қажет (d).	
5. Барлық санитарлық арматураны қолдану қажет және барлық бөлмелерде қажетті өлшемдерді көрсетіңіз. Әр бөлменің ауданын планның төменгі оң жақ бұрышына орындалады және МЕМСТ 21.501-80 сәйкес қалың қалың сызықпен сызыңыз, ал қаріп нөмірі өлшемді сандар үшін таңдалған қаріптен асып кетуі тиіс (e).	

Ішкі орналасуға қатысты өлшемдер жоспарлы кескіннің ішіне тұйық тізбек түрінде орналастырылады және әр бөлмеде екі өлшем болатындай етіп орналастырылады. Бөлімдердегі есіктердің өлшемдері планға

қолданылмайды. Терезелердің, есіктердің, негізгі қабырғалардың аралықтарының өлшемдері суреттің сыртында бірінші өлшем сызығында көрсетілген. Қатты қабырғада координациялық осьтің анықтамалық өлшемдері болуы тиіс. Сыртқы қатты қабырғаларды салу кезінде ғимараттың ішкі өлшемдеріне байланысты кішірек анықтамалық өлшемді алу тиіс; бір жақты байланыстырумен қабырғалардың қалыңдығы сыртқы аумақ есебінен қабылдануы тиіс.

Егер кескін симметриялы болса, онда өлшем сызығын симметрия осьіне жүргізуге және қарама-қарсы бағытта белгілермен аяқтауға рұқсат етіледі.

Бір материалдан жасалған капиталды қабырғалар сызбада бұзылмай көрсетілген.

Құрылыс сызбасында үй-жайлардың өлшемдері осьтер бойынша келтірілген. Бөлімдердің қалыңдығы 100 мм тең болуы тиіс.

Құрылыс сызбасын салудан бұрын сіз келесі сұрақтарды түсінуіңіз тиіс:

1. Ғимараттың қабаты қандай?
2. Сыртқы капитал қабырғалары қай жерде орналасқан, олардың қалыңдығы мен байланысы қандай.
3. Ішкі, күрделі қабырғалар қай жерде орналасқан, олардың қалыңдығы мен байланысы қандай.
4. Күрделі қабырғалар мен бөлімдер планның бейнесінде несімен ерекшеленеді.
5. Жоспарда баспалдақ көрсетілген жерде.
6. Сіздің тапсырмаңызда қандай қабат жоспары көрсетілген.
7. Пәтердің орналасуы қандай.
8. Ғимараттың кесу сызбасын оқып отырып, студент келесі сұрақтарға жауап беруі тиіс:
9. Негізгі қабырғалар қайда орналасқан.
10. Еденнің биіктігі қандай, бөлменің едендік қалыңдығы.
11. Ғимараттың жалпы биіктігі қандай.

4.6 Практикалық тапсырмалар

1-тапсырма. В нүктесін жерге 227,50м жобалық биіктікте тұрғызыңыз, егер 225,130м биіктікте А бастапқы нүктесінде орнатылған персонал туралы есеп 1,420м болса.

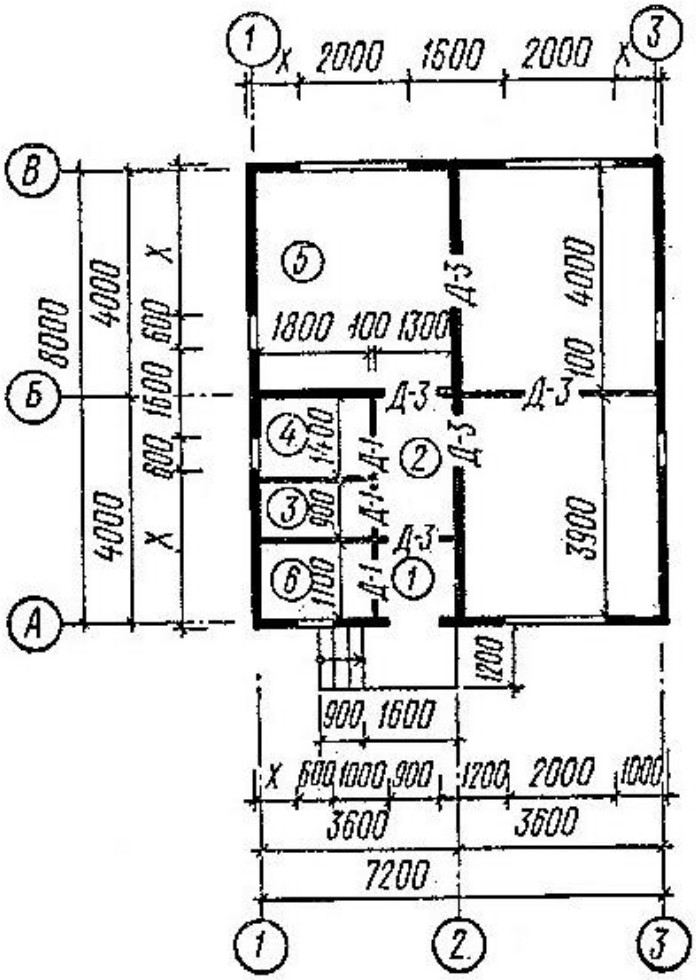
2-тапсырма. Т30 теодолиті бар жерге бұрыш жасаңыз. Жобалау бұрышын құрудың берілген дәлдігі 45». ВПР жобалық бұрышының мәні = 73°36,0'. DA-C қашықтығы = 70 м. В нүктесіне есептеу (СШ)= 117°42,5', (СО)= 297°43,0'. Тапсырмаларды сурет 4.5 бойынша орындау.

3-тапсырма. Құрылыс жоспарын салу қажет.

Ғимараттың еден жоспарын 1:75 масштабына салу қажет. Х белгісімен белгіленген өлшемдерді жарамды өлшемдермен ауыстырыңыз. Шартты белгілерді қолдану қажет: байланыстырғыштары бар терезе саңылаулары,

төрттен бір бөлігі жоқ есіктер, сантехникалық жабдықтар. Тапсырманы қарындашпен А-4 форматындағы қағаз парағында орындаңыз.

Тапсырмада сандар келесі бөлмелерді көрсетеді: 1-тамбур, 2-дәліз, 3-дәретхана, 4-ванна бөлмесі, 5-ас үй, 6-жылытуды ұйымдастыруға арналған бөлме, 7-сақтау бөлмесі Сурет (4.29).



Сурет 4.29 - Құрылыс жоспары

Шлак бетоннан жасалған сыртқы күрделі қабырғалардың қалыңдығы 400 мм. 1, 2, 3 және Б осьтері бойынша орталық, А және В осьтері бойынша бір жақты байлау. Төртігі жоқ терезе мен есіктердің ойықтары.

Өзін-өзі бақылауға арналған сұрақтар

1. Құрылыстағы Геодезиялық жұмыстарды ұйымдастыру.
2. Құрылыс үшін инженерлік-геодезиялық зерттеулерді қандай нормативтік құжаттар реттейді?
3. Технологиялық жабдықты монтаждау үшін қолданылатын аспаптар.
4. Бөлу сызбасында не көрсетілуі тиіс?
5. Жоба элементтерін жерге ауыстыру әдістерін атаңыз.

6. Қаланың бас жоспарының негізгі мақсаты қандай?
7. Қала жоспарындағы қызыл сызық дегеніміз не?
8. Құрылымдардың атқарушылық түсіруі қандай мақсатта орындалады?
9. Бедерлі ұйымдастыру планын құру міндеті қандай?
10. Жобалық және жұмыс белгілері. Нөлдік жұмыс нүктелерінің орнын анықтау.

Қысқаша тұжырымдар

Қазіргі заманғы өндірістік құрылымдар әртүрлі кеңістікті жоспарлау және құрылымдық шешімдерімен ерекшеленеді және оларды жобалау мен салуда топографиялық-геодезиялық және инженерлік-геодезиялық жұмыстардың әртүрлі түрлерін қажет етеді.

Ұсынылатын оқулар мен қосымша дереккөздердің тізімі

1. Геодезические работы при планировании и застройке населённых пунктов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://centrgeodezii.ru/inform/ogeodezii/geodezicheskie-raboty-stroitelstvo/naseljonnye-punkty.html (дата обращения: 10.07.20)
2. Тихомиров С.Г. Строительные чертежи. Схемы: Учеб.-метод. пособие /Под ред. А.Г. Буткарева. СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. 30 с
3. Черкас, Л.А. Инженерная геодезия: метод. рек. / Л.А. Черкас. – Гродно: ГрГУ, 2009. –79 с

5-БӨЛІМ. ТОПОГРАФИЯЛЫҚ-ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ИНЖЕНЕРЛІК-ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ЖҰМЫСТАРДЫ ӨҢДЕУГЕ АРНАЛҒАН ГЕОАҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Оқу мақсаттары:

Осы модульден өткеннен кейін студенттер:

1. Геоақпараттық жүйелер теориясының мазмұнын сипаттау.
2. Цифрлық карталарды жасау үшін қолданылатын кәсіби бағдарламалық өнімдерді атаңыз.
3. Corel Draw бағдарламасын пайдаланып картаның үзіндісін жасаңыз.

Осы сызбада «Геодезия және картография» курсы бойынша барлық модульдер көрсетілген. Курсты игерудің ұсынылған дәйектілігі - төменнен жоғары. Шеберлік нивелирі курс сызбасы бойынша жылжытылған сайын жоғарылайды. Бұл бөлімде Модуль 8 «Топографиялық-геодезиялық және инженерлік-геодезиялық жұмыстарды өңдеу және геоақпараттық жүйелерді игеру үшін геоақпараттық технологияларды пайдалану» мазмұны сипатталған.

Курс сызбасы:

ГЕОДЕЗИЯ ЖӘНЕ КАРТОГРАФИЯ

- Модуль 10. Инженерлік құрылыстарды салу және пайдалану кезінде инженерлік жұмыстарды орындау
- Модуль 9. Топографиялық-геодезиялық өндірісті ұйымдастыру-техникалық, құқықтық, метрологиялық, кадастрлық талаптармен қамтамасыз ету
- Модуль 8. Топографиялық-геодезиялық және инженерлік-геодезиялық жұмыстарды өңдеу үшін геоақпараттық технологияларды пайдалану және геоақпараттық жүйелерді игеру
- Модуль 7. Топографиялық-геодезиялық және инженерлік-геодезиялық жұмыстардың негізгі
- Модуль 6. Алаңдық және желілік құрылыстардың инженерлік-геодезиялық жұмыстарын орындау
- Модуль 5. Құрылыстарды іздестіру және салу кезінде инженерлік-геодезиялық жұмыстарды орындау
- Модуль 4. Геодезиялық жүрістер мен желілерді теңестіру
- Модуль 3. Аэрофототопографиялық әдістермен түсірілімдерді орындау үшін жоспарлы-биіктік негіздемесін жасау
- Модуль 2. Топографиялық-геодезиялық жұмыстардың негізгі түрлерін орындау
- Модуль 1. Жоспарлы және биіктік негіздемесін жасау және топографиялық түсірілімдерді

Алдын-ала талаптар: Осы модульмен жұмыс жасамас бұрын студенттер Модуль 5, 6 және 7 тынысуы тиіс.

Қажетті оқу материалы:
1. Жазуға арналған дәптер;
2. Калькулятор;
3. Компьютер.

5.1 Геоақпараттық жүйе (ГАЖ)

Геоақпараттық жүйе (ГАЖ) - бұл нақты әлемдегі объектілер мен оқиғаларды картаға түсіруге және талдауға арналған заманауи компьютерлік технология. ГАЖ кеңістіктік ақпарат қабаттар түрінде ұйымдастырылған [41], олардың әрқайсысы жалпы қасиеттері немесе функционалдық белгілері бар объектілерді біріктіруге негізделген цифрлық модель болып табылады (Сурет 5.1).

Сурет 5.1 - Деректерді қабатты ұйымдастырудың мысалы

Географиялық ақпараттық жүйелер бір немесе басқа түрде жүздеген жылдар бойы өмір сүріп келеді. Олардың белсенді дамуы XX ғасырдың 50-60 жылдарындағы экономиканы ақпараттандырумен және компьютерлендірумен байланысты. Қазіргі уақытта кеңістіктік талдау әдістері белсенді түрде қалыптасуда, мамандандырылған мәліметтер базасын құруға болады. 70 жылдары КСРО навигацияда географиялық ақпараттық жүйелерді пайдалану бойынша эксперименттік жобалар жүзеге асырылды.

ГАЖ негізгі элементтері: аппараттық құралдар, деректер, орындаушылар.

Бағдарламаның кәсіби пайдаланушылары - жүйеге қызмет көрсетумен айналысатын техникалық білімі бар адамдар. Сонымен қатар, күнделікті мақсаттар үшін электронды географиялық карталарды мамандар күнделікті қолданады.

Геоақпараттық жүйелердің мүмкіндіктері ғылыми және қолданбалы міндеттерді, қалалық және өңірлік жоспарлау мәселелерін шешу кезінде,

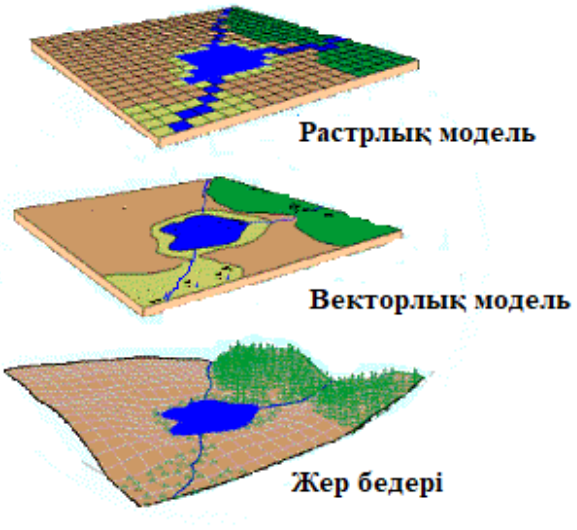
төтенше жағдайлар (ТЖ) және т.б. жағдайларда жедел шараларды іске асыру кезінде ерекше талап етіледі.

ГАЖ растрлық және векторлық графикалық деректермен де жұмыс істей алатындығы маңызды. Бұл кеңістіктік ақпаратқа байланысты кез-келген мәселелерді тиімді шешуге мүмкіндік береді. Айта кету тиіс, векторлық және растрлық мәліметтер типтері бір-бірінен айтарлықтай ерекшеленеді.

Векторлық модельдер х және у координаттар жиынтығы ретінде сақталатын нүктелер, көпбұрыштар, сызықтар туралы ақпаратты сипаттайды және шифрлайды. Нүктенің орналасқан жері (мысалы, бұрғылау ұңғымасы) координаталар жұбымен сипатталады, ал сызықтық объектілер (жолдар, құбырлар және т.б.) х, у координаттар жиынтығымен анықталады. Жер учаскелері, су жинағыштар және т.б. туралы деректер координаталардың тұйық жиынтығы түрінде шифрланады (Сурет 5.2).

Векторлық модель дискретті объектілерді сипаттау үшін ең ыңғайлы, бірақ үздіксіз өзгеретін қасиеттерді нашар сипаттайды. Осы мақсаттар үшін растрлық модельдер қолданылады. Нүктелік кескін - бұл жеке элементар компоненттер үшін мәндер жиынтығы. Әрбір сипатталған модельдің артықшылықтары мен кемшіліктері бар.

Бірақ ақпараттық жүйелерде олар бір-бірін толықтырады. Олардың мүмкіндіктерін кешенді пайдалану осындай салалардағы әртүрлі мәселелерді шешу үшін сапалы ақпарат алуға мүмкіндік береді, мысалы: жер учаскелерінің шекараларын анықтау, инженерлік ізденістер, аумақтарды дамыту және оларды ұйымдастыру, ауылшаруашылық және экологиялық жобаларды іске асыру, төтенше жағдайларды болжау және т.б.



Сурет 5.2 - Векторлық модельдер

Геоақпараттық жүйелерді құру және жаңарту геодезиялық жұмыстардың нәтижелеріне негізделеді. Геодезиялық инженерлер бедерді өлшейді және қажетті сипаттамаларды көрсете отырып, объектілердің

орналасқан жерін ГАЖ енгізеді. Олардың жұмысының негізгі тәсілдері мен әдістері: аэрофототүсіру, жерсеріктік үйлестіру, жерді зерттеудің және түсірудің далалық әдістері, сондай-ақ математикалық-картографиялық модельдеу.

Кез келген ГАЖ автоматтандырылған картографиялық жүйеге негізделген. Бұл карталарды құру мен пайдалануды қамтамасыз ететін бағдарламалық құралдар мен жабдықтардың жиынтығы. Әрине, мұндай ақпараттық кешеннің жұмысы «қолмен» талдау деп аталатын белгілі проблемаларды жояды (олардың негізгілері: салыстырмалы түрде төмен дәлдік пен тиімділік). Бұл әсіресе бедер карталары, морфометриялық карталар, сондай-ақ әр түрлі карталарға негізделген өзгерістер карталары сияқты құжаттар үшін өте маңызды.

Геоақпараттық картографиялаудың ең өзекті және талап етілетін бағыттарының бірі - жедел картографиялау. Оның басты міндеті - пайдаланушыға нақты уақыт режимінде ақпарат беру. Осы мақсатта деректер үнемі жаңартылып, өңделеді, визуализацияланады. Сонымен қатар, тіркелген процестер мен құбылыстарды бақылау және бақылау қолданылады. Айта кету тиіс, осы бағыттағы геоақпараттық технологиялардың белсенді дамуы картаның, перспективалық суреттің, блок-диаграмманың және компьютерлік анимацияның қасиеттерін біріктіретін ақпараттық өнімдердің пайда болуына әкелді.

5.2 Геодезиялық бағдарламалар: түрлері мен мақсаты

Геодезиялық бағдарламалар-дайындық, есептеу, теңестіру және графикалық жұмыстар сатысында өндірістік процестерді техникалық жеңілдететін және жеделдететін сөзсіз зияткерлік көмекшілер. Заманауигеодезиялық жұмыстар компьютерлік технологиялар мен бағдарламалық қамтамасыз етусіз мүмкін емес. Электрондық геодезиялық жабдық барлық далалық өлшеулерді сақтау құрылғыларына жазуға және өңдеу үшін тиісті бағдарламалық өнімдерге жіберуге мүмкіндік береді. Керісінше, барлық дайындалған бастапқы деректер бөлу жұмыстарын орындау үшін компьютерден электронды құрылғыларға жүктеледі. Бұл адам факторының әсерінен өрескел қателіктердің әсерін болдырмай, еңбек өнімділігін, жұмыстың дәлдігін арттыруға мүмкіндік береді.

Геодезиялық технологиялық процесті автоматтандыруды қолдана отырып олардың көмегімен геодезиялық далалық өлшеулерді математикалық өңдеу және есептеу жүзеге асырылатын қолданбалы бағдарламаларға деген қажеттілік туындайды. Мұндай қолданбалы бағдарламалар әдетте міндеттердің белгілі бір түрін шешу үшін жасалады. Кейде бағдарламалардың құрылысы бір-бірінен тәуелсіз жеке блоктардан (модульдерден) тұрады және тұтас бағдарламалық кешендер болып табылады. Соңғы жылдары бұл геодезиялық жұмысшылар арасында танымал бірыңғай бағдарламалық модульдері бар бағдарламалық кешендер. Олар

ортақ бағдарламалық кешен жүйесіндегі және жеке алынған бағдарламалардағы әртүрлі мәселелерді белгілі бір форматта шешеді [42].

Геодезиялық бағдарламалардың түрлері. Геодезиялық бағдарламалардың барлық пакетін екі түрге жіктеуге болады:

- жалпы пайдалану;
- мамандандырылған.

Жалпы бағдарламаның тән мысалы - Microsoft Excel кестелері. Бұл кестелерде белгілі бір күрделіліктің математикалық формулаларын және кез-келген деректер көлемін қолдана отырып, геодезиялық есептеулер мен есептеулерді қолдануға болады. Формулаларды кесте ұяшықтарына енгізу, оларды бастапқы және басқа (есептелген) мәліметтермен толтыру, олармен белгілі бір әрекеттер тізбегін қолдану арқылы түпкілікті нәтиже алынады. Әрине, Excel кестелерін пайдалану жартылай автоматты режимге ие, себебі бастапқы деректер қолмен енгізіледі. Тәжірибеде қолданған кезде бірнеше рет пайдаланылған стандартты жұмыс түрлері геодезиялық есептерді өңдеу жылдамдығына оң әсер етеді. Excel көмегімен есептеу жұмыстарының келесі түрлерін орындауға болады:

1. тура геодезиялық тапсырма (белгілеу);
2. кері геодезиялық тапсырма (белгілеу);
3. теодолиттік жүрістерді өңдеу;
4. нивелирлік жүрістерді өңдеу;
5. учаскелердің ауданын анықтау;
6. жобалық жазықтықтардан ауытқуларды анықтау;
7. көлемін анықтау;
8. және басқа да көптеген қолданбалы міндеттер.

Жартылай автоматты процесс немесе қате енгізілген алгоритм кейде кейбір қателіктерге және дұрыс емес тұжырымдарға әкелуі мүмкін екені түсінікті. Геодезиялық өлшеулерді сенімді өңдеу үшін тиісінше, толық автоматты процесс және бағдарламалық қамтамасыз етулымның дұрыс жасалған алгоритмі қажет. Мұндай бағдарламаларды таңдау және қажет болған жағдайда бағдарламалық өнімнің бүкіл кешенін құру қазіргі заманғы кәсіпорындардың алдында және тиімді және сапалы жұмыс мақсаты болып табылады.

*Мамандандырылған геодезиялық бағдарламалар***.** Геодезиялық өндірістің шешілетін міндеттерінің үлкен ауқымында қолданылады. Олардың сорттары стандартты және жеке бағдарламалар болып табылады.

Әзірлеушілер орнатқан белгілі бір әрекеттер тізбегі бар шаблондар жиынтығы әдетте стандартты бағдарламалармен ұсынылған. Оларды пайдалану үшін қарапайым функциялар жиынтығы қолданылады және арнайы математикалық және кәсіби білімді және өлшеуді өңдеудің нәзік жақтарын қажет етпейді. Қажетті тапсырманы дәл шешу үшін сізге белгілі бір операциялар жиынтығын орындау тиіс. Мұндай бағдарламаларға тән мысал ретінде беларуссиялық «Credo-Диалог» компаниясының «Credo» атауымен бірдей бағдарламалық кешенін келтіруге болады. Бұл

бағдарламалық өнімнің жалпы тұжырымдамасы барлық технологиялық процестерді, негізгі жұмыстарды, жобалауның әртүрлі нұсқаларын, кадастрлық, инженерлік және маркшейдерлік тапсырмаларды бірыңғай қамтамасыз ету және үздіксіз өңдеу мүмкіндігінен тұрады. Сондай-ақ, бағдарламалардың әр түрін жеке-жеке пайдалану мүмкіндігі.

Төменде ең танымал векторлық және растрлық ГАЖ бағдарламалық қамтамасыз етулымды қысқаша қарастырылады.

1. Credo бағдарламалық өнімдері.

Теодолиттік және полигонометрия жүрістерінің өңдеу және есептеу жұмыстарын автоматтандыру, оларды теңестіру, Тахеометриялық түсіруді ресімдеу және қолданбалы геодезиялық міндеттерді орындау үшін Credo dat бағдарламасының модулі көзделген.

Биіктік белгілерін анықтау және нивелирлік жүрістерді өңдеу, биіктік желілерін құру немесе қайта құру кезінде, құрылыстар негіздерінің шөгінді деформацияларын биіктікте бақылау кезінде Credo-нивелир модулі және тиісінше Credo-деформацияларды есептеу қолданылады.

ЦММ құру, топографиялық пландар, сызықтық зерттеулер жасау үшін инженерлік зерттеулердің барлық түрлерін орындау кезінде Credo-топоплан, сондай-ақ Credo-сызықтық зерттеулер қолданылады.

Мемлекеттік тірек, түсіру және бөлу желілерін қалыптастыру кезінде геоцентрлік кеңістіктік, геодезиялық тікбұрышты координаталарды айырбастау үшін Credo-транскор, Credo-GNSS, Credo-dat professional қолданылады.

Ашық тау-кен, құрылыс, ландшафт және жер массаларының қозғалысымен байланысты басқа жұмыстардың маркшейдерлік-геодезиялық қамтамасыз етілуін орындау кезінде Credo-көлем блогы сәтті қолданылады.

«Кредо-Диалог» фирмасының геология, кадастр, көлік, тау-кен ісі, бас пландар мен сметаларды құрастырумен байланысты көптеген басқа стандартты бағдарламалық модульдері бар.

Жеке бағдарламалар дегеніміз-оларды жеке жобалар немесе ұйымдар үшін әзірленген арнайы жұмыс түрлерін өңдеуден кейін жасау.

2. AutoCAD бағдарламалық өнімдері.

Олар геодезиялық ортада ең танымал және танымал болып саналады. Жобалауды, жобалауды, сызуды автоматтандыруды қамтамасыз етуге арналған әмбебап платформалар. Техникалық мүмкіндіктеріне, құрылыстардың жоғары дәлдігіне және басқа қолданбалы өнімдермен өзара әрекеттесуіне байланысты Autodesk бағдарламалары геодезиялық салада кеңінен қолданыла бастады. Мұндай бағдарламаларға мыналар жатады:

- көптеген зерттеушілер қолданатын стандартты AutoCAD бағдарламасы;
- AutoCAD Civil 3D;
- AutoCAD Map 3D.

Барлық AutoCAD бағдарламалық қамтамасыз етулымында ыңғайлы интерфейс, көптеген функционалды мүмкіндіктер бар, олар кітаптардың

көлеміне арналған. Пішімі жоқ .dvgсыз геодезистердің жұмысын елестету мүмкін емес. Мысалы, құрылыстағы кез-келген дайындық кезеңі DVG форматында жобалық құжаттаманы (бас жоспар, бөлу және басқа еден сызбалары) алудан басталады. Оның көмегімен мыналар жүзеге асырылады:

- Excel кестелерімен байланыс;
- динамикалық блоктарды пайдалану;
- қабаттарды қолдана отырып жұмыстарды ұйымдастыру;
- динамикалық кеңестер және жылдам қасиеттер мәзірі;
- файлдарды бөлісу және сақтау;
- PDF файлына қайта пішімдеу және экспорттау;
- DWF файлдарын импорттау және жариялау;
- 3D модельдерін визуализациялау және басып шығару;
- жеке ерекшеліктеріне бейімделу;
- пайдаланушылардың іс-әрекеттер реттілігін жазу;
- таспа интерфейсін орнату және пайдалану;
- AutoCAD негізіндегі басқа мамандандырылған қосымшалар (GeoniCS);
- беттерді модельдеу;
- нүкте бұлттарымен қолдау;
- және басқа да көптеген функциялар.

AutoCAD Civil 3D бағдарламалық Модулінің құрамында жобалық функциялардан басқа жерге орналастыру жұмыстарын, геокеңістіктік талдауды, құрылыс алаңдары мен трассалардағы геодезиялық жұмыстарды, жер массаларын есептеуді қолдануға мүмкіндік беретін таза «Түсіру» геодезиялық блогы және басқалары бар.

AutoCAD Map 3D модулі карталардың барлық түрлерін, AutoCAD жүйесіндегі топографиялық түсірудің, кеңістіктік геоақпараттың негізінде 3D модельдерін жасауға және оларды алмасуға мүмкіндік береді.

3. GeoniCS бағдарламалық кешені.

Autodesk (AutoCAD, AutoCAD Civil3D, AutoCAD Map3D) компаниясының қосымшаларына негізделген және отандық технологиялар мен стандарттарға бейімделген танымал жобалау-геодезиялық платформа. Оның мақсаты жобалау процесін автоматтандыру, зерттеу, құрылыс, кадастрлық және басқа жұмыстар кезінде топографиялық түсірудің далалық өлшемдерін есептеу. Бүкіл кешен тиісті модульдерге бөлінген. Олардың тізіміне оның көмегімен мыналар жүзеге асыралатын GeoniCS -зерттеу кіреді:

- электрондық жабдықтан далалық өлшеулерді өңдеу;
- геодезиялық желілерді жобалау;
- пландық (биіктік) координаталардың қателерін теңестіру, анықтау;
- Тахеометриялық түсіруді өңдеу және топопландарды құрастыру;
- координаттар каталогын қалыптастыру;
- жобаларды шығару бойынша деректердің есептеулері;

– түсіру нүктелерінің экспорты және сәйкесінше есеп айырысу деректерінің импорты.

Басқа модульдер сонымен қатар есептеу және пост-құрылыс процестерін автоматтандырады, олардың әрқайсысы өз ерекшеліктері бойынша. GeoniCS-инженерлік геология кешенді жүйесінде геологиялық зерттеулер кезінде алынған енгізу және есептеулер жүргізіледі

Geonics-топоплан - бас жоспар-трассалар-желілер кешені түрлі объектілер, трассалар, желілер құрылысына арналған жобалық шешімдерді автоматтандырудың барлық кешенін орындайды. Ол тәуелсіз міндеттерді дербес шешуге арналған жеке аттас блоктардан тұрады.

Әмбебап векторлық ГАЖ арасында ESRI (АҚШ) компаниясының ГАЖ желісі ерекше орын алады [43].

1. ArcGIS 9 бағдарламалық өнімдер тобы.

ESRI, ГАЖ саласындағы танымал көшбасшы, ArcGIS 9 бағдарламалық өнімдерінің тобын ұсынады. ArcGIS 9 платформасы ірі мемлекеттік және коммерциялық ұйымдарды тиімді басқарудың ақпараттық жүйесінің негізін құрайтын корпоративтік ГАЖ құрудың оңтайлы шешімі болып табылады.

ArcGIS 9 компьютерлік саланың стандарттарына, соның ішінде com, NET, Java, XML, SOAP Объектілік архитектурасына негізделген, ол жалпы қабылданған стандарттарға, ұсынылған шешімдердің икемділігіне, өзара әрекеттесудің кең мүмкіндіктеріне қолдау көрсетеді. ArcGIS 9 іргелі архитектурасы оны көптеген қолданбалы салаларда және ГАЖ пайдаланушыларының жұмысын ұйымдастырудың әртүрлі нивелирлерінде пайдалануды қамтамасыз етеді.

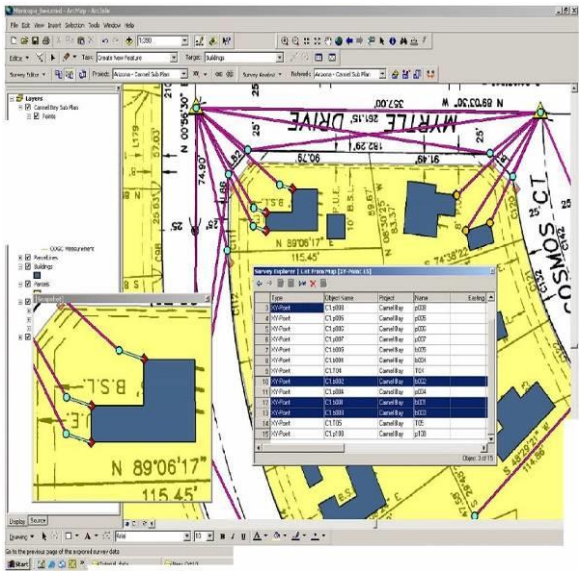
Геодеректер базасы-ESRI компаниясы жасаған, векторлық және растрлық, мекенжайлық нүктелер, геодезиялық өлшемдер деректері және басқа да көптеген деректердің құрылымы мен сақталу ережелерін анықтайтын модель. Бұл модель гетерогенді деректерді тиімді сақтауға және оларды күрделі жобалар мен жүйелерде оңай пайдалануға мүмкіндік береді. Геодеректер базасында пайдаланушылар кеңістіктегі өзара байланысты объектілер мен объектілер кластарының мінез-құлқын анықтайтын және деректердің тұтастығын қамтамасыз ететін ережелер мен қатынастарды орната алады. Модельді көп ойыншы режимінде де, офлайн режимінде де нұсқаларды синхрондау мүмкіндігімен өңдеуге болады (Сурет 5.3).

ArcGIS9: деректерді кеңістіктік талдау, конверсиялау, деректерді басқару, геокодтау, динамикалық сегментация, картография, растрлермен жұмыс; оверлей операцияларын орындау құралдарынан, буферлік аймақтарды құру, кеңістіктік заңдылықтарды анықтау және деректерді басқару құралдарынан растрларды өңдеудің кеңейтілген мүмкіндіктеріне дейін, интерполяция әдістерінен және деректердің сапасын бағалаудан, аймақтық сүзгілеуден, көп факторлы талдаудан, растрлық алгебрадан, топологияны құру мен тексеруден, графикалық схемаларды құруға дейінгі 450-ден астам құралдарды қамтиды.

Бұл жүйеде мөлдірлік тәсілін, меншікті немесе дайын стандартты

шартты белгілерді, штриховкаларды, градуирленген символдарды, картограммалар мен диаграммаларды пайдалана отырып, рамалық ресімдеудің барлық қажетті элементтері бар сапалы картографиялық өнімдерді өндіруге арналған дамыған құралдар бар. Сондай-ақ, желілік объектілердің сызбаларын автоматты түрде құру, уақыт өте келе өзгеретін деректерді ұсыну, сонымен қатар ГАЖ қолдану аясын кеңейтетін 3D визуализация мүмкіндігі бар.

ArcGIS-те бедердің цифрлық модельдерін, ғарыштық және аэросуреттерді, кез-келген векторлық деректерді және объектілердің фотореалистік модельдерін қолдана отырып, жергілікті нивелирдегі және бүкіл жер масштабындағы кеңістіктік мәліметтер негізінде нақты виртуалды 3D сахнасын тез жасауға болады.



Сурет 5.3 - ГАЖ ArcGIS 9 көрінісі

ArcGIS 9 тобының бағдарламалық өнімдерінің қатарында жұмыс үстелі ГАЖ ерекше орын алады. Бұл геоақпараттық жүйелер жергілікті және корпоративтік нивелирдегі бірқатар міндеттерді шешеді. ArcGIS 9 отбасының ESRI жұмыс үстелі өнімдері (ArcView, ArcEditor, Arclnfo) жалпы сәулет пен интерфейсті біріктіреді. Сонымен қатар, олар ArcMap (картографиялық есептерді шешу), ArcCatalog (жергілікті немесе Интернет арқылы кеңістіктік деректерге қол жеткізу және басқару) және ArcToolbox (кеңістіктік деректерді гео-өңдеу) бірыңғай базалық қосымшаларын пайдаланады, бірақ өнімдер функционалдығы, гео-өңдеу және кеңістіктік талдау құралдарының саны бойынша ерекшеленеді. Бұл бағдарламалық қамтамасыз етулымды толығырақ қарастырыңыз.

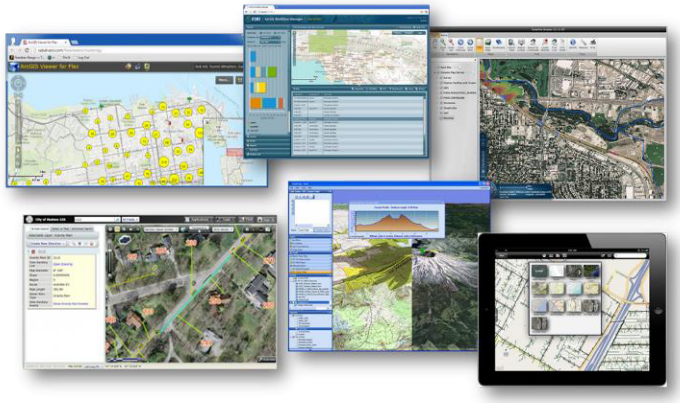
ArcGIS ArcView - ArcGIS 9 тобының негізгі өнімі, кеңістіктік деректерді құруға, басқаруға, талдауға және визуализациялауға арналған қуатты құралдар жиынтығы бар толық функционалды ГАЖ.

ArcGIS ArcEditor - Arc View функционалдығын геодеректер базасын құру және модельдеу мүмкіндіктерімен үйлестіреді. Бірегей механизм тұтастықты және геоденелік негіздерді көп қолданушы өңдеуді, нұсқаларды басқаруды, топология мен геометриялық желілерді құруды қамтамасыз етеді.

ArcGIS ArcInfo - жоғарыда аталған өнімдердің (ArcView, ArcEditor) - функционалдығын кеңістіктік талдау және гео өңдеуге арналған қуатты құралдар жиынтығымен кеңейтеді.

ArcGIS 9 тобында серверлік ГАЖ бағдарламалық құралдары да бар (Сурет 5.4).

ArcGIS Server шексіз толық функционалды жұмыс орындары бар корпоративті ГАЖ құруға арналған: клиентт жұмыс үстелі де, веб-қосымша да бола алады. ArcGIS Server стандартты NET және J2EE веб-серверлерімен жұмыс істейтін веб-қосымшаларды, веб-қызметтерді және басқа да корпоративті қосымшаларды құруға арналған құралдар жиынтығын ұсынады, ресурстарды орталықтандырылған басқаруды қамтамасыз етеді: карталар, геокодтау қызметтері және қосымшаларға қосылған бағдарламалық объектілер.



Сурет 5.4 - ArcGIS Server

ArcIMS-геокодтау, түрлі критерийлер бойынша деректерді талдау және іздеу мүмкіндігімен интернет/интернет желілерінде кеңістіктік деректерді және картографиялық өнімді жариялауға арналған өнім. Портал шешімдерін құруға негіз болады, стандартты веб-серверлердің басқаруымен жұмыс істейді.

ArcSDE-сыртқы Дерекқордың (Oracle, Microsoft SQL Server, IBM DB2 және Informix) басқаруымен кеңістіктік деректерді сақтауды қамтамасыз етеді. Ақпаратты ұсыну және сақтау үшін объектілік-реляциялық модель қолданылады - объектілердің геометриясын ғана емес, сонымен қатар олардың мінез-құлқын, ережелерін, объектілердің басқа кластарымен және геодеректер базасының объектілерімен байланысын сипаттауға мүмкіндік беретін геодеректер базасы. Деректердің әртүрлі нұсқаларымен жұмыс істеуге, ұзақ өңдеу сеанстарына және офлайн өңдеуге қолдау көрсетіледі.

ArcSDE ArcGIS-ті басқа ГАЖ және АЖЖ біріктіруді қамтамасыз етеді.

Әзірлеушілер үшін ArcGIS Engine ұсынылады-жеке ГАЖ қосымшаларын құру үшін ендірілген бағдарламалық компоненттер мен құралдар кітапханаларының жиынтығы. ArcGIS Engine жұмыс үстелі ГАЖ барлық функцияларын әзірленген қосымшаларда жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

Мобильді құрылғыны пайдаланушылар үшін ArcPad мобильді ГАЖ бағдарламалық құралдары ұсынылады. ArcPad GRS қабылдағыштарын, цифрлық камераларды және басқа құрылғыларды қолдана отырып, өрістегі кеңістіктік деректерді жедел жинауға, дербес өңдеуге мүмкіндік береді. ArcP AD ArcGIS жұмыс үстелі өнімдерімен (ArcView, ArcEditor, Arclnfo) біріктірілген, Windows CE және Pocket PC операциялық жүйелерінің басқаруындағы мобильді құрылғыларда жұмыс істейді.

Сондай-ақ, ArcGIS отбасы үшін ESRI әртүрлі қолданбалы мәселелерді шешуге арналған қосымша модульдердің кең спектрін ұсынады.

2. Бағдарламалық құралдар ГАЖ MapInfo Professional 8.5.

Mapinfo Professional 8.5 әмбебап ГАЖ MapInfo Corp компаниясы жасаған. (АҚШ). Көптеген бағалаулар бойынша ол таралуы бойынша ТМД екінші орынға ие. Жұмыс үстелі ГАЖ бола отырып, бұл жүйе пайдаланушылардың кең ауқымына бағытталған (Сурет 5.5).

Жүйеде теориялық емес кеңістіктік деректермен жұмыс істеуге арналған үлкен функциялар жиынтығы бар. Жүйеде деректерді сақтау үшін кестелер қолданылады. кесте атрибуттық және кеңістіктік деректерді сақтайтын реляциялық мәліметтер базасын білдіреді. Әрбір осындай кесте карта қабаты ретінде ұсынылуы мүмкін. MapInfo Professional ГАЖ бірнеше кесте түрлері қолданылады: қарапайым векторлық, растрлық, тігілген, сыртқы, уақытша. Сондай-ақ, деректерді сақтау үшін Oracle және Microsoft SQL сервері сияқты сыртқы ДҚ басқарылатын мәліметтер базасын пайдалануға болады.

MapInfo Professional ГАЖ картографиялық деректерді визуализациялау және редакциялау құралдары (Сурет 5.5), тақырыптық картаға түсіру құралдары (қашықтық өлшегіштер, диаграммалар, өлшемді таңбалар, нүктелердің тығыздығы, жеке мәндер) бар.

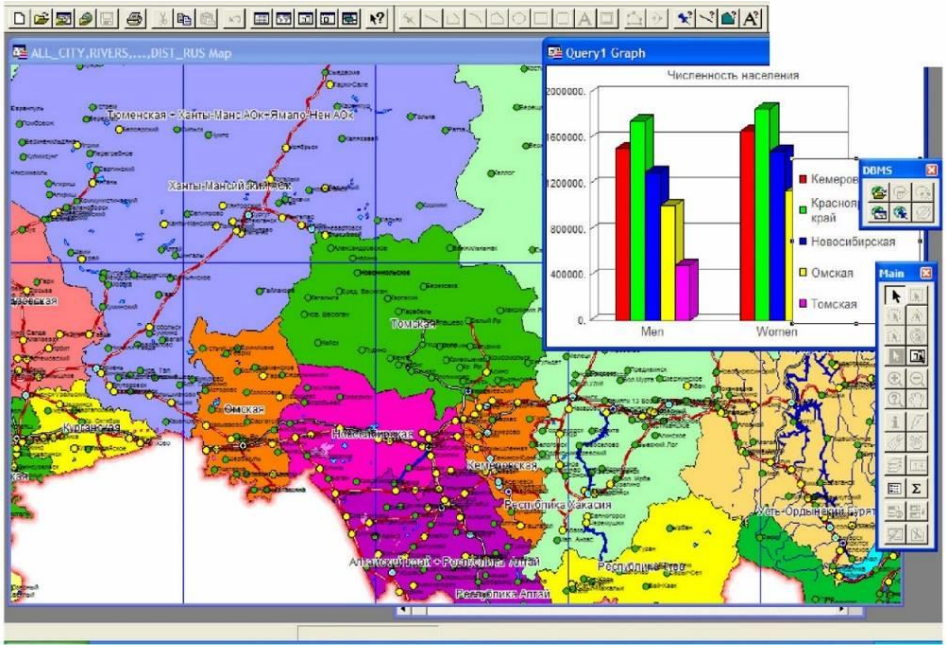
Растрлық суреттермен жұмыс істеу үшін жүйеде екі режим бар: тіркеу және онсыз. Біріншісі координаталық байланыстырылған растрларды векторлық деректермен біріктіру үшін қолданылады, ал екіншісі оларды көру үшін ғана қолданылады. MapInfo Professional көптеген графикалық форматтарды қолдайды, соның ішінде Жерді қашықтықтан зондтау деректерін сақтау үшін қолданылады.

Жүйеде әртүрлі графиктерді (сызықтық, бағандық, дөңгелек, алаңдық, үш өлшемді және т.б.) қалыптастыруға мүмкіндік беретін іскерлік графиканың дамыған құралдары бар. Барлық графиктер кестелерде сақталған мәліметтерге сәйкес жасалады. ГАЖ қалыптастырылған барлық деректер (картографиялық, кестелік, іскерлік графика және т.б.) баспаға шығарылуы

мүмкін.

Ол үшін жүйеде басып шығару макетін құру механизмі қарастырылған.

Бұл жүйенің мүмкіндіктерін кеңейту үшін арнайы mapbasic бағдарламалау тілі қолданылады. Бұл тілдің көмегімен пайдаланушы интерфейсін өзгертуге, ГАЖ жаңа мүмкіндіктер қосуға, карталарды басқаруға және т.б. Сондай-ақ, тілде динамикалық кітапханаларды (DLL) қосу мүмкіндігі бар. MapInfo Corp. компаниясы мен үшінші тарап әзірлеушілері әртүрлі қолданбалы мәселелерді шешуге арналған қосымша модульдерді ұсынады.



Сурет 5.5 - Mapinfo Professional 8.5 ГАЖ бейнелеу құралдары

5.3 Corel Draw графикалық бағдарламасы

Corel Draw сияқты графикалық бағдарламалар көптеген тапсырмалар үшін қолданылады. Бағдарламада жұмыс істей отырып, картограф түрлі-түсті суреттермен айналысады.

Жоғары сапалы түсті кескінді қалыптастыру үшін түстерді цифрлық түрде көрсету қажет, бұл өте қиын міндет. Бүгінгі таңда адамның көзімен ерекшеленетін барлық түстер мен реңктерді жеткізе алатын технология жоқ.

Графикалық бағдарламадағы кез-келген түс түрлі түсті кеңістіктерде пиксельдің түс компонентін есептеу және бір негізден екіншісіне ауысу үшін аналитикалық өрнектерді анықтайтын түрлі-түсті модельде берілген. Түс модельдері нақты әлемде бар түс кеңістігін сипаттау принциптерімен ерекшеленеді.

Барлық графикалық бағдарламалар, әдетте, бірнеше түсті модельдерді қолдайды, сонымен қатар сұр реңктердің моделін қолдайды. Әр

модельде түс реңктерінің көрінісі басқалардан сәл өзгеше, бірақ олардың барлығы суретшінің палитрасы сияқты миллиондаған түрлі түстердің ішінен дұрыс түсті таңдауға мүмкіндік береді.

Corel Draw-суретпен жұмыс істеуге арналған қуатты және терең құралдардың бірі болып табылатын графикалық пакет.

Corel Draw көптеген мәселелерді шешуге арналған сансыз құралдар жиынтығына ие.

Бүгінгі таңда Corel Draw мүмкіндіктері осындай. Құралдар жиынтығын, командаларды, шиыршықтарды, түймелерді, өрістерді, палитраларды, қисықтарды, толтырғыштарды, растрлерді және эффектілерді анықтау қиын, бір сөзбен айтқанда, перспективалар мен жалпы үш өлшемді графиканы қолдана отырып, кез-келген мәселені шешуге болады:

1. Ақ - қара және толық түсті суреттер.
2. Эмблемалар, жапсырмалар, этикеткалар, презентациялар және басқа да жеке «тауарлар».
3. Бірегей жазулары бар түпнұсқалық плакаттар.
4. Қылқаламдар мен бояуларды пайдаланбай, бірақ ең заманауи бейнелеу әсерлерін, компьютерлік графиканы қолдана отырып, көркем туындыларды орындау.
5. Қалауы бойынша кез келген суреттер .
6. Инженерлік сызбалар.

Sorel Draw бағдарламасында «Әкімшілік картаның бөліктерін фондық толтыру» картасының үзіндісін жасау мысалы.

Картаның штрих элементтерін векторлауды орындаңыз:

1. Гидрография;
2. Облыстардың шекаралары;
3. Мемлекеттік шекаралардың

Контурларды фондық толтыруды орындаңыз:

1. Гидрография;
2. Облыстардың аудандары;
3. Мемлекеттік шекаралардың

Жұмысты рәсімдеу:

1. Рамка - қалыңдығы 0,4 мм.
2. «Контурлардың фондық толтырылуы» тақырыбы - Times New Roman қарпі, өлшемі – 16 п (зг).
3. Шығыс деректері - Times New Roman қарпі, өлшемі-14 п (ст).

Жұмысқа қойылатын талаптар:

1. Түстер бір-бірімен үйлесімді болуы тиіс, бір реңкте болуы тиіс.
2. Алаңдарды толтыру облыстардан тыс шықпауы.
3. Ішкі шекараларды толтыру аймақтың фонына қарағанда күңгірт болуы тиіс.

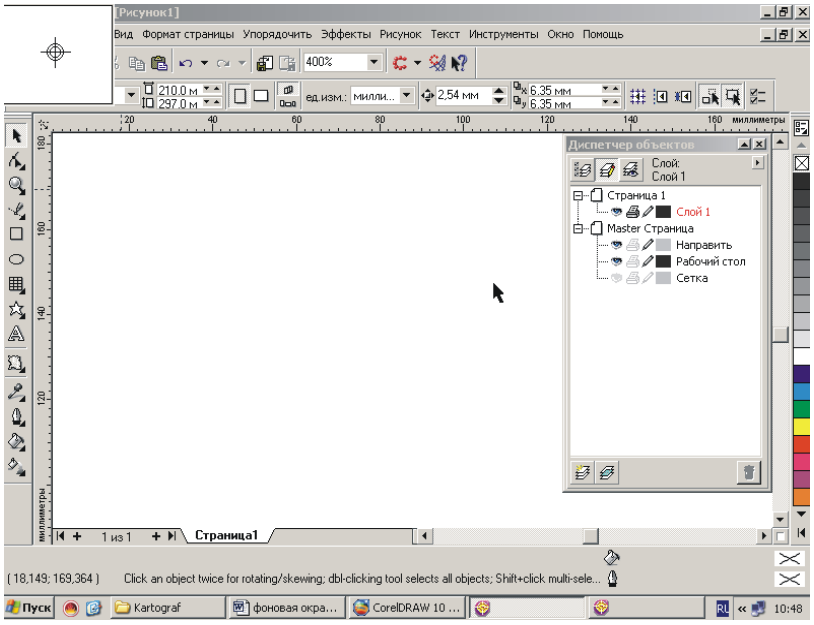
Жұмысты бастау үшін Corel Draw бағдарламасында негізгі картаны ашу тиіс:

1. Іске қосу - Бағдарламалар - Corel Draw - «ок».

2. «Файл» - «Құжатты ашу» командасын орындау, «Құжатты ашу» диалогтық терезесі пайда болады.

3. «Менің компьютерім» / диск С / Картограф / сызу / фондық бояу қалтасына өтіңіз (карта үшін субстрат орналасқан жерде).

4. Бұл файлды «Файл» – «басқаша сақтау» арқылы сақтаңыз (файл атауында топтың аты мен нөмірін көрсетіңіз).



5.6 сурет - Объект менеджері

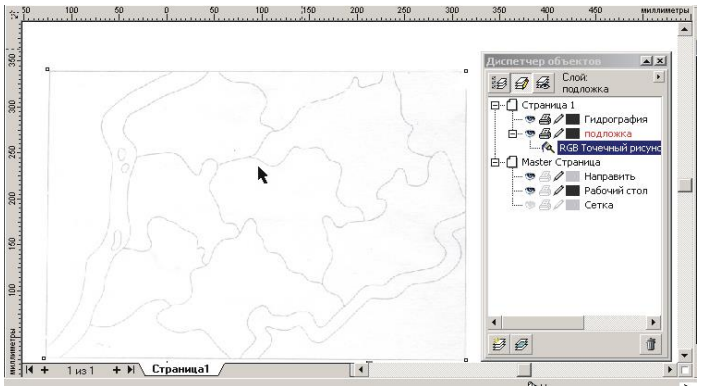
5. «Меню» жолындағы «Құралдар» арқылы «Объектілер менеджерін» таңдаңыз.

6. «Объект менеджері» жұмыс кеңістігінің оң жағында көрсетіледі (Сурет 5.6).

7. 1 қабатты «төсенішті» құру. «Төсеніш» қабатына «Файл» арқылы - «Импорт» төсенішті қояды - жұмыстың нобайлы суреті (Сурет 5.7).

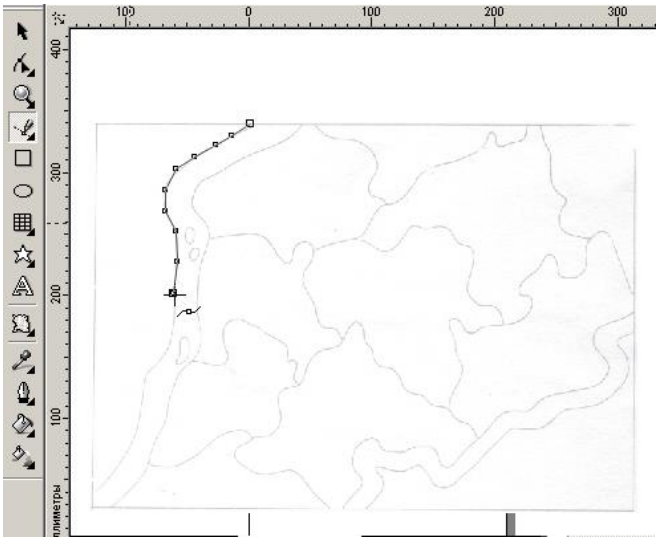
8. 2-қабат «Гидрографияны» құру.

9. Құралдар тақтасында «Безье құралы» таңдау.



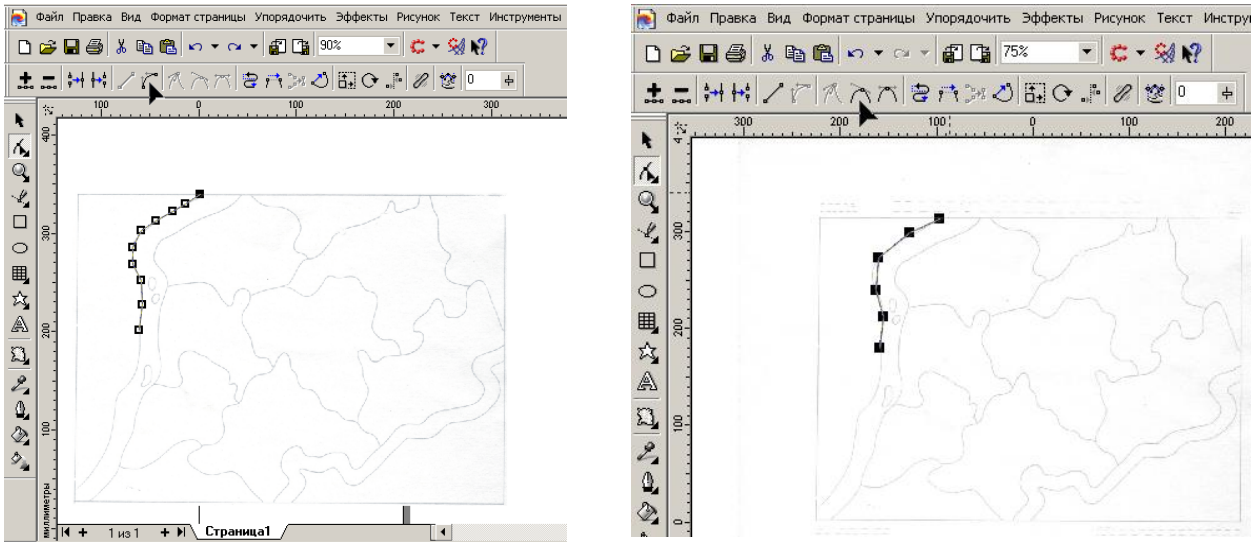
Сурет 5.7 - Төсеніш

10. Гидрография контурларының векторлануын орындау (Сурет 5.8).



Сурет 5.8 - Векторлану

11. Гидрография сызықтарын «нивелирлеуді» орындау. Ол үшін «Нысан құралы» көмегімен объектіні айқындаңыз - «сызықты қисыққа айналдырыңыз», «түйінді тегісті» ету (Сурет 5.9).



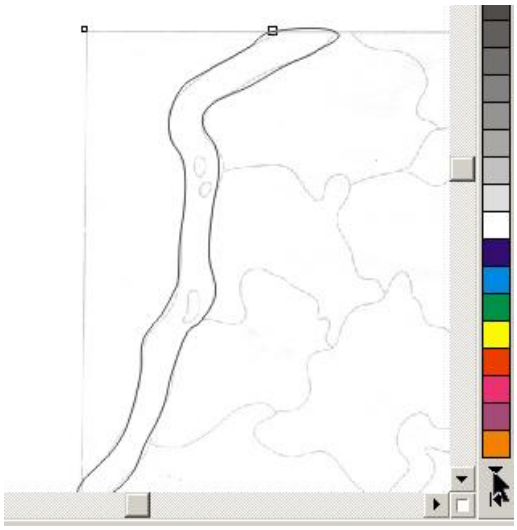
5.9 сурет - Қисық сызықты түрлендіру, және тегіс түйіндер

12. Түстер палитрасын қолдана отырып, гидрографияны толтырыңыз (Сурет 5.10).

13. Жаңа «аймақ» қабатын құру.

14. «Аймақ» қабатында жұмыс жасай отырып, әр аймақтың контурын кезекпен орындаңыз.

15. «Нысанның құралы» көмегімен объектіні айқындай отырып, «Аймақты» түзетуді орындау - «сызықты қисыққа айналдырыңыз», «түйінді тегісті» ету.



Сурет 5.10 - Түстер палитрасымен жұмыс

16. Түстер палитрасын қолдана отырып, әрбір облысты толтыруды орындау.

17. «Аймақтардың шекаралары» қабатын жасаңыз.

18. Құралдар тақтасындағы аймақ шекараларының палитрасын таңдаңыз - сызықтың енін орнатыңыз - «ок».

19. Шекараның түсі аймақтың фонынан гөрі күңгірт болуы тиіс.

20. «Мемлекеттік шекара» қабатын құру.

21. «Безье қисығын» таңдаңыз, сызықтың енін орнатыңыз - 12.

22. Мемлекеттік шекараның бірінші қабатын орындаңыз.

23. Мемлекеттік шекараның бірінші қабатын түзетіңіз.

24. Сызықтың енін орнатыңыз - 8.

25.Мемлекеттік шекараның екінші қабатын орындау.

26. Мемлекеттік шекараның екінші қабатын түзету.

27. Сызықтың енін орнатыңыз - 4.

28. Мемлекеттік шекараның үшінші қабатын орындаңыз.

29. Мемлекеттік шекараның үшінші қабатын түзету.

30. Жұмыстың жалпы түзетуін орындау (Сурет 5.11) [44].

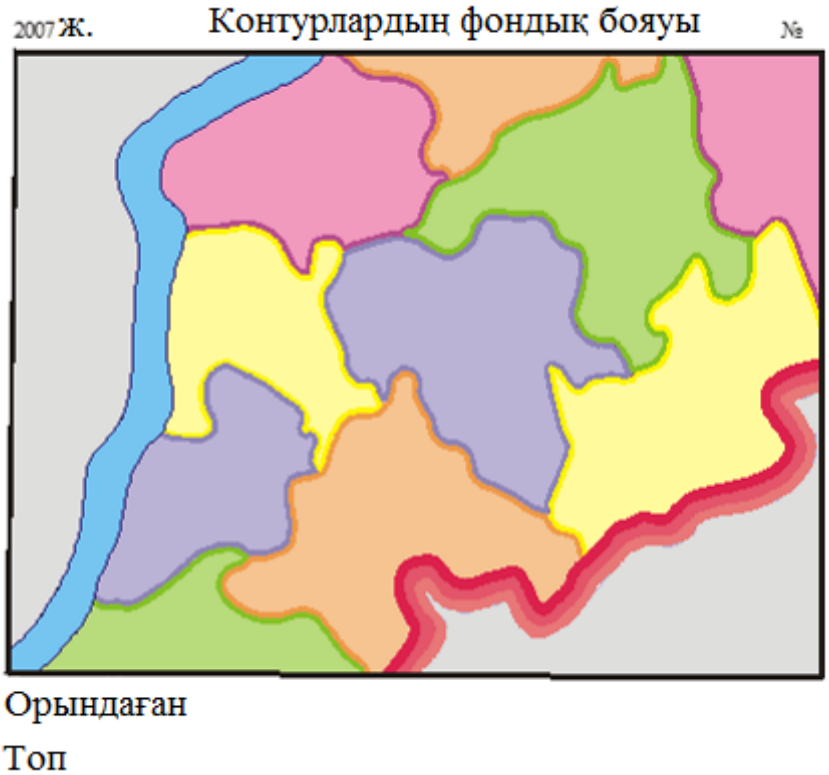
5.4 Практикалық тапсырмалар

1-тапсырма

1.2.8. тармақтағы мысалдағы тікелей және кері геодезиялық есептерді шешу үшін Microsoft Excel-де теңдеулер құрыңыз.

2-тапсырма

Corel Draw бағдарламасында Қазақстанның саяси-әкімшілік картасының үзіндісін құрастырыңыз. Картаның субстраты интернеттен алынған карта болуы мүмкін.



Сурет 5.11 - Орындалған жұмыстың үлгісі

Сұрақтар өзіндік бақылау

1. ГАЖ дамуының қысқаша тарихы.
2. ГАЖ басқа ғылымдармен байланысы.
3. ГАЖ құрылымдық компоненттері қандай?
4. Жалпы қолданыстағы геодезиялық бағдарламалардың сипатына түсінік беріңіз.
5. ГАЖ сервері терминіне түсініктеме беріңіз.
6. AutoCAD ГАЖ бағдарламалық қамтамасыз етулымына қысқаша сипаттама беріңіз.
7. GIS ArcGIS 9 бағдарламалық құралына қысқаша сипаттама беріңіз.
8. GIS MapInfo Professional 8.5 бағдарламалық құралына қысқаша сипаттама беріңіз.
9. COREL DRAW басқа ГАЖ қарағанда қандай артықшылықтары бар?
10. Геодезияда ГАЖ қолдану.

Қысқаша қорытынды

Топографиялық-геодезиялық және инженерлік-геодезиялық жұмыстарды өңдеуге арналған геоақпараттық технологиялар қазіргі заманғы геодезияда маңызды орын алады. Геодезиядағы классикалық өлшемдермен қатар заманауи өлшеу әдістерін зерттеу қажет.

Ұсынылған әдебиеттер мен қосымша ақпарат көздерінің тізімі

1. Ананьев Ю.С. Геоинформационные системы. Учебное пособие – Томск: Изд. ТПУ, 2003. – 70 с.
2. Кащенко Н. А. Геоинформационные системы [Текст]: учебн. пос. для вузов / Н.А. Кащенко Е.В. Попов, А.В. Чечин; Нижегор. гос. архитектур.-строит. ун-т – Н. Новгород: ННГАСУ, 2012. – 130 с.
3. Геоинформационные системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.esri-cis.ru/ (дата обращения: 10.07.2020)

6-БӨЛІМ. ТОПОГРАФИЯЛЫҚ-ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ӨНДІРІСТІ ҰЙЫМДАСТЫРУ-ТЕХНИКАЛЫҚ, ҚҰҚЫҚТЫҚ, МЕТРОЛОГИЯЛЫҚ, КАДАСТРЛЫҚ ТАЛАПТАРМЕН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ

Оқу мақсаттары:

Осы модульден өткеннен кейін студенттер:

1) Геодезия және картография саласындағы құқықтық қатынастар субъектілерінің құқықтық жағдайы туралы білім мен іскерлікті қолдану;

2) Қазақстан Республикасында геодезиялық және картографиялық өндірісті ұйымдастыру негіздерін білу;

3) Өлшем бірлігін қамтамасыз етудің мемлекеттік жүйесінің негізгі талаптарын орындау, геодезиялық метрологияның негізгі ұғымдарын меңгеру, жұмыс өндірісінің ерекшеліктерін білу.

Осы сызбада «Геодезия және картография» курсы бойынша барлық модульдер көрсетілген. Курсты игерудің ұсынылған дәйектілігі - төменнен жоғары. Шеберлік деңгейі курс сызбасы бойынша жылжытылған сайын жоғарылайды. Бұл бөлімде Модуль 9 «Топографиялық-геодезиялық өндірісті ұйымдастыру-техникалық, құқықтық, метрологиялық, кадастрлық талаптармен қамтамасыз ету» мазмұны сипатталған.

Курс сызбасы:

ГЕОДЕЗИЯ ЖӘНЕ КАРТОГРАФИЯ

- Модуль 10. Инженерлік құрылыстарды салу және пайдалану кезінде инженерлік жұмыстарды орындау
- Модуль 9. Топографиялық-геодезиялық өндірісті ұйымдастыру-техникалық, құқықтық, метрологиялық, кадастрлық талаптармен қамтамасыз ету
- Модуль 8. Топографиялық-геодезиялық және инженерлік-геодезиялық жұмыстарды өңдеу үшін геоақпараттық технологияларды пайдалану және геоақпараттық жүйелерді игеру
- Модуль 7. Топографиялық-геодезиялық және инженерлік-геодезиялық жұмыстардың негізгі түрлерін орындау
- Модуль 6. Аудандық және сызықтық құрылыстардың инженерлік-геодезиялық жұмыстарын орындау
- Модуль 5. Құрылыстарды іздестіру және салу кезінде инженерлік-геодезиялық жұмыстарды орындау
- Модуль 4. Геодезиялық жүрістер мен желілерді теңестіру
- Модуль 3. Аэрофототопографиялық әдістермен түсірісті орындау үшін пландық-биіктік негіздемесін жасау
- Модуль 2. Топографиялық-геодезиялық жұмыстардың негізгі түрлерін орындау
- Модуль 1. Пландық және биіктік негіздемесін жасау және топографиялық түсірісті орындау

Алдын ала талаптар:

Осы модульмен жұмыс жасамас бұрын, 1-8 модульдерін сәтті игеру ұсынылады.

Қажетті оқу материалдары:

1 Дәптер;
2 Қалам;
3 Қарындаш.

Кіріспе

Геодезиялық жұмыстар құрылыстық жобалау және өндіріс процесінде, сондай-ақ ел экономикасының барлық салаларында міндеттерді шешу кезінде маңызды бөлікті құрайды. Геодезиялық жұмыстардың мазмұны мен реттілігі өндіріс кезеңдері мен технологиясымен анықталады. Олар әртүрлі оптикалық-механикалық және оптикалық-электронды құрылғылар мен жоғары дәлдіктегі жүйелерді қолдана отырып жасалады, бұл барлық өлшеулердің мүмкін қателіктерін толығымен жоюға мүмкіндік береді.

Әрбір өлшеуден бұрын жоғары білікті мамандар ең дәл және сенімді өлшеулерді жүргізуге мүмкіндік беретін жұмыс бағдарламасын жасайды. Геодезиялық жұмыстарды сапалы орындаудың міндетті шарты оларды міндетті метрологиялық қамтамасыз ету болып табылады.

Топографиялық-геодезиялық жұмыстардың барлық түрлері осы қызмет түрін реттейтін құқықтық және нормативтік-техникалық құжаттарды сақтай отырып орындалуы тиіс.

6.1 Топографиялық-геодезиялық өндірістегі құқықтық қамтамасыз ету

6.1.1 Еңбек қатынастары

Геодезия және картография – Жердің пішінін, көлемі мен сыртқы гравитациялық өрісін, жер беті нүктелерінің координаттары мен биіктіктерін және олардың уақыт ішіндегі өзгерістерін анықтау жөніндегі, карталар мен жоспарлар жасау, картографиялық туындыларды зерделеу, жасау және пайдалану мақсатында, сондай-ақ жер бетіндегі әртүрлі инженерлік міндеттерді шешуді қамтамасыз ету үшін жүргізілетін ғылыми, техникалық және өндірістік қызмет процесінде туындайтын қатынастар саласы.

«Геодезия және картография» кәсіби қызмет саласында еңбек мазмұнына, сапасына, жағдайларына, қызметкерлердің біліктілігі мен құзыреттеріне қойылатын талаптар «Геодезия және картография» кәсіби стандарты белгілейді, онда мынадай мамандықтарға қойылатын біліктілік талаптары сипатталған: геодезист, картограф, аэрофотогеодезист, топограф, техник-геодезист, техник-картограф, техник-аэрофотогеодезист [45].

Еңбек қатынастарының туындауының негізі еңбек шарты болып табылады.

Еңбек шарты - жұмыскер мен жұмыс берушінің арасындағы жазбаша келісім, оған сәйкес жұмыскер белгілі бір жұмысты (еңбек функциясын) жеке өзі орындауға, еңбек тәртіптемесінің ережелерін сақтауға міндеттенеді, ал жұмыс беруші жұмыскерге келісілген еңбек функциясы бойынша жұмыс беруге, Еңбек Кодексінде, Қазақстан Республикасының заңдарында және өзге де нормативтік құқықтық актілерінде, ұжымдық шартта, жұмыс берушінің актілерінде көзделген еңбек жағдайларын қамтамасыз етуге, жұмыскерге уақтылы және толық мөлшерде жалақы төлеуге міндеттенеді [46].

Жұмыс беруші мен қызметкер еңбек қатынастарының тараптары болып табылады. Еңбек қатынастарының негізі - қызметкерлердің жұмысы, сыйақысы және мансабы, ұйымдағы қарым-қатынас, көшбасшылық стилі, сондай-ақ ұйымдастырушылық мәдениеті. Еңбек қатынастарының құрылымы ұйымның құрылымына байланысты және ұйымның әртүрлі деңгейлерінде жүзеге асырылады – жалпы басшылық пен қызметкерлер арасында, функционалды және желілік менеджерлер мен жеке қызметкерлер арасында, топ-менеджерлер мен қызметкерлер өкілдері арасында.

Еңбек қатынастарының басталуы - жұмыс беруші қызметкерге белгілі бір жалақы мен белгілі бір жеңілдіктер жиынтығына кепілдік беретіндігінің орнына белгілі бір жұмыс берушіге өзінің білімін, дағдылары мен күш-жігерін беретін сәт.

Жұмыс берушінің міндеттемелеріне қызметкерге жалақы төлеу, қауіпсіз жұмыс орнын ұсыну, қызметкерге адал болу және еңбек қатынастарына деген сенімге нұқсан келтіруі мүмкін әрекеттерді жасамау қажеттілігі кіреді. Қызметкердің өз міндеттемелері бар, олардың арасында: жұмыс берушіге бағыну, құзыретті және адал болу [46].

6.1.2 Геодезия және картография саласындағы нормативтік құқықтық және нормативтік-техникалық реттеу

Қазақстан Республикасының геодезия және картография саласындағы қатынастарды реттейтін негізгі нормативтік құқықтық актілер:

- Қазақстан Республикасының Конституциясы;
- халықаралық шарттар мен келісімдер;
- осы қатынастарды тікелей реттейтін заңдар;
- аралас салаларды реттейтін, геодезия және картография саласындағы құқықтық қатынастарды реттейтін заңдар;
- Қазақстан Республикасы Президенті мен Үкіметінің актілері, атқарушы биліктің мемлекеттік органдарының нормативтік құқықтық актілері болып табылады [47].

Геодезия және картография саласындағы нормативтік-техникалық база мыналардан тұрады:

1) геодезиялық және картографиялық жұмыстарды ұйымдастыру тәртібін, оларға қойылатын техникалық талаптарды, оларды орындау нормалары мен ережелерін белгілейтін геодезиялық және картографиялық қызмет саласындағы нормативтік-техникалық құжаттар.

Нормативтік-техникалық құжаттарды (НТҚ) геодезия және картография саласындағы атқарушы биліктің мемлекеттік органы, сондай-ақ олармен келісім бойынша өз құзыреті шегінде атқарушы биліктің өзге де органдары бекітеді. Нормативтік-техникалық құжаттар геодезиялық және картографиялық қызметтің барлық субъектілерінің орындауы үшін міндетті және оларда белгіленген талаптардың сақталуын геодезия және картография саласындағы мемлекеттік қадағалау органы тексереді;

2) техникалық реттеу туралы заңнамаға сәйкес ерікті сипатта болатын стандарттау жөніндегі құжаттар.

Геодезия және картография саласындағы нормативтік-техникалық базаның құрамына құжаттардың мынадай түрлері кіреді:

- ережелер;
- нұсқаулар;
- нұсқаулық;
- нұсқаулық техникалық материалдар (НТМ);
- техникалық нұсқаулар (ТН);
- техникалық регламенттер;
- материалдардың уақыт, өндіріс, шығыс нормалары;
- мемлекеттік стандарттар (МЕМСТ);
- салалық стандарттар (СТ);
- кәсіпорын стандарттары (КСТ);
- ұйымдардың стандарттары (ҰСТ).

Геодезия және картография саласындағы нормативтік-техникалық базаның құрамдас бөліктерінің бірі стандарттау жөніндегі құжаттар болып табылады, оларға мыналар кіреді:

- ұлттық стандарттар;
- мемлекетаралық стандарттар;
- салалық стандарттар;
- стандарттау жөніндегі өзге де құжаттар (ҰСТ, НТМ, МИ, ТУ, НЖ).

6.2 Топографиялық-геодезиялық өндірісті ұйымдастыру-техникалық, құқықтық, метрологиялық, кадастрлық талаптармен қамтамасыз ету

6.2.1 Геодезиялық және картографиялық өндірісті ұйымдастыру

«Геодезиялық және картографиялық өндірісті ұйымдастыру «Геодезия және картография туралы» Қазақстан Республикасының 2002 жылғы 3 шілдедегі № 332-II Заңына сәйкес жүзеге асырылады.

Қазақстан Республикасының аумағы және онда орналасқан географиялық объектілер, сондай-ақ жер шарының құрлықтары, Дүниежүзілік мұхит, оның ішінде аралдар, табиғи аспан денелері мен Жердің жасанды серіктерін қоса алғанда, ғарыш кеңістігі геодезиялық және картографиялық қызметтің объектілері болып табылады.

Қазақстан Республикасының орталық мемлекеттік органдары және Қазақстан Республикасының заңнамасында белгіленген өз құзыреті шегінде әкімшілік-аумақтық бірліктердің мемлекеттік органдары, сондай-ақ жеке және заңды тұлғалар геодезиялық және картографиялық қызметтің субъектілері болып табылады.

«Геодезия және картография туралы» Заңға сәйкес орындалатын жұмыстардың мақсатына қарай геодезиялық және картографиялық қызмет:

1) нәтижелерінің жалпы мемлекеттік, салааралық маңызы бар мемлекеттік мақсаттағы қызмет;

2) жүргізу қажеттілігі Қазақстан Республикасының геодезиялық және картографиялық қызметі субъектілерінің қажеттерімен айқындалатын арнаулы және (немесе) салалық мақсаттағы қызмет болып бөлінеді.

Геодезиялық және картографиялық жұмыстарды жүргізу «Рұқсаттар және хабарламалар туралы» Қазақстан Республикасының Заңында белгіленген тәртіппен берілетін қызметті жүзеге асырудың басталғаны немесе тоқтатылғаны туралы хабарлама бойынша жүзеге асырылады.

Геодезиялық және картографиялық жұмыстарды жүргізуді жүзеге асыратын субъектілерде келесілер міндетті түрде болуы керек:

1) геодезиялық және (немесе) картографиялық жұмыстарды орындауға мүмкіндік беретін меншікті немесе жалға алынған салыстырып тексерілген аспаптар, жабдықтар мен құрал-саймандар жиынтығы не зауыттық нөмірлері көрсетілген, салыстырып тексерілген аспаптар, жабдықтар, құрал-саймандар жиынтығы бар ұйыммен қызметтер көрсетуге арналған шарт;

2) штатында геодезия және картография саласында жоғары немесе орта білімнен кейінгі білімі бар маман [47].

Геодезия және картография саласындағы қызмет Қазақстан Республикасының цифрлық даму, инновациялар және аэроғарыш өнеркәсібі министрлігінің қарамағына жатады, ол елдің цифрлық дамуы саласындағы, инновациялық қызмет, байланыс, мемлекеттік қызметтер көрсету, электрондық өнеркәсіп салаларындағы мемлекеттік саясатты қалыптастырумен және іске асырумен айналысады, сондай-ақ электрондық үкіметті дамытумен, «Азаматтарға арналған үкімет» МК қызметін үйлестірумен, ақпараттық қауіпсіздік, аэроғарыш өнеркәсібі, геодезия және картография мәселелерімен айналысады.

Геодезия және картография саласы Қазақстанның мемлекеттік секторы мен жеке құрылымдарын карталармен, топографиялық-геодезиялық және картографиялық материалдармен және жергілікті жер объектілері туралы графикалық, цифрлық, фотографиялық және басқа да форматтардағы деректермен қамтамасыз етуге арналған.

Қазақстанда бұл салаға Қазақстан Республикасы цифрлық даму, инновациялар және аэроғарыш өнеркәсібі министрлігінің геодезия және картография комитеті жетекшілік етеді. Комитеттің міндеттеріне геодезия және картография саласын дамыту кіреді.

Геодезия және картография комитетінің құрылымына «Қазгеодезия» РМҚК және «Ұлттық картографиялық-геодезиялық қор» РМҚК сияқты республикалық кәсіпорындар кіреді [48].

Картографиялық-геодезиялық сала ел экономикасында маңызды орын алады және әскери-өнеркәсіптік кешенді, азаматтық, тұрғын үй, көлік, гидротехникалық ғимараттар мен құрылыстарды қамтитын құрылыс саласын қамтиды. Сондай-ақ, бұл сала пайдалы қазбалардың кен орындарын, қала аумақтарын, жер ресурстарын зерттеуді қамтиды. Геодезиялық және картографиялық жұмыстардың тізбесі өте кең, оған картографиялық, топографиялық-геодезиялық, инженерлік-геодезиялық өндірістер және геодезиялық аспаптарды жасау, инженерлік геодезия, жерге орналастырудағы және кадастрдағы геодезиялық жұмыстар, өнеркәсіптік кәсіпорындарды, инженерлік және ғылыми құрылыстарды пайдаланумен байланысты процестер кешенін білдіретін жобалау мен құрылыспен байланысты жергілікті объектілерді ірімасштабты картографиялау кіреді.

Өндіріс процесін дұрыс ұйымдастыру мыналарды қамтиды:

1) мамандануы негізінде жекелеген бөлімшелер, кәсіпорындар арасында еңбекті қатаң бөлу;

2) әрбір осындай мамандандырылған учаскеде аспаптар мен жабдықтарды ұтымды орналастыру және барынша толық пайдалану, қызметкерлерді нақты орналастыру және олардың арасында жұмыстарды бөлу;

3) өндіріс процесінде жұмыскерлер мен еңбек заттарының жылдам қозғалуы, прогрессивті көлік құралдарын қолдану, кеңістікте және уақытта өндірісті дұрыс жедел жоспарлау.

Осы талаптардың орындалуы өндірістік процесті ұйымдастырудың негізгі принциптерін анықтайды: пропорционалдылық, шоғырлану, мамандандыру, үздіксіздік, ырғақтылық, параллельділік.

Пропорционалдылық. Пропорцияларды белгілеу өндірістің әртүрлі элементтері арасындағы өзара байланыстардың сандық өлшемін анықтайтын өндірістік нормалар мен заңдарға негізделген.

Топографиялық-геодезиялық өндірісте нормалар мен нормативтердің тұтас жүйесі пайдаланылады. Өндірістің үш құрамдас элементтеріне сәйкес келетін нормалардың үш негізгі тобы бар: еңбек шығындарының нормалары, еңбек құралдарын пайдалану нормалары және еңбек заттарын тұтыну нормалары.

Шоғырлануы. Шоғырлану принципі өндірістік операцияларды жеке жұмыс орындарында және кәсіпорынның шеберханаларында шоғырландыруды білдіреді.

Мамандандыру. Бұл дегеніміз берілген жұмыс орнында (учаскеде, бригадада, цехта) өндірістік операциялар мен процестердің ең аз саны орындалатын өндірісті ұйымдастырудың белгілі формасын білдіреді.

Жаңа техниканы пайдаланудағы, прогрессивті технологияны қолданудағы, еңбекті және өндірісті ұйымдастырудың озық әдістерін пайдаланудағы барынша тиімділікке өндірісті шоғырландыру, оны ірі мамандандырылған геодезиялық ұйымдардың салыстырмалы түрде аз санына шоғырландыру арқылы қол жеткізіледі.

Стандарттау. Ұйымдастырушылық жағдайларды стандарттау орындалатын жұмыс сапасының қайталануын, біркелкілігін қамтамасыз етеді және орындаушыларға қойылатын талаптарды стандарттауға мүмкіндік береді.

Үздіксіздік. Өндірістің үздіксіздігі деп осы түрдегі жұмыстарды орындаудағы кез-келген үзілістерді азайту немесе жою түсініледі. Өндірістің үздіксіздігі өндіріс бөлімшелерінің жұмысының біркелкілігін және соңғы материалды шығару ырғағын қамтамасыз етеді.

Үзілістердің ең аз болуы үшін далалық және камералдық бөлімшелердің сәйкестігі, сондай-ақ өндіріс процесінде олардың нақты өзара іс-қимылын ұйымдастыру қажет.

Ырғақтылық - белгілі бір уақыт аралығында жеке процестер табиғи түрде ауысып, барлық бөліктері мен элементтерінде қайталанатын өндірістік процесті ұйымдастырудың бір түрі.

Параллельділік. Бұл принцип операциялардың едәуір санын қамтитын технологиялық процестің параллель орындалуын қамтиды. Оларды дәйекті орындау өндірістік цикл ұзақтығының ұзаруына себеп болар еді [49].

Топографиялық-геодезиялық өндірістің өзіндік ерекшеліктері жұмысты орындау технологиясымен, жұмыс жүргізілетін аудандардағы физикалық-географиялық және экономикалық жағдайлардың әртүрлілігімен, еңбектің ерекше сипатымен және жұмыстың мазмұны мен мақсатының ерекшеліктерімен анықталады.

Жұмыс өндірісінің келесі ерекшеліктері бар:

1) өндірілетін өнімнің сипаты.

Оның сапасына ерекше талаптар қойылады, себебі ол ақпараттық сипатқа ие және практикалық ғана емес, сонымен бірге ғылыми мәнге де ие.

2) өнімді өткізу функцияларының болмауы, сондай-ақ мемлекеттік бюджеттік жұмыстарды жүргізуге арналған қаржының белгілі бір лимиті.

3) далалық және камералдық жұмыстардың болуы.

Далалық жұмыстар экспедициялық сипатқа ие, дала маусымының мерзімі елдің өңіріне байланысты 2,5 айдан 7 айға дейін шектелген.

4) ұйымдастыру-тарату жұмыстарының болуы.

Далалық жұмыстарды жүргізу кезінде объектілерде өндірісті ұйымдастыру, персоналды, жабдықты, жарақты жеткізу және т.б. бойынша іс-шаралар жүргізіледі.

5) ұзақ технологиялық цикл, егер жұмыс бірнеше жыл орындалса, аяқталмаған өндірістің болуы.

Кейбір процестер маусымдық сипатта болады (мысалы, аэрофототүсіру), ал кейбір жекелеген жұмыстар қатаң түрде белгіленген уақытта орындалады (жоғары кластағы геодезиялық тораптарында бұрыштық бақылаулар).

6) қысқы кезеңде геодезиялық жабдықтың қарапайым бөлігі.

7) геодезиялық өндіріс еңбекті көп қажет етеді, себебі шығындар құрылымында орындаушыларға жалақы, далалық жабдықталым және т.б. түріндегі төлемдер шамамен 50% құрайды [49].

6.2.2 Кадастрлық жұмыстар

Қазақстан Республикасының 2003 жылғы 26 маусымдағы Жер кодексінің 152-бабына сәйкес мемлекеттік жер кадастры Қазақстан Республикасы жерінің табиғи және шаруашылық жағдайы, жер учаскелерінің орналасқан жері, нысаналы пайдаланылуы, мөлшері мен шекарасы, олардың сапалық сипаттамасы туралы, жер пайдаланудың есебі мен жер учаскелерінің кадастрлық құны туралы мәліметтер, өзге де қажетті мәліметтер жүйесін білдіреді [50].

Қазақстан Республикасында жер кадастрын жүргізуді ұйымдастыруды орталық уәкілетті орган жүзеге асырады. Қазақстан Республикасының Мемлекеттік жер кадастрын жүргізу жөніндегі қызмет мемлекеттік монополияға жатады және оны «Азаматтарға арналған үкімет» мемлекеттік корпорациясы жүзеге асырады.

Мемлекеттік жер кадастрының деректері жерді пайдалану мен қорғауды жоспарлау кезінде, жерге орналастыруды жүргізу, шаруашылық қызметті бағалау және жерді пайдалану мен қорғауға байланысты басқа да іс-шараларды жүзеге асыру кезінде, сондай-ақ жердің бірыңғай мемлекеттік тізілімін қалыптастыру, құқықтық және басқа да кадастрларды жүргізу, жер үшін төлемдер мөлшерін айқындау, жылжымайтын мүлік құрамындағы жер учаскелерінің құнын және табиғи ресурстар құрамындағы жердің құнын есепке алу үшін негіз болып табылады.

Мемлекеттік жер кадастрының деректерін есепке алу және сақтау бірлігі тұйық шекарада бөлінген, белгіленген тәртіппен жер құқығы қатынастары субъектілеріне бекітілген жер учаскесі болып табылады.

Жерге меншік нысанына, жер учаскелерінің нысаналы мақсатына және оларды пайдаланудың рұқсат етілген сипатына қарамастан, Қазақстан Республикасының аумағында орналасқан жер учаскелері мемлекеттік кадастрлық есепке алуға жатады.

Мемлекеттік жер кадастрын жүргізу мынадай қызмет түрлерін қамтиды:

1) жер учаскесінің кадастрлық ісін қалыптастыру;

2) жерді экономикалық бағалауды және оған мониторинг жүргізуді, топырақты зерттеуді, геоботаникалық, агрохимиялық зерттеулерді және топырақты бағалауды қамтитын жердің сапасын есепке алу болып табылады;

3) мемлекеттік тіркеу мақсаттары үшін жердің көлемін, жер учаскелерінің меншік иелері мен жер пайдаланушыларды, сондай-ақ жер құқығы қатынастарының басқа да субъектілерін есепке алу болып табылады;

4) жер учаскелерінің кадастрлық (бағалау) құнын айқындауды қамтитын жерді мемлекеттік кадастрлық бағалау; елді мекендерде жер учаскелері үшін төлемақының базалық ставкаларына түзету коэффициенттерін белгілей отырып, бағалау аймақтары шекараларының схемаларын жасау; жер учаскелері үшін төлемақының базалық ставкаларын есептеу; ауыл шаруашылығын жүргізуге байланысты емес мақсаттар үшін ауыл шаруашылығы алқаптарын алып қою кезінде ауыл шаруашылығы өндірісінің шығындарын айқындау;

5) жер учаскелері және олардың субъектілері туралы деректер банкін, сондай-ақ қағаз тасығыштарда және электрондық түрінде басқа да жер-кадастрлық ақпаратты жинақтауды, өңдеуді және жүргізуді жүзеге асырады;

6) мемлекеттік жер кадастрының автоматтандырылған ақпараттық жүйесін жүргізу;

7) жер-кадастрлық, оның ішінде цифрлық карталарды дайындау және жүргізу;

8) жер-кадастр кітабын және жердің бірыңғай мемлекеттік тізілімін жүргізу;

9) жер учаскесіне сәйкестендіру құжаттарын дайындау және беру, жер-кадастрлық жоспарды дайындау;

10) жер учаскелеріне кадастрлық нөмірлер беру;

11) жер учаскелерінің паспорттарын дайындау.

Геодезиялық жұмыстар кадастрда маңызды орын алады. Олардың құрамы кадастрдың мақсатына және оның автоматтандыру дәрежесіне байланысты. Кадастрды жүргізу кезінде орындалатын геодезиялық жұмыстардың негізгі түрлеріне мыналар жатады: тірек-межелік желі құру, жер учаскелерінің шекараларын белгілеу (қалпына келтіру), кадастрлық түсіріс, жер учаскелерінің алаңдарын анықтау және т.б. [50].

6.2.3 Техникалық жобалар мен сметаларды құру

Топографиялық-геодезиялық жұмыстар мемлекеттік жоспарларға, ведомстволардың тапсырыстары мен тапсырыс берушілердің тапсырыстарына сәйкес тұрғын және өнеркәсіптік объектілерді, сызықтық құрылыстарды салу, аумақты картографиялау және картографиялық материалдарды жасау үшін орындалады. Топографиялық-геодезиялық жұмыстардың мақсатына, мазмұнына, құрамына, көлемдеріне, шығындарына, техникалық шарттарына, өндіріс мерзіміне және ұйымдастырылуына қойылатын барлық талаптар техникалық тапсырмада және жұмыстардың техникалық жобасында көрсетіледі.

Осы жұмыс түрін орындау үшін техникалық тапсырма және техникалық жоба немесе бағдарлама негіз болып табылады.

Жұмыс бағдарламасы. Ол орындалатын жұмыс көлемі шамалы болған кезде жасалады. Онда жұмыстың мазмұны мен мақсаты, жұмысты орындау үшін бастапқы деректер және қажетті материалдар көрсетіледі. Жұмыс бағдарламасына қосымшалар сұлбалар, сметалық есептер және орындалатын жұмыстардың көлемі болып табылады [51].

Техникалық жоба. Жобалау құжаттамасының бұл түрі орындалатын жұмыстардың толық кешенін қамтиды. Барлық жұмыстар әрбір жұмыс түріне арналған технологиялық нұсқаулықтардың талаптарына сәйкес жүргізілуі тиіс. Техникалық жобада міндетті түрде түсіру масштабын және жер бедері қимасының биіктігін таңдауға негіздеме беріледі. Бұл деректер түсіру мақсатына және шешуге арналған тапсырмаларға байланысты таңдалады.

Техникалық жоба мен смета нақты жұмыс объектісіне жасалады. Топографиялық-геодезиялық және картографиялық жұмыстардың объектісі деп жоспарға және тапсырмаға сәйкес топографиялық-геодезиялық және картографиялық жұмыстарды жүргізу көзделетін белгілі бір алаңның аумағы немесе белгілі бір ұзындықтағы трасса түсініледі.

Техникалық жоба объектідегі алдағы топографиялық-геодезиялық және картографиялық жұмыстардың көлемдерін айқындау және оларды орындау үшін қажетті еңбек, материалдық және ақшалай шығындардың санын белгілеу мақсатында жасалады. Осы көрсеткіштерді алу үшін жобалау-сметалық әдіс қолданылады.

Жобалау процесі жұмыс объектісінің физикалық-географиялық ерекшеліктеріне, оның қоршаған инфрақұрылымының дамуына, сондай-ақ тапсырыс берушіде және осы жұмыстарды өндірушілерде тиісті ұйымдастырушылық, техникалық, технологиялық, материалдық ресурстардың, экономикалық құралдар мен мүмкіндіктердің болуына байланысты топографиялық-геодезиялық жұмыстарды орындаудың неғұрлым ұтымды технологиялық және ұйымдастырушылық нұсқасын әзірлеуден және таңдаудан тұрады.

Техникалық жобалау мыналарды қамтиды:

- жобаны жасауға тапсырма беру (алу);
-топографиялық-геодезиялық жұмыстарды техникалық жобалау;
- смета жасау;
- жобаны қарау және бекіту.

Техникалық жоба екі бөліктен - мәтіндік және графикалық бөліктен тұруы тиіс. Жобаның мәтіндік бөлігінде келесідей мәліметтер бар:

- жобаланатын жұмыстардың мақсаты мен тағайындалуы;
- жұмыс ауданының физикалық-географиялық сипаттамасы;
- жұмыс ауданының топографиялық және геодезиялық материалдармен қамтамасыз етілуі туралы мәліметтер;
-түсіру масштабын, жер бедері қимасының биіктігін таңдауды, пландық-биіктік негізін құру қажеттілігі мен тәсілдерін негіздеу;
- топографиялық-геодезиялық жұмыстардың құрамдас кешенін орындаудың жалпы сұлбасы;

- жұмыстарды ұйымдастыру және орындау мерзімдері, қауіпсіздік техникасы және еңбекті қорғау жөніндегі іс-шаралар;

- жұмыс аяқталғаннан кейін тапсыруға жататын шығыс материалдарының тізбесі;

- жоспарланған жұмыстарды орындауға арналған сметалық есептеулер мен еңбек шығындары.

Техникалық жобаның графикалық бөлігі мыналардан тұрады:

- жобаланатын түсірудің шекарасын көрсете отырып, жұмыс ауданын бастапқы деректермен қамтамасыз ету сұлбалары;

- пландық-биіктік геодезиялық тораптар жобасы;

- топографиялық түсіру учаскелері орналасқан картографиялық материал.

Техникалық жоба бұрын орындалған жұмыстар және жұмыс ауданын далалық зерттеу (қажет болған жағдайда) бойынша жиналған мәліметтер негізінде әзірленеді. Топографиялық-геодезиялық материалдарды жинау және талдау процесінде:

-орындау жылын, сапасын және қазіргі заманғы талаптарға сәйкестігін көрсете отырып, алдағы жұмыстар учаскесінің топографиялық-геодезиялық зерттелуі;

- пайдалануға жататын жұмыстар.

Бастапқы материалдарды және жұмыстарды орындау нәтижелерін жинау және талдау нәтижесінде мыналар жасалады:

- түсіндірме жазба;

- сызбаларды қоса бере отырып, координаттар мен биіктіктердің бірыңғай жүйесінде жасалған геодезиялық пункттер каталогы;

- орындалған топографиялық жұмыстардың картосұлбасы;

- координаттар мен биіктіктерді бірыңғай жүйеге келтіру тәртібі.

Топографиялық-геодезиялық жұмыстар техникалық жобаны тапсырыс берушімен келіскеннен кейін орындалады.

Топографиялық-геодезиялық өндірістегі экономикалық есептеулердің негізін еңбекті нормалау құрайды. Геодезиялық өндірісте тірі еңбек шығындарының, еңбек құралдарының, өнім өндіруге немесе жұмыс өндірісіне арналған заттардың нормалары белгіленген [50, 51].

Смета - бұл жобада қарастырылған объектідегі жұмыс көлемінің толық нормативтік құны ақшалай түрде анықталатын, сметалық құн деп аталатын құжат.

Сметада өндірістің нормативтік шығындары (жұмыстың нормативтік өзіндік құны) белгіленеді, олар қолданыстағы нормативтер бойынша анықталады: өндіру және еңбек шығындары, материалдар шығыны нормалары, тарифтік мөлшерлемелер мен айлық жалақылар, ұйымдастыру-тарату іс-шараларын жүргізуге арналған нормативтер, үстеме шығыстар нормалары және т.б.

Объектіде жобаланған жалпы мемлекеттік геодезиялық, топографиялық және басқа да жұмыстардың жалпы сметалық құны негізгі және үстеме шығыстардан құралады. Негізгі шығыстар жұмыстарды жүргізуге және

ұйымдастыру-тарату іс-шараларын жүргізуге арналған шығындарды қамтиды. Негізгі шығындар жұмыс өндірісінің технологиясына, сондай-ақ оларды орындаудың ұйымдастырушылық-техникалық және физикалық-географиялық жағдайларына тікелей байланысты. Үстеме шығындар өндірісті ұйымдастыруға және оны басқаруға, сондай-ақ өндіріске қызмет көрсетуге байланысты.

Топографиялық-геодезиялық жұмыстарды жүргізуге арналған шығындар негізінен қолданыстағы сметалық ірілендірілген бағалар (СІБ) бойынша айқындалады, ал бағасы жоқ немесе типтік емес ұйымдық-техникалық жағдайларда орындалатын жұмыстарға қолданыстағы өндіру нормалары, тарифтер, материалдардың шығыс нормалары және басқа да қолданыстағы нормативтер негізінде есептеледі [52].

Сонымен, ИБЖ ҚР 8.03-04-2016 «Құрылыс үшін инженерлік ізденістерге арналған бағалар жинағы. 1-бөлім Инженерлік-геодезиялық ізденістер» кешенді инженерлік-геодезиялық ізденістерді орындауға ірілендірілген бағалар, инженерлік-геодезиялық жұмыстардың жекелеген түрлерін орындауға арналған бағалар, қосалқы жұмыстарды орындауға арналған бағалар келтірілген (6.1-сурет).

Таблица 8 - Создание инженерно-топографического плана территории

№ пп	Наименование работ	Ед. изм.	Цена, тенге
1	Топографическая съемка на незастроенной территории, масштаб съемки 1:500, высота сечения рельефа 0,25 м: I категории сложности - полевые работы	га	25 320
2	Создание инженерно-топографического плана на незастроенной территории, масштаб съемки 1:500, высота сечения рельефа 0,25 м: I категории сложности - камеральные работы	га	6 276

Сурет 6.1 - ИБЖ ҚР 8.03-04-2016 баға жинағының фрагменті

Инженерлік-геодезиялық ізденістерге арналған ИБЖ сметасын құруды үйрену үшін жинақтың құрылымын және оның кестелері жасалған принципті түсіну тиіс.

Жинақтың базистік бағаларымен құны ИБЖ ҚР 8.03-04-2016 жинағының 3 және 4 - кестелері бойынша есептелетін сыртқы және ішкі көлік шығындары ескерілмеген.

Инженерлік-геодезиялық ізденістерге арналған ИБЖ жинағымен жұмыс істеу үшін инженерлік-геодезиялық жұмыстарды орындау шарттарының күрделілік санаттарының жіктелуін және төңіректің күрделілік санаттарын түсіну қажет.

Сметаның жалпы құнын арттыратын коэффициенттерді ескере отырып, таулы және биік таулы жерлер үшін 1,1-ден 1,25 дейін өсетінін атап өткен жөн.

ИБЖ ҚР 8.03-04-2016 2016 жинағындағы инженерлік-іздестіру жұмыстарының бағасы 2017 жылғы 1 қаңтар жағдайында көрсетілген және

сметаны жасау мерзіміне сәйкес ең төменгі есептік көрсеткішке қатысты ауыстырылады.

6.2.4 Инженерлік ізденістер кезінде жобаны жасау

Болжамды құрылыс учаскесін бағалау үшін кешенді түрде негізгі іздестірулер жүргізіледі: инженерлік-геодезиялық, инженерлік-геологиялық және гидрогеологиялық, гидрометеорологиялық, климатологиялық, метеорологиялық, топырақ-геоботаникалық және т.б. Негізгі зерттеулер ең алдымен құрылымдардың барлық түрлерінде орындалады.

Құрылыс үшін инженерлік ізденістер материалдарының негізінде жобалау құжаттамасын, оның ішінде қала құрылысы құжаттамасын және құрылысқа инвестициялардың негіздемелерін, объектілерді кеңейтуді, реконструкциялауды, техникалық қайта жарақтандыруды, пайдалануды және жоюды қоса алғанда, кәсіпорындар, ғимараттар мен құрылыстар құрылысының жобалары мен жұмыс құжаттамасын әзірлеу, қоныстардың мемлекеттік кадастрлары мен ақпараттық жүйелерін жүргізу, сондай-ақ экономикалық, техникалық, әлеуметтік және экологиялық негізделген жобалау шешімдерін қабылдау үшін ұсынымдар жасау жүзеге асырылады.

Инженерлік ізденістердің мазмұны мен көлемі жобаланатын құрылыстың типімен, түрімен және көлемімен, жергілікті жағдаймен және олардың зерттелу дәрежесімен, сондай-ақ жобалау сатысымен айқындалады.

Құрылыс үшін инженерлік ізденістер жүргізу кезінде Қазақстан Республикасының нормативтік құқықтық актілерін, құрылыс нормаларын, сондай-ақ құрылысқа арналған инженерлік ізденістер өндірісі саласындағы қызметті реттейтін өзге де мемлекеттік нормативтік құжаттарды басшылыққа алу қажет.

Тапсырыс беруші мен инженерлік ізденістерді орындаушы арасындағы оған ажырамас қосымшалары: техникалық тапсырмасы (хаты), күнтізбелік жұмыс жоспары, құнын есептеу және тапсырыс берушінің талабы болған жағдайда инженерлік ізденістер бағдарламасы, сондай-ақ жұмыстарды орындау құрамы, мерзімдері мен шарттары өзгерген кезде шартқа қосымша келісімдері бар шарт (келісімшарт) инженерлік ізденістерді орындау үшін негіз болып табылады.

Құрылыс үшін инженерлік ізденістерді орындауға арналған техникалық тапсырманы тапсырыс беруші, әдетте, инженерлік ізденістерді орындаушының қатысуымен жасайды. Техникалық тапсырмаға ұйым басшылығы (тапсырыс беруші) қол қояды және мөрмен расталады.

Инженерлік ізденістерді орындауға арналған техникалық тапсырма инженерлік ізденістердің барлық кешеніне, сондай-ақ инженерлік ізденістердің түрлері мен жобалау кезеңдері бойынша бөлек берілуі мүмкін.

Инженерлік ізденістер бағдарламасы инженерлік ізденістерді орындаушының ішкі құжаты болып табылады. Тапсырыс берушінің инженерлік

ізденістер бағдарламасын шарттың (келісімшарттың) құрамына енгізу туралы талабы болмаған кезде бағдарламаның орнына инженерлік ізденістер жүргізуге ұйғарымды жасауға немесе шартқа жұмыстардың түрлері мен көлемдерінің тізбесін енгізуге жол беріледі.

Инженерлік ізденістер бағдарламасы тапсырыс берушінің техникалық тапсырмасына толық сәйкестікте жасалады және оның инженерлік ізденістерді орындаушы орындауға қабылдаған талаптарын, оның ішінде:

- инженерлік ізденістердің мақсаттары мен міндеттері;
- бұрын орындалған инженерлік ізденістер және басқа да мұрағаттық (қор) деректер материалдары бойынша аумақтың табиғи жағдайларының зерделену дәрежесінің сипаттамасы, сондай-ақ осы материалдар мен деректерді пайдалану мүмкіндігін бағалау;
- инженерлік ізденістерді ұйымдастыру мен өндіруге әсер ететін ауданның табиғи және техногендік жағдайларының қысқаша сипаттамасы;
- жобаланатын объектілердің табиғи ортамен өзара іс-қимыл саласын, табиғи және техногендік жағдайлардың күрделілік санаттарын, сондай-ақ іздестіру жұмыстарының қажетті егжей-тегжейін, инженерлік ізденістерді орындаудың құрамын, көлемін, әдістері мен технологияларын (тапсырыс берушінің олардың сапасына қойылатын талаптарын ескере отырып), іздестіру жұмыстарының (зерттеулердің) жекелеген түрлерін өндіру орындарын (пункттерін) ескере отырып, инженерлік ізденістер жүргізу аумағының шекарасын кеңейту қажет болған кезде негіздеме және оларды орындау;
- әртүрлі табиғи және техногендік жағдайларда құрылыс үшін инженерлік ізденістер өндірісінің заманауи стандартталмаған технологияларын (әдістерін) қолдануды негіздеу;
-табиғи және техногендік жағдайларды және орындалатын жұмыстардың сипатын ескере отырып, Қауіпсіз еңбек жағдайларын, денсаулықты қорғауды қамтамасыз ету жөніндегі, жұмыс орындаушылардың санитарлық-гигиеналық және энергиялық-ақпараттық салауаттылығы жөніндегі іс-шаралар;
- қоршаған ортаны қорғау және оның ластануын болдырмау және инженерлік ізденістерді орындау кезінде зиянды болдырмау жөніндегі іс-шаралар;
- іздестіру жұмыстарын ұйымдастыруға және жүргізуге қойылатын талаптар (құрамы, көлемі, әдістері, технологиясы, жүйелілігі, жекелеген жұмыс түрлерін өндіру орны мен уақыты), жұмыс сапасын бақылау;
- есептік материалдардың тізбесі мен құрамы, оларды ұсыну мерзімдері;
- ірі және бірегей объектілерді жобалау үшін немесе күрделі табиғи және техногендік жағдайларда инженерлік ізденістер кезінде ғылыми-зерттеу жұмыстарын орындау қажеттілігінің негіздемесі;
- метрологиялық қамтамасыз ету бойынша мәліметтер.

Құрылысқа арналған инженерлік ізденістер бағдарламасына техникалық тапсырманың көшірмесі және іздестіру жұмыстарына қажетті басқа да құжаттама қоса беріледі.

Инженерлік ізденістердің тәртібі, әдістемесі мен дәлдігі негізінен құрылыс нормаларында белгіленеді, мысалы ҚР ЕЖ 1.02-105-2014 және ҚР ҚН 1.02-02-2008 [53, 54].

6.3 Өлшем бірлігін қамтамасыз етудің мемлекеттік жүйесінің негізгі талаптары

6.3.1 Өлшем бірлігін қамтамасыз ету жүйелері

Өлшем бірлігі - бұл олардың нәтижелері заңдастырылған өлшем бірліктерінде көрсетілетіндігімен сипатталатын өлшем жағдайы және өлшеу қателігі берілген ықтималдылықпен белгіленген шекараларда болады.

Бұл көптеген өлшеулердің барлық нәтижелері өлшенетін шамалардың қайталанатын бірліктеріне әкеліп, олардың дәлдігін көрсетіп, қажетті дәлдікке кепілдік беруі тиіс дегенді білдіреді.

Өлшем бірлігін қамтамасыз ету (ӨБҚЕ) – бұл метрологиялық қызметтердің заңнамалық актілерге, сондай-ақ өлшем бірлігін қамтамасыз ету жөніндегі мемлекеттік стандарттарда және басқа да нормативтік құжаттарда белгіленген ережелер мен нормаларға сәйкес өлшем бірлігіне қол жеткізуге және оны қолдауға бағытталған қызметі.

Өлшем бірлігін қамтамасыз етудің мемлекеттік жүйесі. Қазақстан Республикасының өлшем бірлігін қамтамасыз етудің мемлекеттік жүйесі (ҚР МӨЖ) Қазақстан Республикасында өлшем бірлігін және талап етілетін дәлдікке қол жеткізуге және қолдауға арналған өлшем бірлігін қамтамасыз ету саласындағы ұйымдастырушылық, техникалық және нормативтік негіздердің жиынтығын білдіреді.

Өлшем бірлігін қамтамасыз етудің негізгі мақсаттары:

1) Қазақстан Республикасының жеке және заңды тұлғаларының мүдделерін өлшемдердің анық емес нәтижелерінен қорғау;

2) іргелі зерттеулер мен ғылыми әзірлемелер кезінде өлшемдердің анық нәтижелерін алу болып табылады;

3) өлшем бірлігін қамтамасыз етудің халықаралық жүйесіне интеграциясы болып табылады.

ҚР МӨЖ негізгі қағидаттарына мыналар жатады:

– ҚР аумағында қолдануға рұқсат етілген заңдастырылған шама бірліктерінде өлшеу нәтижелерін көрсету;

– берілген ықтималдықпен белгіленген шекараларда орналасқан қателікпен өлшеулерді жүзеге асыру;

– шама бірліктерінің өлшемдерін шама бірліктерінің эталондарынан өлшем құралдарына беру;

– заңнамаға және нормативтік құжаттарға сәйкес өлшем бірлігін қамтамасыз ету жөніндегі қызметті жүзеге асыру.

ҚР МӨЖ объектілері:

1) шама бірліктері;

2) шама бірліктерінің мемлекеттік эталондары;

3) шама бірліктерінің эталондары;

4) өлшеу құралдары (ӨҚ);

5) стандартты үлгілер;

6) өлшем құралдарын тексеру әдістемелері;

7) өлшемдерді орындау әдістемелері;

8) өлшем құралдарын таңбалау әдістемелері;

9) өлшем бірлігін қамтамасыз ету саласындағы нормативтік құқықтық актілерді, техникалық регламенттерді, стандарттау жөніндегі құжаттарды қамтиды.

ҚР МӨЖ ұйымдық негізі Қазақстан Республикасының метрологиялық қызметі болып табылады [55, 56].

6.3.2 Геодезиялық және картографиялық қызметті метрологиялық қамтамасыз ету

Қазіргі қоғамда экономика, ғылым, білім беру, елдің қорғанысын қамтамасыз ету салаларының қарқынды дамуы кезінде геодезиялық ақпарат пен картографиялық материалдар мазмұнының толықтығына, дәлдігіне, сапасына және анықтығына жоғары талаптар қойылады. Сондықтан инженерлік-геодезиялық өлшемдерді метрологиялық қамтамасыз ету мәселелері өзекті мәнге ие. Геодезиялық өлшеу техникасының көмегімен алынатын өлшеу ақпаратының біркелкілігі мен дұрыстығын қамтамасыз ету инженерлік-геодезиялық жұмыстарды метрологиялық қамтамасыз ету мазмұнын құрайды.

Топографиялық-геодезиялық өндірісті метрологиялық қамтамасыз ету өлшеу құралдарын өндіру, қолдану және тексеру мәселелерін регламенттейтін, сондай-ақ олардың орындалуын бақылауды жүзеге асыратын әкімшілік-техникалық іс-шаралармен және нормативтік құжаттармен жүзеге асырылады. Өлшемдерді метрологиялық қамтамасыз ету жөніндегі жұмыстарды ұйымдастыру мен жүргізу әдістемесін айқындайтын стандарттар мен басқа да нормативтік құжаттарда белгіленетін өзара байланысты ережелер, жағдайлар, талаптар мен нормалар кешеніне негізделген өлшем бірлігін қамтамасыз етудің мемлекеттік жүйесіне маңызды рөл беріледі [56, 57].

Тиісті метрологиялық қамтамасыз ету заңнамалық және нормативтік құжаттармен толық реттелген жағдайда ғана мүмкін болады.

Стандарттау метрологияның нормативтік базасын құрайды, оның негізгі ережелері мен талаптары өлшем бірлігін қамтамасыз ету стандарттары жүйесіне енгізілген.

Метрология - өлшеу, олардың бірлігін қамтамасыз ету әдістері мен құралдары және қажетті дәлдікке жету әдістері туралы ғылым. Грек тілінен аударғанда «метрология» өлшемдер туралы білімді білдіреді.

Өлшем бірліктерінің өлшемдерін жаңғыртуға, сақтауға және жұмыс өлшемдеріне (өлшем құралдарына) беруге эталондар мен үлгілік өлшемдердің (өлшем құралдарының) көмегімен қол жеткізіледі.

Бірліктердің өлшемдерін эталондардан беру тексеру сұлбаларына сәйкес жүргізіледі.

Тексеру сұлбасы әдетте физикалық шамалар бірліктерінің өлшемдерін стандарттардан жұмыс өлшеу құралдарына беру тәртібі мен әдістерін белгілейтін нормативтік құжат деп аталады. Осылайша, тексеру сұлбасында эталондардың, үлгілік өлшеу құралдарының және жұмыс өлшеу құралдарының (өлшемдердің) бағыныстылығы тексеру сұлбасында көрсетіледі.

Тексеру сұлбаларында тексеру әдістері де көрсетілген, олардың арасында мыналар белгілі:

– өлшеу құралдарын ұқсас түрдегі үлгілік құралмен тікелей салыстыру;

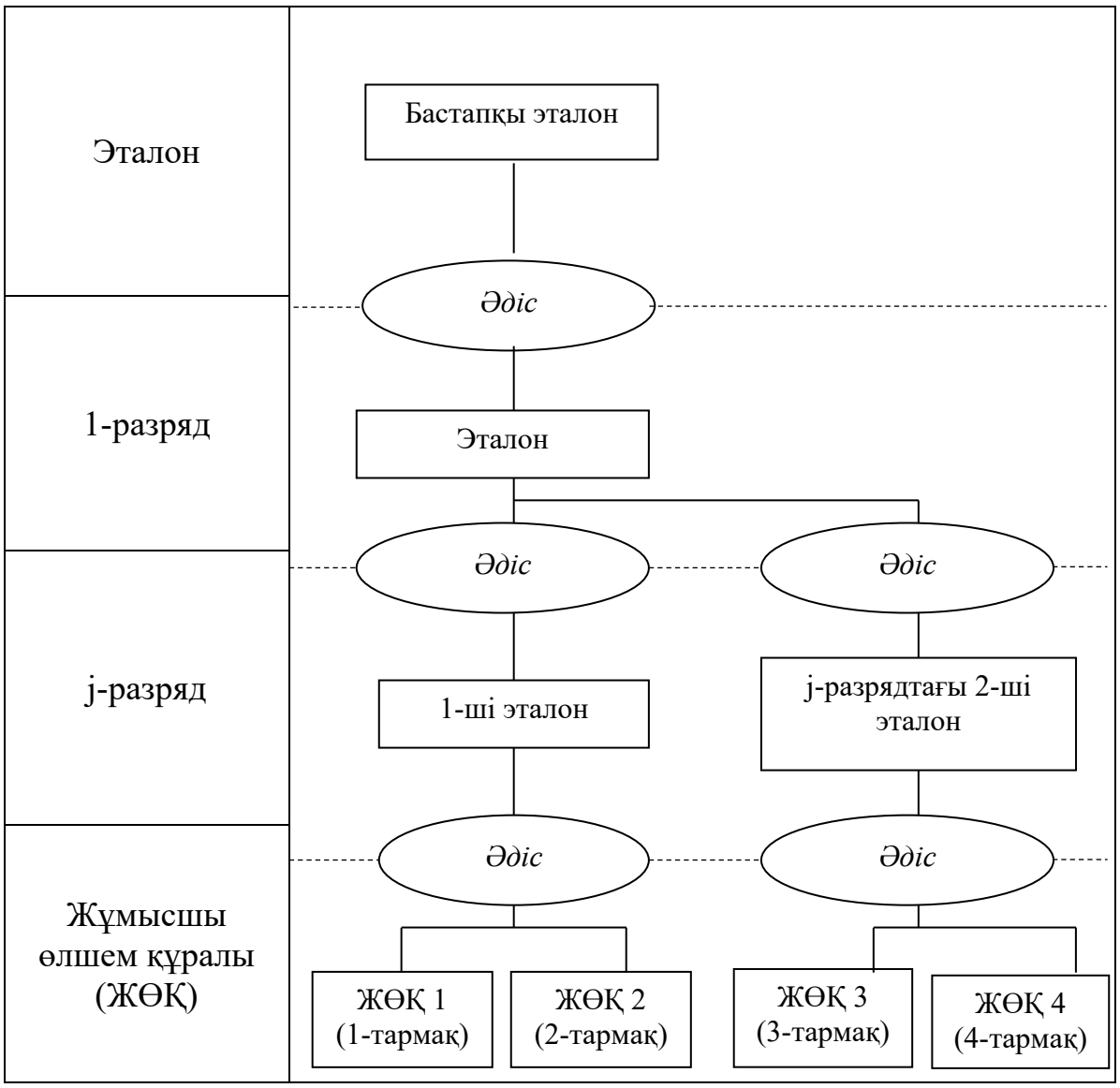
– салыстыру құралын қолдана отырып салыстыру;

– өлшеу аспабын өлшеммен жаңғыртылатын шаманы өлшеу арқылы үлгілі өлшем бойынша тексеру;

– тексерілетін өлшеммен жаңғыртылатын шаманы үлгілі құралмен тікелей өлшеу;

– тексерілетін жұмыс өлшемімен жаңғыртылатын шаманы жанама өлшеу.

Жалпы жағдайда тексеру сұлбалары типтік құрылымға ие (6.2-сурет).



6.2-сурет - Тексеру сұлбасының типтік құрылымы

Қолдану саласы бойынша тексеру сұлбалары мемлекеттер арасында қолдануға арналған *мемлекетаралық*, бүкіл ел аумағында жұмыс істейтін *мемлекеттік* және сала немесе жеке кәсіпорын ауқымында қолдануға арналған *жергілікті* болып бөлінеді. Мақсатына байланысты тексеру сұлбалары өлшеу түрлері бойынша жіктеледі: мысалы, жазық бұрышты өлшеу құралдарына арналған тексеру сұлбасы немесе 1 м дейінгі диапазондағы ұзындықты өлшеу құралдарына арналған тексеру сұлбалары.

Өздеріңіз білетіндей, бірліктердің өлшемдерін сақтау және беру стандарттардың көмегімен жүзеге асырылады. *Эталон* - арнайы ерекшелігі бойынша орындалған және белгіленген тәртіппен ресми бекітілген өлшем құралдарына салыстырып тексеру сұлбасы бойынша оның мөлшерін төмен тұрған өлшем құралдарына беру мақсатында бірлікті жаңғыртуды және (немесе) сақтауды қамтамасыз ететін өлшем құралы (немесе өлшем құралдарының кешені).

Дәлдік пен мақсатқа сәйкес эталондар бастапқы, екіншілік (жұмысшы) болып бөлінеді; тексеру тәжірибесінде қолданылатын жұмыс эталондары разрядтармен ерекшеленеді: 1-разрядты эталон, 2 – разрядты эталон және т.б. Тексеру сұлбасының басында тұрған эталон *бастапқы* деп аталады [58].

Бірлікті ең жоғары дәлдікпен жаңғыртатын эталон *алғашқы* деп аталады. *Алғашқы* эталондар - бұл ғылым мен техниканың жаңа жетістіктерін ескере отырып жасалған және өлшем бірлігін қамтамасыз ететін бірегей өлшеу кешендері. Кейбір жағдайларда алғашқы эталонды қолдану мүмкін емес, сондықтан оның орнына белгіленген тәртіппен бекітілген арнайы эталон пайдаланылады. Ел үшін бастапқы ретінде ресми бекітілген алғашқы және арнайы эталон мемлекеттік деп аталады. Мемлекеттік алғашқы эталон орташа квадраттық ауытқуы 0,01″ аспайтын, жүйелік қателігі 0,2″ аспайтын жағдайда бірлікті жаңғыртады және тікелей өлшеу әдісімен жұмыс эталондарына бірлік мөлшерін (мысалы, жазық бұрыш) беру үшін қолданылады.

Метрологиялық тәжірибеде алғашқы эталонға бағынатын екіншілік эталондар кең таралған. Олардың негізгі мақсаты - тозуды болдырмау және мемлекеттік эталонды сақтау үшін тексеру жұмыстарында қолдану.

Екіншілік эталондар метрологиялық мақсатына қарай эталон-көшірмелерге, салыстыру эталондарына, эталон-куәгерлерге және жұмысшы эталондарына бөлінеді.

Жұмысшы эталоны бірлікті сақтауға, оны үлгілі өлшеу құралдарына және қажет болған жағдайда жұмысшы өлшеу құралдарына беруге арналған. Бұл аумақтық және ведомстволық метрологиялық қызметтердің тексеру жұмыстарын жүргізу үшін қолданылатын эталондардың ең көп таралған түрі.

Эталон-көшірме бірлікті сақтауға және оның мөлшерін тексеру жұмыстарының үлкен көлемінде тікелей жұмыс эталондарына беруге арналған. Этолон-көшірме ретінде 1000 мм дейінгі диапазонда жиілік-тұрақтандырылған лазерлердің сәулеленуін пайдалануға жұмыс істейтін интерференциялық қондырғы қолданылады. Эталон-көшірме ұзындықтың штрихтық өлшемі мен геодезиялық жезлдарды тексеруге арналған.

Эталон-куәгер мемлекеттік эталонның сақталуын тексеру үшін, ал ол күтпеген жерден бүлінген немесе жоғалған жағдайда - оны ауыстыру үшін де қызмет етеді. Мемлекеттік стандарттардың көпшілігі ең тұрақты физикалық құбылыстарды қолдану негізінде құрылғандықтан, олар бұзылмайды.

Салыстыру эталоны - әртүрлі жерлерде сақталатын және бір-бірімен тікелей салыстыруға жатпайтын эталондарды салыстыру үшін пайдаланылатын екіншілік эталон. Өлшем құралдарын эталондардан жұмыс өлшем құралдарына беру үлгілі өлшем құралдары арқылы (ерекше жағдайларда - тікелей) жүргізіледі. Үлгі ретінде метрологиялық аттестаттаудан өткен және өзінің метрологиялық параметрлері бойынша тексеру жұмыстары үшін жарамды деп танылған құралдар (өлшеу аспаптары мен құрылғылары, өлшемдер) қолданылады.

Геодезиялық аспаптардан міндетті метрологиялық қамтамасыз етуге, мысалы, ұзындықтың штрихтық және шкалалық өлшемдері, жарық- және

радиоқашықтық өлшегіштер жатады. Ведомстволық метрологиялық қызметтер органдарында бастапқы үлгілік өлшем құралдары ретінде қолданылатын өлшем құралдары міндетті мемлекеттік метрологиялық тексеруге жатады.

Өлшеулердің сапасы орындаушының білімі мен тәжірибесіне ғана емес, сондай-ақ пайдалануға жарамды аспаптар мен жабдықтардың болуына, оларды жұмыс өндірісінің әртүрлі сатыларында метрологиялық қамтамасыз етуге де байланысты болады.

Топографиялық-геодезиялық жұмыстарға арналған нұсқаулықтардың маңызды ерекшелігі - олар тексеру және зерттеу жүйесі арқылы өлшеуге рұқсат етілген барлық геодезиялық құралдарды жеке аттестаттауды реттейді.

Аспаптарды тексеру далалық жұмыстар кезінде бірнеше рет жүргізіледі. Тексерудің мақсаты - құрылғының бөліктерін оның құрылымына енгізілген негізгі геометриялық жағдайларға сәйкес келтіру. Геодезиялық аспаптар қалпына келтірудің жоғары дәрежесіне ие, сондықтан қажет болған жағдайда құрылғыны бақылаушы тікелей далада реттей алады.

Геодезиялық құрылғылардың ерекшеліктерін атап өту тиіс, оларға мыналарды жатқызуға болады:

- геодезиялық аспаптар өзіндік метрологиялық қасиеттері бойынша кеңістіктің салыстырмалы кең диапазонында жұмыс істеуге арналған көп мәнді өлшеу құралдарына жатады;
- технологиялық операцияларды жүргізудің дұрыстығын және функционалдық жай-күйін ағымдағы бақылаудың кіріктірілген элементтерінің (деңгейлер, есептеу шкалалар мен микроскоптар, бақылау оптикалық жүйелері, компенсаторлар, индикаторлар және т.б.) болуы. Аталған құрылымдық элементтер стационарлық жағдайларда да, далалық объектілерде де геодезиялық аспаптарға метрологиялық қызмет көрсетуге мүмкіндік береді;
- геодезиялық аспаптар, өзінің мәні бойынша өзін-өзі тексере алады.

Геодезиялық аспаптарға метрологиялық қызмет көрсету жүйесінде жұмысқа қабілеттіліктің технологиялық өлшемдері – тұйық фигуралардың (полигондардың) қиыспаушылықтары, көкжиек шарттарын сақтау, технологиялық НТҚ айтылған тура және кері өлшемдердің жинақталуы ерекше құндылыққа ие.

Өлшеу құралдарын тексеру - бұл өлшеу құралдарының белгіленген техникалық талаптарға сәйкестігін анықтау және растау мақсатында жүргізілетін операциялар жиынтығы.

Тексеру нәтижелері бойынша өлшем құралдары қолдануға жарамды немесе жарамсыз деп танылады. Геодезиялық құралдарды пайдаланудағы тексерудің келесі деңгейлері бөлінеді:

1 Маусымаралық тексеру - маусымаралық кезеңде профилактикалық мақсаттарда жүргізіледі.

2 Ағымдағы мерзімді тексеру - далалық жұмыстарға шығу алдында жүргізіледі. Оның нәтижелері далалық жұмыстардың материалдарына құжатпен қоса беріледі және ведомостар мен мәліметтер түрінде техникалық бақылау бөліміне тапсырылады.

3 Кезектен тыс тексеру – ауыр жағдайларда ұзақ тасымалдаудан немесе пайдалануға тән емес өзге де жүктемелерден кейін жүргізіледі.

4 Ішінара технологиялық тексеру – негізгі геометриялық жағдайлардың сақталуын бақылау әрбір пунктте (объектіде) оған көшкеннен кейін, сондай-ақ күн сайын бақылау басталар алдында жүргізіледі.

Осылайша, геодезиялық аспаптар жылына кемінде бір рет метрологиялық параметрлерді бақылаудың толық көлемінде тексеріледі. Сонымен қатар, бақылауларды бастамас бұрын аспап құрылымының негізіне салынған геометриялық және оптикалық-механикалық жағдайларды сипаттайтын элементтер тексеріледі.

Геодезиялық аспаптарды тексеру кезеңділігі топографиялық-геодезиялық жұмыстарды жүргізу жөніндегі қолданыстағы нұсқаулықтармен белгіленеді.

Тексеру көлемі әрбір нақты жағдайда аспаптың типі мен түріне, сондай-ақ тексеру міндеттеріне байланысты белгіленеді; нақты технологиялық процестер үшін тексеру жұмыстарының мазмұны нұсқаулықтарда көрсетіледі [58, 59].

6.3.3 Топографиялық-геодезиялық өндірістегі бақылау-өлшеу құралдары

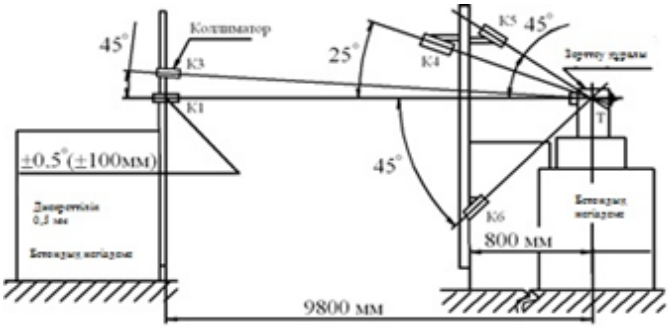
Геодезиялық аспаптарды тексеру және сынау үшін әртүрлі бақылау-өлшеу құралдары мен тексеру жабдығы қолданылады. Олардың әртүрлілігі геодезиялық өлшеулердегі шығыс ақпаратының сипатымен, геодезиялық техниканың салыстырмалы құрылымдық күрделілігімен, нормаланатын метрологиялық сипаттамалардың көп мөлшерінің болуымен, оларды жеткілікті сенімділікпен алу қажеттілігімен анықталады.

Тексеру тәжірибесінде бақылау және өлшеу құралдары (БӨҚ) екі топқа бөлінеді: жалпы техникалық және мамандандырылған.

Тексеру жұмыстарының геодезиялық тәжірибесінде қолданылатын жалпы техникалық бақылау құралдарының арасында оптикалық өлшеулерге арналған техникалық құралдар тобын көрсету тиіс: оптикалық скамьялар (көру құбырларының оптикалық жүйелерінің кескін сапасын бағалау үшін); шарлы фотометрлер (көру құбырларының жарық өтуін және жарық шашырауын тексеру үшін); фокометрлер (оптикалық жүйелердің фокустық қашықтығын өлшеу үшін); электр- және радио өлшеу аспаптары (ЭРӨ): вольтметрлер, амперметрлер, кернеуді, ток күшін, кедергіні өлшеуге арналған біріктірілген аспаптар, осциллографтар, жиілік өлшегіштер, фазометрлер, генераторлар және басқалар; бұрыш өлшегіш құралдардың арасында - көп қырлы призмалар, автоколлиматорлар, экзаменаторлар, деңгейлер; сызықтық өлшеу құралдарының арасында - микроскоптар. өлшеу машиналары, катетометрлер, штрихтық өлшемдер, жезлдар, ұштық өлшемдер, интерферометрлер, компараторлар; сыртқы ортаның сипаттамаларын өлшеуге арналған қосалқы құралдар тобы бар (метеорологиялық ӨҚ) – барометрлер, психрометрлер, гигрометрлер, анемометрлер, термометрлер.

Мамандандырылған БӨҚ таза геодезиялық техниканы бақылау мақсатында әзірленеді және олардың тікелей мақсаты – геодезиялық аспаптарды тексеру.

Геодезиялық мақсаттағы мамандандырылған БӨҚ геодезиялық компараторларға, геодезиялық имитаторларға, бақылау-тексеру тораптарына (БТТ), геодезиялық мамандандырылған қондырғыларға, ұзындықтың геодезиялық өлшемдеріне бөлінеді. Бақылау-өлшеу құралдарының көпшілігі метрологиялық аттестаттау жүйесі арқылы заңдастырылған және геодезиялық ӨҚ үшін тексеру сұлбаларында өз орнын тапты, яғни геодезиялық эталондар ретінде пайдаланылады. Олардың ішінде әртүрлі кластағы сызықтық базистер, электрондық тахеометрлерді тексеруге арналған микротриангуляция тораптары, оптикалық-механикалық компараторлар, АКГ геодезиялық автоколлиматорлары, биіктік стендтер, геополигонның геодезиялық азимуты, ЭГЕМ экзаменаторлар және т.б. Көбінесе БӨҚ зерттеу, геодезиялық аспаптарды сынау және жөндеу-қалпына келтіру жұмыстарын жүргізу кезінде қолданылады (мысалы, бұрандаларды сынаушылар, лимбтерді зерттеуге арналған қондырғылар, қашықтық имитаторлары). 6.3-суретте тік бұрыштарды өлшеуге арналған геодезиялық аспаптар жүйелерін тексеруге және калибрлеуге арналған УМК-М стенді келтірілген (тік стенд).



6.3-сурет - Тік бұрыштарды өлшеуге арналған геодезиялық аспаптар жүйелерін салыстырып тексеруге және калибрлеуге арналған УМК-М стенді

Жіктеу сұлбасында геодезиялық өлшеулердің жоғары дәлдікті құралдары кірмегенін атап өткен жөн, оларды тексеру жұмыстары кезінде мамандандырылған БӨҚ ретінде де пайдалануға болады. Олардың ішінде ең алдымен АУ-01, Т05, 2Т05, УВК, Т1, ОТ-02М теодолиттерін, Н-05 нивелирлерін, ДК-001, СП2, СВГ, СГ-30 жарыққашықтық өлшегіштерін, сондай-ақ олардың шетелдік аналогтарын көрсетуге болады. Әрине, сызықтық-бұрыштық геодезиялық тораптарды құру кезінде эталон ретінде жоғары дәлдікті спутниктік геодезиялық аппаратураны пайдалану да жоққа шығарылмайды [58].

6.4 Практикалық тапсырмалар

1-тапсырма

Алтай қаласынан оңтүстікке қарай 10 км жерде орналасқан ауданы 200 га тең жер учаскесінің 1:500 масштабтағы жер бедерінің қимасы 0,5 м тең топографиялық түсірісін орындау үшін жұмыстардың сметалық құнын есептеу керек. Сметада жер учаскесінен 3 км қашықтықта орналасқан мемлекеттік геодезиялық торап пункттерінен пландық-биіктік негіздемесін дамыту көзделу керек.

Ірілендірілген бағалар ИБЖ ҚР 8.03-04-2016 бағалар жинағында келтірілген.

Өзіндік бақылау сұрақтары

1 Қандай құжат еңбек қатынастарының пайда болуының негізі болып табылады, оның мазмұны?

2 Топографиялық-геодезиялық өндірістің ерекшеліктерін атаңыз.

3 Техникалық жоба қандай мақсатта жасалады?

4 Жұмыстың сметалық құнының құрамдас бөліктері.

5 Қазақстан Республикасында геодезия және картография саласындағы қатынастарды реттейтін негізгі нормативтік құқықтық актілерді атаңыз.

6 Қазақстан Республикасындағы геодезия және картография саласындағы нормативтік-техникалық базаға кіретін құжаттарды атаңыз.

7 Қазақстан Республикасында мемлекеттік жер кадастрын жүргізуге жататын қызмет түрлері.

8 Геодезиялық аспаптарды тексеру қандай мақсатта жүргізіледі?

9 Өлшем бірлігін қамтамасыз ету жүйесіндегі эталондардың рөлі.

10 Топографиялық-геодезиялық өндірістегі бақылау-өлшеу құралдарының негізгі мақсаты.

Қысқаша қорытынды

Сонымен, топографиялық-геодезиялық өндірістің ұйымдастырушылық-техникалық, құқықтық, метрологиялық талаптарымен тиісті қамтамасыз ету ел экономикасында маңызды орын алатын жұмыстардың уақтылы және сапалы орындалуын қамтамасыз ету жүйесінде маңызды рөл атқарады.

Ұсынылған әдебиеттер мен қосымша ақпарат көздерінің тізімі

1 Закон Республики Казахстан «Об обеспечении единства измерений» от 7 июля 2000 года «53- II (с изменениями и дополнениями по состоянию на 26.11.2019 г.) 2 Спиридонов А.И., Кулагин Ю.Н., Кузьмин М.В. Поверка геодезических приборов. – М.: Недра, 1981. –159 с.

3 Спиридонов А.И. Основы геодезической метрологии. - М.: - Геодезиздат, 2003. –248 с.

4 Закон Республики Казахстан «О геодезии и картографии» от 3 июля 2002 года № 332-II (с изменениями и дополнениями по состоянию на 06.05.2020 г.)

5 Земельный кодекс Республики Казахстан от 20 июня 2003 года № 442-II (с изменениями и дополнениями по состоянию на 14.07.2020 г.)

6 СТ РК 2.0-2018 Государственная система обеспечения единства измерений Республики Казахстан

7 Голубева Е.А. Экономика и управление топографо-геодезического производства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://bek.sibadi.org/fulltext/esd302.pdf (дата обращения: 10.07.2020)

7-БӨЛІМ. ИНЖЕНЕРЛІК ҚҰРЫЛЫСТАРДЫ САЛУ ЖӘНЕ ПАЙДАЛАНУ КЕЗІНДЕГІ ИНЖЕНЕРЛІК ЖҰМЫСТАР

Оқыту мақсаты :

Осы модульді аяқтағаннан кейін студенттер:

1) Инженерлік-геологиялық түсіруді орындау кезінде геодезиялық жұмыстарды орындау, тау-кен қазбаларының негізгі түрлерін сипаттау;

2) аудандық объектілерге геотехникалық түсірістер жүргізуге, квадраттарда тегістеу арқылы түсіру планын құру;

3) гидрологиялық және гидрографиялық жұмыстарға сипаттама беруді, су көлемін есептеу әдістерін білу, бойлық профильды салу;

4) өзендерде құрылыстарды жобалау және салу бойынша инженерлік-геодезиялық іздестіру жұмыстарын жүргізу;

5) құрылыстардың деформациялану түрлеріне сипаттама беру, деформацияны бақылау әдістері, жұмыс технологиясы туралы білу;

6) атқарушы сауалнаманың мақсаты мен дәлдігін сипаттау, ғимараттың өлшемдерін өлшеу және сызықтық белгілеуді қолданып жағдайды зерттей білу;

7) камералды инженерлік-геодезиялық жұмыстардың есептеулерін орындау: инженерлік құрылыстарды бөлу кезінде, тік жоспарлау кезінде;

8) спутниктік жабдық туралы ақпаратқа ие болу;

Курстың қысқаша мазмұны:

ГЕОДЕЗИЯ ЖӘНЕ КАРТОГРАФИЯ

- Модуль 10. Инженерлік құрылғыларды салу және пайдалану кезінде инженерлік жұмыстарды орындау
- Модуль 9. Топографиялық-геодезиялық өндірістің ұйымдастыру-техникалық, құқықтық, метрологиялық, кадастрлық талаптарды қамтамасыз ету
- Модуль 8. Топографиялық-геодезиялық және инженерлік-геодезиялық жұмыстарды өңдеуге арналған геоақпараттық технологияларды пайдалану және геоақпараттық жүйелерді игеру
- Модуль 7. Топографиялық-геодезиялық және инженерлік-геодезиялық жұмыстардың негізгі түрлерін орындау
- Модуль 6. Аудандық және сызықтық құрылыстардың инженерлік-геодезиялық жұмыстарын орындау
- Модуль 5. Құрылғыларды іздестіру және құрылыс кезінде инженерлік-геодезиялық жұмыстарды орындау
- Модуль 4. Геодезиялық жүрістерді және торды теністіру
- Модуль 3. Аэрофототопографиялық әдістермен түсіруді орындау үшін пландық-биіктік негіздемелерді құру
- Модуль 2. Топографиялық-геодезиялық жұмыстардың негізгі түрлерін қолдану
- Модуль 1. Пландық және биіктік негіздемені құру және топографиялық түсіруді орындау

9) тоннельдер мен жер асты құрылыстарын салу кезінде геодезиялық бақылау жүргізу;

10) жер асты коммуникацияларын салу кезіндегі геодезиялық жұмыстардың циклін сипаттауды білу керек.

Бұл сұлбада «Геодезия және картография» курсының барлық модульдері көрсетілген. Курсты меңгерудің ұсынылған реттілігі төменнен жоғарыға дейін. Деңгей курсының мазмұнын өту барысында жоғарылайды. Бұл бөлімде 10-модульдің мазмұны сипатталады «Инженерлік құрылымдарды салу және пайдалану кезінде инженерлік жұмыстарды орындау».

Алдын ала талаптар: Осы модульмен жұмысты бастамас бұрын 5, 6, 7 модульдерін ойдағыдай меңгерген жөн.

Қажетті оқу материалдары:

1 инженерлік калькулятор;
2 миллиметрлік қағаз;
3 қарындаш;
4 жазуға арналған дәптер.

Кіріспе

Геодезиялық жұмыстар құрылыс өндірісінің технологиялық процесінің ажырамас бөлігі болып табылады және жұмыс өндірісіне жүйелі бақылауды қамтамасыз етуге, құрылымдардың нақты формаларының олардың есептік мәндеріне сәйкес келуін қамтамасыз етуге арналған. Құрылып жатқан құрылымның сапасы, еңбек сыйымдылығы және құны көбінесе геодезиялық жұмыстардың уақытылы орындалуына байланысты.

7.1 Инженерлік-геологиялық ізденістерді орындау кезіндегі геодезиялық жұмыстар

7.1.1 Тау-кен өндірісі

Тау қазбасы - бұл жер қыртысында тау-кен жұмыстарының нәтижесінде пайда болған жасанды қуыс.

Тау қазбасының жұмыс жасауының басы *сағасы* деп аталады, ал оның соңы *забой* деп аталады .

Жерасты тау-кен қазбаларының негізгі жіктеу ерекшеліктері олардың кеңістіктегі орналасуы мен тағайындалуы болып табылады (7.1-сурет).

Сондай-ақ, кен қазбалары пішіні, өлшемі және кеңістіктегі орны бойынша әр түрлі.

Кеңістіктегі орнына байланысты жерасты тау қазбалары тік, көлденең және еңіс болып бөлінеді (7.1-кесте).

Сурет 7.1- Тау қазбаларын жіктеу

Кеңістіктегі орнына байланысты жерасты тау қазбалары тік, көлденең және еңіс болып бөлінеді (7.1-кесте).

Тік тау қазбаларына оқпан, соқыр оқпан, шурф, өрлеме (гезенк) жатады (7.2-сурет).

Жоғарыда қарастырылған барлық тік, көлденең және көлбеу тау қазбалары олардың көлденең қимасының өлшемдерімен салыстырғанда айтарлықтай ұзындыққа ие.

7.1 кесте - Кен қазбаларын жіктеу

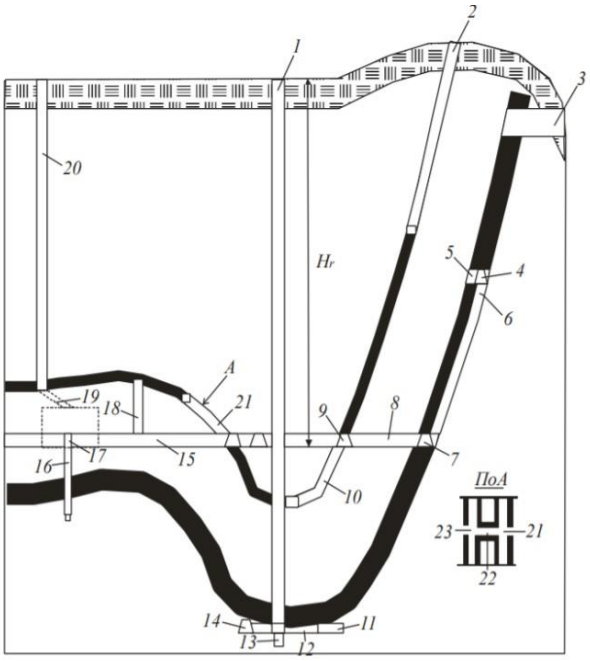
№	Түрі	Тау-кен қазбалары
1	2	3
1	Тік	Оқпан - кен орнын ашу мен жер асты жұмыстарына қызмет етуге арналған жердің бетіне тік немесе еңіс шығысы бар күрделі кен қазбасы.
		Соқыр оқпан - жер бетіне тікелей шыға алмайтын, тау-кен жұмыстарына қызмет көрсетуге және ең алдымен пайдалы қазбаны (ПҚ) төменгі деңгейжиектен жоғары деңгейге көтеруге арналған тік тау-кен қазбасы.
		Шурф - жер бетіне шығатын, барлау үшін, жаппай жарылыстар кезінде жарылғыш заттарды орналастыру үшін қызмет ететін, сондай-ақ желдету, бекіту және басқа да материалдарды түсіру үшін шахталарды пайдалану кезінде және қосалқы шығу ретінде пайдаланылатын тік (сирек көлбеу болады) тау-кен қазбасы.
		Гезенк - өрлеме бойынша жүргізілетін және пайдалы қазбаны немесе жынысты түсіруге, желдетуге, адамдардың қозғалуына, материалдар мен жабдықтарды жеткізуге және т.б. арналған тік тау-кен қазбасы. Соқыр оқпан гезенктен айырмашылығы ол механикалық көтергішпен жабдықталған.

7.1 Кестенің жалғасы

1	2	3
2	Көлденең	Штольня - жер бетіне шығатын және жер асты жұмыстарына қызмет көрсетуге арналған көлденең тау қазбасы. Штольнялар барлау және пайдалану болуы мүмкін.
		Тоннель - екі жағынан да жер бетіне шығатын (екі сағасы бар) шығысы бар және жүкті тасымалдауға немесе суды өткізуге, адамдардың өтуіне қызмет ететін көлденең немесе көлбеу тау қазбасы. Штольнялар мен тоннельдер таулы жерлерге тән.
		Квершлаг - жер бетіне тікелей шыға алмайтын, кен орнының созылымына қиғаш жыныстар бойынша жүргізілетін және жүктерді тасымалдауға, адамдардың қозғалысына және желдетуге арналған көлденең (сирек көлбеу болады) тау қазбасы.
		Штрек (қуақаз) - тікелей жер бетіне шықпайтын, көлбеулігі 3 градустан аспайтын, кен орнына ұзын бойына бағыттас жүргізілген көлденең жерасты тау қазбасы. Бос жыныстар бойынша жүргізілетін қуақаз далалық деп аталады.
		Орт - желдету, жүктерді тасымалдау және т.б. мақсатында оның қалыңдығы шегінде қуатты тік шоғырдың созылымына қиғаш жүргізілетін көлденең тау қазбасы.
		Соқпақ - бүйір жыныстарды жармастан қаттың созылымы бойынша жүргізілетін, желдету үшін немесе қазбаларды оларды жүргізу процесінде қосу үшін қызмет ететін көмекші көлденең тау қазбасы.
3	Көлбеу	Бремсберг - жер бетіне тікелей шыға алмайтын және механикалық көлік құралдарының көмегімен пайдалы қазбаларды түсіруге қызмет ететін еңіс тау қазбасы.
		Еңіс - жер бетіне тікелей шыға алмайтын және пайдалы қазбаны көтеру үшін қызмет ететін еңіс тау қазбасы.
		Беткей - жер бетіне тікелей шығысы жоқ және ауырлық күшінің әсерінен әртүрлі жүктерді түсіруге арналған еңіс тау қазбасы.
		Пеш - жер бетіне тікелей шыға алмайтын, оның қалыңдығы шегінде пайдалы қазба қаты бойынша жүргізілетін және желдетуге, адамдардың қозғалуына, көмір мен материалдарды тасымалдауға арналған еңіс тау қазбасы. Пайдалы қазбаларды қазу жұмыстарын бастауға арналған пеш кесілген деп аталады.
		Жүрістік - жер бетіне тікелей шыға алмайтын және адамдардың қозғалуына, сондай-ақ желдетуге, материалдар мен жабдықтарды жеткізуге, кабель мен құбырларды төсеуге арналған көлбеу (сирек көлденең) тау қазбасы. Жүрістік, әдетте, бремсбергтерге, беткейлерге, жиектерге параллель жүргізіледі және көбінесе адамдарды механикаландырылған жеткізу құралдарымен жабдықталады.
		Көшкін (көмір) - тазарту қазбасы, оны өндіру үшін ПҚ қаты бойымен (әдетте, бүйір жыныстарды бұзбай) салынған.
		Ақаулық - желдету мақсатында жүргізілетін көлбеу немесе көлденең тау қазбасы.
		Көлбеу оқпан – тік оқпаннан тек орналасуымен (деңгейжиекке қарай бұрышпен) ғана ерекшеленеді. Көп жағдайда оны (тікбұрышты пішіннің көлденең қимасы бар) ПҚ шоғыры бойынша жүргізеді.

7.1 Кестенің жалғасы

1	2	3
4	Арнайы	Камера - салыстырмалы түрде үлкен көлденең қималары бар, жер бетіне тікелей шыға алмайтын және әртүрлі мақсаттарға арналған: жабдықты (сорғы, ысырма және трансформатор камерасы, қосалқы станция, гараж), материалдар мен жабдықтарды (қосалқы бөлшектер, жарылғыш заттар және т.б.), санитарлық қызметтерді және т.б. орналастыру. Сондай-ақ, камера тазарту немесе жарылыс қазбалары ретінде қолданылады.
		Ұңғыма - тау жыныстарында немесе ПҚ бұрғылау әдісімен жүргізілген қазбалар (цилиндр пішінді, тереңдігі 5 м және одан жоғары, диаметрі 75 мм артық болады). Мақсаты бойынша олар барлау, пайдалану, көмекші, жарылғыш, суды төмендету және су ретінде ерекшеленеді.
		Шпур - тау жынысындағы немесе пайдалы қазбадағы цилиндрлік қуыс, тереңдігі мен диаметрі сәйкесінше 5 м және 75 мм дейін. Негізінен жарылғыш заттың зарядын орналастыруға арналған, сонымен қатар анкер бекітпесін орнату, ерітінділерді айдау және басқа мақсаттар үшін қолданылады.
		Ниша - тазалау забойдағы немесе тау қазбасының қабырғасындағы қосымша мақсаттарға, атап айтқанда комбайнды қазып алуды бастауға, монтаждауға және оны жөндеуге қажетті тереңдету.
5	Оқпан маңындағы аула	Шахталық оқпанды (оқпандарды) барлық басқа қазбалармен қосу, сондай-ақ маңызды өндірістік қызметтерді (электр қосалқы станциялары, гараж, су төгу және т.б.) орналастыру үшін қызмет ететін оны құрайтын тау-кен қазбаларының жиынтығы (мақсаты және ерекше, арнайы топты құрайтын конструкциялар бойынша).



1, 2, 16 - оқпандар (тік, көлбеу және соқыр);
3 - штольня;
4, 7, 9, 14 - штректер (желдету, тасымалдау, аралық және далалық);
5 - орт;
6 - беткей;
8, 12, 15 - квершлагтар (шығыс, оқпан маңындағы және батыс);
10 - еңіс;
11 - камера;
13 - зумпф;
17, 23 – жүрістік (камералы және бремсбергті);
18 - гезенк;
19 - түйісім;
20 - шурф;
21 - бремсберг;
22 - просек

Сурет 7.2 - Жерасты тау қазбаларының түрлері [60]

7.1.2 Қолайсыз процестер мен құбылыстардың инженерлік құрылыстарға әсері

Жергілікті жердің кейбір аудандарында әр түрлі геологиялық процестер (физикалық-геологиялық) білінуі мүмкін, оны бағаламау құрылымның зақымдануына немесе тіпті бұзылуына әкелуі мүмкін.

Физикалық-геологиялық процестер өте алуан түрлі және кең таралған. Негізгі физикалық-геологиялық процестерге механикалық және химиялық суффозия (карст), көшкіндер, шөгу, аязға шоғырлану, тектоникалық процестер және т.б. жатады.

Суффозия дегеніміз топырақ бөлшектерін (механикалық суффозия) немесе тез еритін тұздарды (химиялық суффозия) жер асты суларының ағынымен қуыстар, шұңқырлар пайда болып, кейде жер бетінің шөгуімен бірге шайылу процесі.

Жыныстың шайылуы нәтижесінде қуыстар пайда болады. Тіректері жоқ тау жыныстарының үстіңгі қабаттары төмен түсіп, жер бетінде шұңқырларды құрайды. Бұл жерлерде пайда болған құрылымдар деформацияға ұшырайды, нәтижесінде олар бұзылуы мүмкін. Мұндай құбылысқа қарсы күрес қиын болғандықтан, құрылыстарды жобалау кезінде суффозия процесі басталатын немесе басталуы мүмкін жерлерден аулақ болуға тырысады.

Көшкіндер - жер асты және жер үсті суларының белсенділігіне, тау жыныстарының белгілі бір құрамына және сулы және су өткізбейтін көлбеудің ауысуына байланысты ауырлық күшінің әсерінен тау жыныстарының бір бөлігінің беткейден төмен қарай жылжуы.

Көшкін пайда болған жерлерде салынған құрылыстарды геодезиялық әдістермен үнемі бақылау жүргізу қажет.

Шөгу құбылыстары топырақ немесе орман тәрізді саздақтардан тұратын жерлерде таралады. Мұндай топырақтар макрокеуекті санатқа жатады, яғни оларда кеуектің өлшемдері тау жынысын құрайтын бөлшектердің мөлшеріне сәйкес келеді немесе одан да көп. Мұндай кезде тау жынысы ылғалданған күйде үлкен алаңдаушылық тудырады, себебі ол жүктемеге қарсы тұру қабілетін жоғалтады және мұндай топырақта салынған құрылым күрт біркелкі емес отырымдылыққа ұшырайды, олардың сипатына байланысты *шөгінділер* деп аталады.

Аязға шоғырлану деп ондағы судың қатып қалуына байланысты топырақ көлемінің ұлғаюы түсініледі. Жұмсақ топырақтардың шоғырлануы бейім: көп дәрежеде сазды, аз дәрежеде құмды. Топырақтың қату тереңдігі неғұрлым көп болса, соғұрлым шоғырлануы көп болады. Қабыну процесі қайтымды процесс, яғни, топырақ ерігеннен кейін оның бастапқы көлемі қалпына келеді. Алайда, мұздатылған топырақта пайда болған жеңіл құрылымдар мен конструкциялар топырақ ерігеннен кейін бастапқы күйіне оралмауы мүмкін.

Жер асты суларының жақындығы аязға шоғырлануға айтарлықтай әсер етеді. Жер асты суларының деңгейі жоғары болған кезде аязға шоғырлану төменгіге қарағанда айтарлықтай болады. Негізінен жолдар, жағалаулар,

геодезиялық құрылымдар сияқты құрылымдар аязға шоғырлануға ұшырайды. Жылытылатын құрылымдар, әдетте, аязға шоғырлануға ұшырамайды, себебі олардың іргетастарын топырақтың қату тереңдігінен төмен орналастырады.

Тектоникалық процестер дегеніміз жер қыртысының қалыптасқан құрылымымен немесе ондағы болып жатқан жалпы өзгерістермен байланысты жердің ішкі күштерінен туындайтын процестер. Олар құрлық пен теңіз аудандарының баяу жылжуы түрінде, сондай-ақ жылдам тербелістер мен қозғалыстар түрінде табады.

Адамның инженерлік қызметімен байланысты процестер құрылымдардың күйіне кері әсер етеді. Оларға мыналар жатады:

- инженерлік-геологиялық құрылымдардан және салынған елді-мекендерден пайда болатын статикалық жүктемелерден туындаған процестер;
- құрылымдардан түсетін жүктемемен тығыздалу нәтижесінде іргетас топырағының деформациясы;
- динамикалық жүктемелер мен жарылыстардан туындаған процестер;
- су шаруашылығы қызметін жүзеге асыру кезінде туындайтын процестер;
- өзен аңғарларында ірі су қоймаларын құрудан туындаған процестер;
- пайдалы қазбаларды жер астынан өндіруден туындайтын процестер [61, 62].

7.1.3 Инженерлік-геологиялық ізденістер

Инженерлік-геологиялық ізденістер - бұл ғимараттар мен құрылыстарды жобалау және салу үшін бастапқы ақпаратпен қамтамасыз ету үшін орындалатын далалық, зертханалық және камералдық жұмыстар кешені. Бастапқы деректердің сапасына (топырақтың қасиеті мен жай-күйі, геологиялық құрылысы, гидрогеологиялық жағдайы, тектоникалық бұзылыстар және т.б.) ғимараттар мен құрылыстардың оларды пайдаланудың ұзақ кезеңіне тұрақтылығы байланысты [63].

Осылайша, инженерлік-геологиялық ізденістер жұмыс аймағындағы геологиялық ерекшеліктерді зерттеу мақсатында жүргізіледі, олар әдетте екі түрде орындалады:

– іздеу жұмыстары;
– барлау жұмыстары.

Іздестіру жұмыстары инженерлік-геологиялық карталар бойынша инженерлік құрылыстың орналасқан жерін анықтау мақсатында орындалады. Бұл жағдайда геодезистің рөлі геологиялық қазбалардың, шахталардың, шурфтардың жобаларын жерге көшіру болып табылады.

Барлау жұмыстары нақты учаскедегі жыныстардың геологиялық құрамын нақтылау үшін орындалады. Геодезистің міндеті барлау ұңғымаларын жерден планға көшіру болып табылады. Егер геологиялық қазбаларды картадан жергілікті жерге шығару бойынша жұмыстар орындалса, онда 1:25 000 және одан ұсақ масштаб үшін көшіруді айқын контурлар бойынша көз мөлшерімен өлшеу арқылы орындайды. Егер геологиялық қазбаларды көшіру 1:25 000 масштабтағы және одан ірі карталарда орындалса, онда көшіру процесі

аспаптық жолымен орындалады. Егер геологиялық қазбалар жер асты суларының деңгейін анықтау мақсатында орындалса, онда геологиялық қазбалардың биіктік белгілері 10-20 мм дәлдікпен анықталуы тиіс. Егер қазбалар жыныстардың құрамын және жыныстарды бөлу сызықтарын анықтауға арналған болса, онда анықтау дәлдігі кемінде 5 см болуы тиіс, егер геологиялық қазбалар кен орындарының қуатын анықтауға арналған болса, онда анықтау дәлдігі 0,5 – 1 м құрайды.

Бірқатар себептерге байланысты, мысалы, жобалау сатысына, инженерлік-геологиялық жағдайлардың күрделілігіне, жобаланған ғимараттар мен құрылыстардың сипаты мен жауапкершілік класына байланысты белгілі бір зерттеулер жүргізілмеуі мүмкін.

Күрделілігі бойынша аумақтың инженерлік-геологиялық жағдайлары үш санатқа бөлінеді (7.2-кесте).

Күрделілік санаты факторлардың жиынтығы бойынша белгіленеді, бірақ егер олардың кез-келгені жобалық шешімдерді таңдауға шешуші әсер етсе, онда ол осы фактормен анықталады және осы факторды зерттеу үшін ғана жұмыс көлемін арттырады.

Жобалау сатысына байланысты зерттеудің келесі кезеңдеріне бөлінеді:

- құрылыс объектілерін орналастырудың келешектегі нұсқаларын белгілейтін алдын ала жобалау құжаттамасын дайындау;
- жобаны құру (жұмыс жобасы) - бұл ғимараттар мен құрылыстарды құрастыру, іргетас түрлерін таңдау;
- жұмыс құжаттамасын жасау - жеке ғимараттар мен құрылыстарды жобалау.

7.2-кесте - Инженерлік-геологиялық жағдайлардың санаттары

Күрделілік санаты	Сипаттамасы
I (қарапайым)	алаңның беті көлденең, әр түрлі топырақтың екі қабатынан артық емес, жер асты сулары, қауіпті геологиялық процестер мен ерекше топырақтар жоқ.
II (орта)	алаң беті еңіс, нашар бөлінген, еңіс жатқан немесе сыналанып жатқан әр түрлі топырақтардың төрт қабатынан аспайтын, екі және одан да көп жер асты суларының жиектері; қауіпті геологиялық процестердің таралуы шектеулі; ерекше топырақтар жобалық шешімдерді таңдауға елеулі әсер етпейді.
III (күрделі)	беті қатты бөлінген; күрт өзгеретін қалыңдықтағы әр түрлі топырақтардың төрт қабатынан көп, линза тәрізді жату орын алады; жер асты суларының деңгейжиектері ауданы мен қалыңдығы бойынша төзімсіз; қауіпті геологиялық процестер кең таралған және жобалауға әсер етеді; нақты топырақтар жобалық шешімдерді таңдауға шешуші әсер етеді.

Алғашқы екі кезеңде, әдетте, «негізгі учаскелер» әдісі қолданылады, онда геологиялық ортаның мәліметтері іргелес аудандарға экстраполяциялануға болатын бөліктері егжей-тегжейлі зерттеледі. Жұмыс құжаттамасы үшін

іздестіру нақты ғимараттарға, құрылыстарға, коммуникацияларға және басқа да құрылыс объектілеріне арналған бас план болған кезде жүргізіледі.

Ғимараттар мен құрылыстарды салу кезінде инженерлік-геологиялық ізденістер кешенін сапалы жүргізу топырақтың, құрылыс іргетасының ұзақ мерзімге тұрақтылығының негізі және кепілі болып табылады. Бұл құрылыс объектісінің деформациялық процестерін айтарлықтай азайтуға мүмкіндік береді.

Құрылымдардың сипаты мен жауапкершілік класы зерттеулердің құрамы мен көлеміне, әсіресе жобалаудың соңғы кезеңіне айтарлықтай әсер етеді. Осылайша, жобалау кезеңі, инженерлік-геологиялық жағдайлардың күрделілігі, ғимараттар мен құрылыстардың сипаты мен жауапкершілік класы инженерлік-геологиялық ізденістердің құрамы мен көлемін реттейді [53].

7.2 Аудандық объектілерді инженерлік-геологиялық іздестіру

Аудандық объектілер үшін инженерлік-геологиялық ізденістер аумақтағы жыныстардың құрылысын және топырақтағы жерасты процестерін зерделеу үшін жүргізіледі. Зерттеулер дайындық кезеңінде жүргізіледі. Жұмыстардың нәтижесінде құрылысқа арналған орынды таңдау бойынша ұсыныстар жасалады, оны салу және теріс әсерден қорғау бойынша ұсыныстар беріледі. Егер құрылыс алдында геологиялық барлау жүргізілмесе, ғимарат деформацияға ұшырайды және нәтижесінде ғимарат пайдалануға жарамсыз болады.

7.2.1 Инженерлік-геологиялық түсіріс

Инженерлік-геологиялық түсіріс - нәтижесі инженерлік-геологиялық карталар жасау болып табылатын аумақтың инженерлік-геологиялық жағдайларын (берілген масштабта және берілген тереңдікке) зерделеу үшін орындалатын жұмыстар мен зерттеулер кешені.

Әр түрлі дәрежедегі түсіру кезінде аумақтың геоморфологиялық ерекшеліктері, оның геологиялық құрылымы, гидрогеологиялық жағдайлары, экзогендік геологиялық процестер, тіпті топырақтың қасиеттері зерттеледі. Жұмыстың бұл түрі зерттеудің бастапқы кезеңдерінде өте маңызды, кейде негізгі рөл атқарады. Кейбір жағдайларда ол егжей-тегжейлі зерттеу кезінде де жүргізілуі мүмкін. Бұл жұмыстардың негізгі принципі - зерттеулерге кешенді көзқарас. Егжей-тегжейлі зерттеу, мысалы, гидрогеологиялық жағдайлар, геоморфологиялық ерекшеліктер мен геологиялық бөлімді білместен, қажетті сапа туралы ақпарат бермейді.

Инженерлік-геологиялық түсірістің масштабы ұсақ (1:100000 - 1:200000), орташа (1:25000 - 1:10000) және ірі (1:5000 және одан ірі) болып бөлінеді. Егжей-тегжейлі міндеттер мен болашақ құрылыстың жауапкершілік деңгейіне байланысты анықталады.

Инженерлік-геологиялық түсіріске мынадай зерттеу түрлері кіреді (7.3-сурет).

Сурет 7.3- Инженерлік-геологиялық түсіріс құрамындағы жұмыстар кешені

Инженерлік-геологиялық жағдайлардың параметрлерін жерүсті (нүктелі немесе желілік) зерделеу және маңызды аудандарды қашықтықтан зерттеу әдістерін ұтымды кешендеудің (мысалы, ғарыштық және аэрофотоматериалдарды кеңінен қолдануды көздейтін ландшафттық әдіс және т.б.) маңызы зор. Қашықтықтан зерттеу әдістерінің рөлі әсіресе ұсақ және орташа масштабты түсіруде үлкен. Аумақтың инженерлік-геологиялық жағдайлары туралы тікелей ақпарат алудың жер бетіндегі әдістері кез-келген масштабты түсірісте қолданылады, алайда ірі масштабты түсірісте олардың рөлі жетекші болады, оларды жүргізу деңгейі алынған ақпараттың сенімділігі мен сапасын анықтайды.

Инженерлік-геологиялық түсіру өндірісі бірқатар кезеңдерге бөлінеді:

- дайындық кезеңі, оның барысында бұрын орындалған зерттеулердің материалдарын зерделеу және аэрофотоматериалдарды арнайы айқындау негізінде аумақтың инженерлік-геологиялық жағдайлары туралы жұмыс гипотезасы әзірленеді, жұмыстардың жобасы (бағдарламасы) жасалады және жұмыстарды материалдық-техникалық жабдықтау жүргізіледі;

- карта жасау үшін қажетті ақпараттың басым бөлігін алуға мүмкіндік беретін барлық жоспарланған жұмыс түрлері жүргізілетін далалық кезең;

- есеп құрастырумен аяқталатын зертханалық зерттеулердің, есептеу және карта құраушы жұмыстардың едәуір көлемі орындалатын камералдық кезең. Оның мәтіндік бөлігі инженерлік-геологиялық картаға - инженерлік-

геологиялық түсірудің негізгі есептік құжатына түсіндірме жазба болып табылады [63].

7.2.2 Шаршылар бойынша нивелирлеу әдісімен түсіру планын құру

Жоғарыда айтылғандай (4.4 пунктінде), тік жоспарлау құрылыста маңызды орын алады. *Тік жоспарлау* - бұл қала құрылысы мақсатында пайдалану үшін топырақты кесу немесе себу арқылы қолданыстағы бедерді жасанды түрде өзгерту, түрлендіру және жақсарту бойынша инженерлік шара. Тік жоспарлаудың негізгі мақсаты - аумақты дамыту және инженерлік абаттандыру талаптарын қанағаттандыратын жоспарланған беттерді құру. Аумақтың тік орналасуы ғимараттар мен құрылыстарды орналастыру, көшелер, өткелдер, жерасты инженерлік коммуникацияларын төсеу үшін қолайлы жағдай жасауға арналған.

Тік жоспарлау жобасын жасау үшін негіз 1:1 000 – 1:500 масштабтағы жердің топографиялық пландары болып табылады, олар бетті геометриялық тегістеу нәтижесінде алынған. Түсірудің мақсатына және жердің жағдайына байланысты жер бетін геометриялық нивелирлеудің келесі әдістерін қолдануға болады: көлбеу сызықтар, параллель сызықтар, көпбұрыштар, квадраттар әдісі. Әдістер бір-бірінен нивелирлеу сұлбасымен ерекшеленеді. Жер бетін квадраттар бойынша нивелирлеу әдісін қарастырайық [64].

Жер бетін квадраттар бойынша тегістеу әдісі - тік жоспарлау жобасын жасау және жер жұмыстарының көлемін есептеу мақсатында жер бедері қимасының биіктігі аз (0,1 – 0,5 м) ірі масштабта (1: 500 – 1: 5 000) жазық жер бедері бар ашық жерлерді топографиялық түсірудің ең қарапайым және кең таралған әдісі

Жер бедердің сипатын, оның бейнесіне талап етілетін дәлдігін, салынып жатқан құрылыстың күрделілігі мен мақсатын ескере отырып, қабырғалары 5-тен 100 (400) м дейінгі квадраттар торын бөледі.

Бұл жерлерде пландық-биіктік негіздемесі ретінде тіректермен бекітілген және зерттеу тәжірибесінде қабылданған сұлбаға сәйкес белгіленген квадраттардың төбелері алынады. Квадраттардың төбелерін белгілеу ең үлкен ось бойымен сандармен және қысқа жағында кіші (немесе үлкен) әріптермен орындалады, мысалы, а2, е5, ..., (А2, Е5) (7.4-сурет).

Биіктігі бойынша байланыстыру үшін нивелирленетін алаңның жанына грунтты репер орнатылады және оған геометриялық нивелирлеу әдісімен ең жақын бастапқы реперден биіктік белгі беріледі.

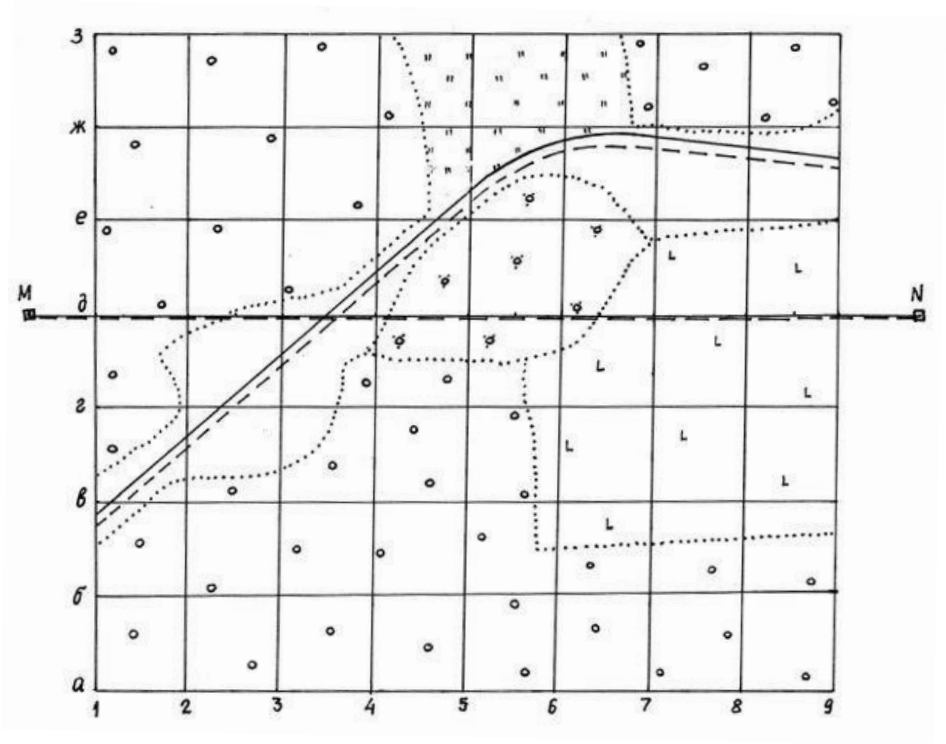
Квадраттар бойынша алаңды тегістеу кезіндегі жұмыс құрамы келесідей:

- учаскені барлау;
- жергілікті жерде олардың жобалық бағдарымен негізгі квадраттарды салу (түсіріс негіздемесі);
- толтырушы квадраттарды салу;
- биіктік белгіні квадраттардың бірінің шыңына немесе бекітілген нүктеге бөлек беру;

- барлық квадраттардың төбелерін нивелирлеу;
- өлшеу нәтижелерін өңдеу және жер бедерін құру;
- жер бетінің жағдайын түсіру (қажет болған жағдайда) және планды құру.

Алынатын аумақтың көлеміне байланысты квадраттар торын тікелей бөлу, содан кейін осы квадраттар торын байланыстыру немесе теодолиттік жүрістен бөлу жүзеге асырылуы мүмкін. Алынатын аймақтың шағын ауданы кезінде бөлу жұмыстарын теодолиттік жүрістен орындайды.

Бұл ретте алынатын учаске бойынша MN магистральдық сызығы салынады, оған квадраттың қабырғасына тең бір-бірінен қашықтықта нүктелер белгіленеді, содан кейін квадраттардың бұрыштарын бөліп, параллель сызықтардың бірнеше қатарларын салады (7.4-сурет), оларды қазықшамен бекітеді. Квадраттардың төбелерін бөлу процесінде жер бетінің жағдайы квадраттардың төбелері мен қабырғаларынан сызықтық және тұстама өлшеулер арқылы түсіріледі.

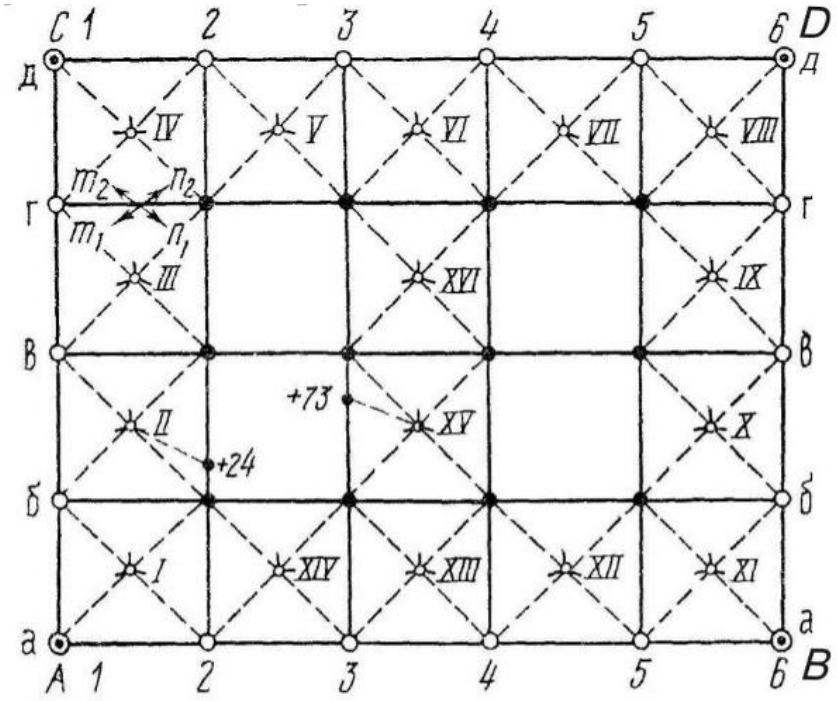


Сурет 7.4 - Магистральдық сызықтан квадраттарды бөлу

Квадраттар торын тікелей бөлу. Үлкен аудандарда квадраттарды салу кезінде қателіктердің жиналуын болдырмас үшін алдымен негізгі шаршы немесе тіктөртбұрыш салынады. Ол үшін жер бетінде түсіріс учаскесінің шекарасы бойымен AB тірек сызығын бекітіп, және сол сызықта өлшеуіш лента арқылы квадраттар қабырғаларының ұзындығын (1-2, ..., 5-6) салады. Содан кейін A және B нүктелерінде теодолит кезекпен орнатылып, AB сызығына AC және BD перпендикулярлары салынады. Бақылау үшін CD сызығының ұзындығын

өлшейді, ол АВ сызығының ұзындығынан оның ұзындығына қатысты 1:2 000-нан аспауы тиіс.

Сонымен қатар, CD сызығына жүргізілген перпендикулярларда квадраттар қабырғаларының ұзындықтары салынады. ABDC полигонының төбелері мен оның қабырғаларындағы нүктелер грунтты реперлерімен бекітіледі. Полигон ішіндегі квадраттарды бөлу 1 – 1, 2 – 2, ..., 5 – 5 (7.5-сурет) сызықтардың тұстамалары бойынша орындалады. Бөлуді бақылау а – а, б – б, в – в перпендикулярлы тұстамалар бойынша нүктелерді қадалау арқылы орындалады. Квадраттардың төбелері (пикеттер) қадамен бекітіледі. Қажет болған жағдайда квадраттардың қабырғаларында жер бедерінің өзгеру нүктелерінде плюстік нүктелер бекітіледі.



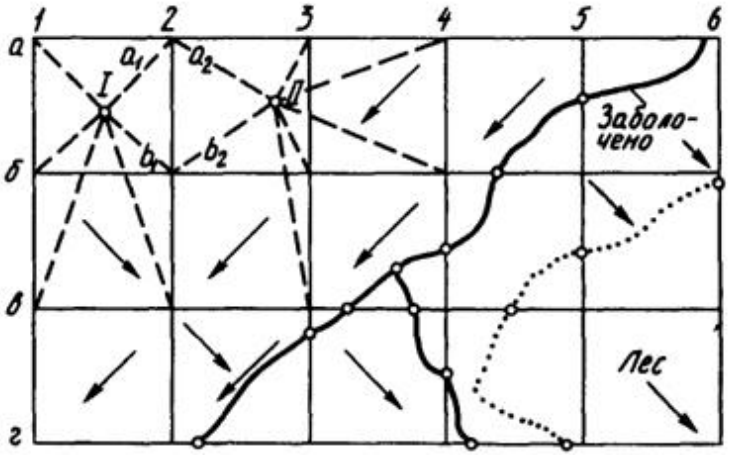
Сурет 7.5 - Квадраттар қабырғасының ұзындығы 100 м артық болған кезде ауданды нивелирлеу сұлбасы

Пикеттерді бөлумен бір мезгілде квадраттардың қабырғасынан контурлар мен жергілікті заттардың ерекше нүктелеріне дейінгі сызықтық өлшеулер арқылы жер беті жағдайының түсірісі жүргізіледі.

Түсіру нәтижелері абриске енгізіледі, сонымен қатар онда нұсқармен еңістердің бағыты көрсетіледі (7.6-сурет). Егер жер бедері өте қиылысқан және бедердің көптеген иілімдері болса, онда иілу нүктелері де нивелирленеді, сонымен бірге квадраттардың ішінде олардың пландық байланыстыруы орындалады.

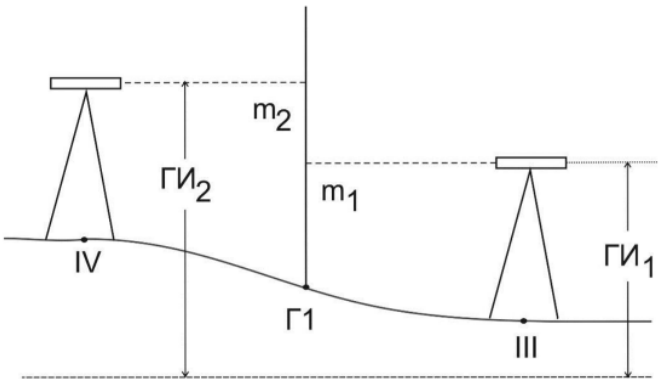
Квадраттарды нивелирлеу тәртібі олардың мөлшеріне байланысты. Квадраттар қабырғаларының ұзындығы 100 м немесе одан көп болса, әрбір квадрат бөлек нивелирленеді. Бұл жағдайда алдымен сыртқы квадраттарда, содан кейін ішкі квадраттарда тұйықталған жүріс жүргізіледі. Нивелирлеу

журналы жүргізілмейді, ал рейка бойынша алынған есептер сұлбада, квадраттардың ішінде жазылады. Биіктік өсімшелерді үйлестіру және бақылау осы сұлбада, іргелес станциялардағы горизонттардың айырмашылығы бойынша жүзеге асырылады.



Сурет 7.6 - Квадраттар бойынша нивелирлеу кезіндегі түсіру абрисі (нұсқарлармен еңістердің бағыты көрсетілген)

Есептеу реті келесідей. Іргелес станциялардағы горизонттардың айырмашылығы анықталады (7.7-сурет).



Сурет 7.7 - Г1 нүктесіндегі горизонттардың айырмашылықтарын есептеуге арналған сұлба

III және IV станциялардан Г1 нүктесінде орнатылған рейка бойынша есептердің айырмашылығы (горизонттардың айырмашылығы) тең

$$r_1' = m_2 - m_1 = АГ_2 - АГ_1. \quad (7.1)$$

Әр нүктеде есептер тек рейканың қара жағында алынады. Өлшеу нәтижелері сұлбаға енгізіледі. Егер рейка Г2 нүктесіне орнатылса, дәл сол горизонттардың айырмашылығын екінші рет табуға болады:

$$r_1'' = n_2 - n_1 = \text{АГ}_2 - \text{АГ}_1. \quad (7.2)$$

Екі мән r_1' және r_1'' салыстырылады (айырмашылық 10 мм аспауы тиіс), горизонттардың айырмашылығының орташа мәні $r_1 = \frac{r_1'+r_1''}{2}$ анықталады, оны қос квадраттардың іргелес қабырғасына жазады. Станциялардың орналасу реті бойынша горизонттардың айырмашылықтарын есептеуін жалғастырады. Горизонттардың барлық айырмашылықтарының қосындысы нөлге тең болуы тиіс. Қиыспаушылықты есептейді және үйлестіреді. $f_h = \sum r_i$ алынған қиыспаушылық ± 10 мм$\sqrt{n}$, яғни $f_h \leq 10$ мм$\sqrt{n}$ мәннен аспауы тиіс, мұндағы *n* – барлық станциялардың саны. Қиыспаушылықты горизонттардың барлық айырмашылықтарына кері таңбамен тең бөлінеді. Аспаптардың горизонттарын келесі арақатынас негізінде анықтайды:

$$\text{АГ}_{(k+1)} = \text{АГ}_k + r_k^{\text{үйл}}, \quad (7.3)$$

яғни келесі станциядағы аспаптың горизонты алдыңғы станциядағы аспаптың горизонты қосу сәйкес келетін горизонттардың үйлестірілген айырмашылығына тең. Алынған горизонттар бойынша (алынғандардың соңғысы бастапқысына тең болуы тиіс) белгілі арақатынас негізінде квадраттардың төбелерінің биіктік белгілері есептелінеді:

$$H = \text{АГ} - a, \quad (7.4)$$

мұндағы *a* – рейка бойынша есеп.

Бастапқы горизонт a_1 нүктесінің биіктік белгісі мен осы нүктедегі рейка бойынша алынған есептің қосындысы ретінде алынады.

Бұдан әрі, полигон пункттерінің биіктігін тұрақты деп қабылдай отырып, ішкі пикеттердің биіктігін сыртқы полигон пункттерінің арасында салынған жүрістердің нүктелері ретінде үйлестіреді. Басқа жағдайда, квадраттардың қабырғаларының кішкентай (10 – 20 м) өлшемдері болған жағдайда бір станциядан бірнеше квадраттарды нивелирлейді. Ол үшін станцияларды байланыстырушы нүктелерден ABCDA тұйықталған тірек полигоны пайда болатындай етіп таңдайды (7.8-сурет).

Нивелирлеудің тұйықталған тірек жүрісінде биіктік қиыспаушылық келесі шартты қанағаттандыруы тиіс:

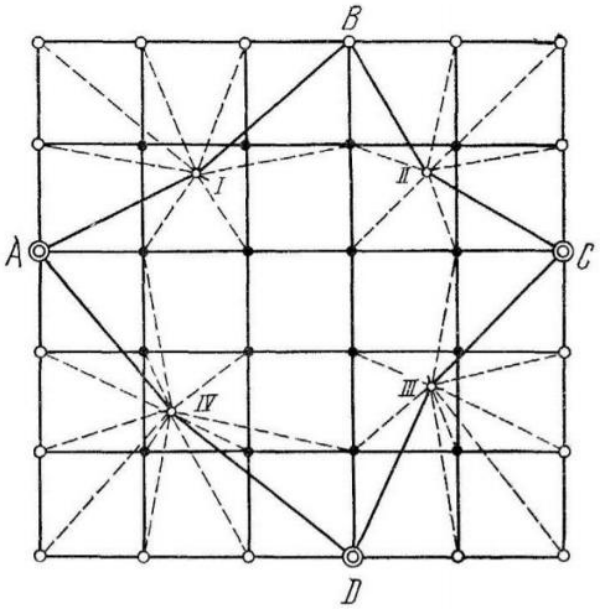
$$f_h = \sum h \leq \pm 10 \text{ мм}\sqrt{n}, \quad (7.5)$$

мұндағы $\sum h$ - байланыстырушы нүктелердің биіктік өсімшелерінің қосындысы;

n - станциялардың саны.

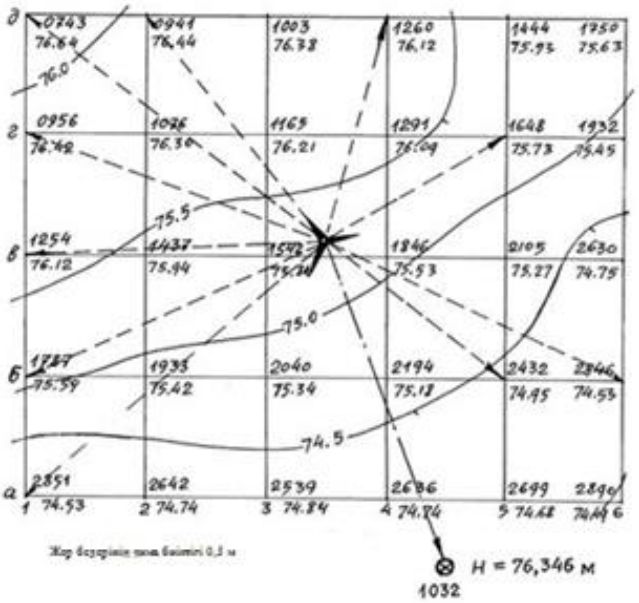
Биіктік қиыспаушылықты тарату, түзетілген биіктік өсімшелерін және байланыстырушы нүктелердің биіктігін есептеу бойлық инженерлік-

техникалық нивелирлеу кезіндегі сияқты жүзеге асырылады. Әр станциядағы аралық нүктелердің биіктігі нивелирдің горизонты арқылы есептеледі.



Сурет 7.8- Квадрат қабырғасының ұзындығы 10-20 м болған жағдайда ауданды нивелирлеу сұлбасы

Егер түсіруге жататын алаңның қабырғаларының ұзындығы 350 м аспаса, онда квадраттардың барлық төбелерін нивелирлеуді бір станциядан орындауға болады, нивелирді түсіруге жататын учаскенің ортасына орналастыруға болады (7.9-сурет).

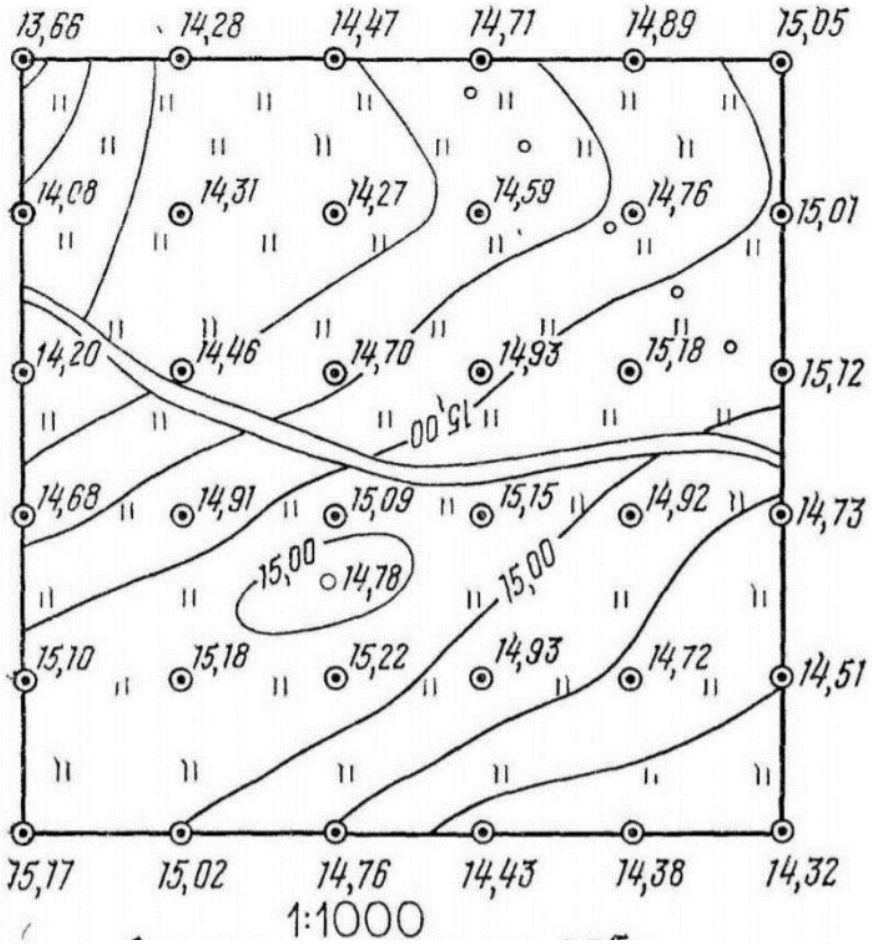


Сурет 7.9 - Бір станциядан квадраттар торын нивелирлеу сұлбасы

Нивелирлеу нәтижелерін есептеуден кейін таңдалған масштабта жер учаскесінің топографиялық планы жасалады. Планда жер учаскесінің шекаралары, квадраттардың төбелері, плюстік нүктелер мен жер бетінің жағдайы көрсетіледі. Әрбір пикеттік және плюстік нүктенің жанында оның 1 см дейін дөңгелектелген биіктік белгісі белгіленеді (7.10-сурет). Горизонтальдар жер бедерінің қима биіктігі белгіленген биіктігімен салынады. План шартты белгілерге сәйкес сызылады.

Тік жоспарлаудың құрамдас бөлігі көлденең және көлбеу жазықтықтарды-алаңдарды жобалау болып табылады. Жобалық бетін таңдау құрылыстың ерекшеліктерімен, нормативтік құжаттардың талаптарымен, экономикалық көрсеткіштерді ескере отырып анықталады.

Ең үлкен экономикалық нәтиже жер массаларының тепе-теңдігі (үйінділер мен шұңқырлар көлемінің теңдігі) және жер жұмыстарының минимумы болған кезде алынады. Бұл жағдайда жоспарлау кезінде артық топырақ шығарылмайды және жетіспейтіндерін әкелмейді, бірақ оны жоспарланған алаңға әкетеді.



Жер бедерінің қима биіктігі 0,25 м

Сурет 7.10 - Өнеркәсіп алаңының топографиялық планы

Горизонтальды алаңды жобалау кезінде H_0 алаңының ауырлық орталығының жобалық (орташа) биіктік белгісін анықтайды. Ол квадраттар төбелерінің биіктік белгілерінің орташа мәні ретінде (4.8) формула бойынша есептелінеді.

Көлбеу алаңды жобалау бастапқы нүктенің H_0 жобалық белгісін, бойлық i_X және көлбеу i_Y еңістерін, сондай-ақ олардың бағыттарын ескере отырып орындалады.

Бастапқы нүктенің жобалық биіктік белгісі беріледі немесе анықталады. H_0 бастапқы нүктесінен d_x және d_y қашықтықтарына сәйкесінше, абсцисса және координат осьтері бағытында орналасқан квадраттың төбелерінің жобалық биіктік белгілері $H_{жоб}$ мына формула бойынша анықталады:

$$H_{жоб} = H_0 + d_X \times i_X + d_Y \times i_Y. \qquad (7.6)$$

$H_{жоб}$ белгілерін анықтау кезінде i_X, i_Y еңістері және, демек, h_x және h_y биіктік өсімшелері H_0 бастапқы нүктесінен жоғары және оңға - оң, ал төмен және солға бағытталса - теріс болатынын ескеру қажет.

Квадраттардың барлық төбелерінің жұмыстық белгілері (4.9) формуласы бойынша жобалық және нақты биіктік белгілердің айырмасы ретінде анықталады.

Горизонтальды және көлбеу алаңдарды жобалау кезінде жер жұмыстарының картограммасында, квадраттың әр төбесіндегі тиісті нақты биіктік белгілердің үстінде есептелген жобалық және жұмыстық биіктік белгілерінің мәндері көрсетіледі. Картограмма тік жоспарлаудың графикалық құжаты болып табылады және 1: 500, 1: 1 000 масштабтарында нивелирлік планның негізінде жасалынады [64, 65, 66].

7.3 Инженерлік-гидрологиялық ізденістер кезіндегі геодезиялық жұмыстар

7.3.1 Гидрологиялық және гидрографиялық жұмыстардың сипаттамасы

Гидрология - бұл табиғи суларды, ондағы болатын құбылыстар мен процестерді зерттеумен айналысатын, сонымен қатар сулардың жер бетінде және топырақ пен топырақтың қалыңдығында таралуын, осы құбылыстар мен процестердің даму заңдылықтарын анықтайтын ғылым.

Гидрометрия - сұйықтықтың қозғалысы мен күйін сипаттайтын шамаларды және су объектілерінің режимін (судың гидрологиялық режимі) зерттеу үшін өлшеу және бақылау әдістерін қарастыратын гидрологияның бөлігі [67].

Инженерлік-гидрологиялық зерттеулер:

- өзен ағысының еңістерін, бағыттары мен жылдамдықтарын анықтау;
- тірі қима аудандары мен су басу аудандарын анықтау;

- өзендердегі судың шығуын және су қоймаларының көлемін анықтау;

- өзендердегі, көлдердегі және жасанды су қоймаларындағы су деңгейін бақылау;

- фарватердің тереңдігі және оның нақты орналасуын анықтау;

- су қоймасының максималды жобалық биіктігін көрсететін биіктік белгілерін жергілікті жерге шығару;

- өлшеу жұмыстарды жүргізу (геодезиялық әдістермен өзеннің енін, тереңдігін анықтау және т.б.);

- қатты ағындардың шөгінділерін есепке алу мақсатында гидротехникалық құрылыстарды жобалау; елді мекендерді, өнеркәсіптік кәсіпорындарды, электр станцияларын сумен жабдықтау; көпір өткелдері; құбырлар өзендері және басқа да сызықтық құрылыстар арқылы өткелдер; балық шаруашылығы; су көлігі; аумақтарды су басудан және су басудан қорғау үшін, сондай-ақ ғылыми мақсаттар үшін демалыс аймақтарын құру үшін (су айдындарындағы су алмасуды зерттеу, гидрохимиялық және гидробиологиялық зерттеулер) жүргізіледі.

Ізденістердің осы түріндегі геодезиялық жұмыстар негізінен су өлшеу бекеттері мен гидрометеостанциялардың аумағында, бөгеттер тұстамалары мен өзендер арқылы өтетін учаскелерде ірі масштабты түсіру және нивелирлік жұмыстарды орындауға, су жинау алаңдарын анықтауға, арналық түсірісті жасауға, су өлшеу бекеттерін орнатуға және су деңгейін бақылауды ұйымдастыруға, өзен ағысы мен еңістерінің жылдамдығын анықтауға және т.б. қарастырады.

Гидрологиялық зерттеулердің негізгі бөлігі гидрологиялық посттар мен станцияларда жүргізілетін гидрометриялық жұмыстар болып табылады. Гидрологиялық станциялар гидрометеорологиялық қызметке жатады (материк, өзен, көл, батпақ, теңіз), халық шаруашылығының салаларына (кеме қатынасы, гидроэнергетика және т.б.) қызмет етуге арналған. Тұрақты бақылаулар гидрометриялық тұстаманы ұйымдастыру қажеттілігі туындаған станцияларда жүргізіледі.

Гидрометриялық тұстама өзен бағытына перпендикуляр орналасқан. Тұстамада судың тереңдігін, ағысының жылдамдығын, шығынын анықтайды және жағалау мен түптік шөгінділерді зерттейді. Посттар өзендердегі, көлдердегі, теңіздердегі, су қоймаларындағы су деңгейін бақылау нөлі деп аталатын тұрақты жазықтыққа қатысты анықтайды (судың ең төменгі деңгейі). Бақылау нөлінен басқа, әрбір су өлшегіш пост үшін нөл графигі – су деңгейін өлшеу нәтижелері келтірілетін шартты жазықтық орнатылады. Кестенің нөлі ретінде пост тұстамасындағы немесе одан төмен түбінің ең төменгі белгісі алынады.

Әр постта бақылаулардың нөлдік нүктесін, қадалардың, рейкалардың және басқа құрылғылардың белгілерін анықтауға қажетті 1-2 эталондары бар. Нивелирлеу және өлшеу жұмыстары су өлшеу посттарында жүргізіліп, каналдарға түсірулер жасалады. Нивелирлеу мемлекеттік нивелирлік тораптың эталондарынан биіктік белгілерді су посттарының жұмыс эталондарына көшіру

үшін орындалады. Су жазықтығының беткейлерін анықтау және су асты топографиясының белгілерін табу үшін уақытша посттар мен бір күндік байланыс пункттері (БКБП) тораптары құрылады, олардың көмегімен өзеннің жекелеген учаскелерінде бақылаулар жүргізіліп, оларды уақыттың бір нүктесіне жеткізеді. Жүріс екі рет салынады, рұқсат етілген қиыспаушылық алға және кері жүрістер арасында $f_h = \pm 30\sqrt{L}$, км (мм) есептелінеді. Белгілерді бір жағалаудан екіншісіне көшіруді геометриялық немесе тригонометриялық нивелирлеу арқылы жүзеге асыруға болады.

Арналық түсіру ірі масштабты топографиялық пландарды алу мақсатында жүргізіледі (1:1 000, 1:2 000 және 1:5 000). Су өлшегіш бекеттер мен гидрометриялық тұстамалар учаскелеріндегі түсірілетін алаңның көлемі былай анықталады: өзен енінің 2-3 ағысы бойымен, жағадан бастап тасқын сулардың ең жоғары деңгейінен 1 м асатын шекараға дейін. Егер ауданы 250 га аз болса, онда пландық негіздеме ретінде 2-разрядты полигонометрия немесе теодолиттік жүрістер, ал биіктіктік – IV класты нивелирлеу пайдаланылады. Жер бетінің жағдайын және жағалау бедерін түсірудің негізгі әдісі – тахеометриялық түсіру. Үлкен аудандарда аэрофототүсіру қолданылады. Өлшеу жұмыстары су қоймаларының пландарын, өзен арнасының көлденең профильдерін жасау, тірі қималардың аудандарын есептеу, олардың түбінің бедерін зерттеу, изобат салу, су астындағы навигациялық қауіптерді анықтау, кемелердің өтуіне ыңғайлы фарватерді, кемелердің жағаға жақындау орындарын анықтау, түбін тереңдету жұмыстарының көлемін анықтау және гидротехникалық құрылыстардың орналасу орындарын таңдау үшін жүргізіледі. Олар тереңдікті, жылдамдықты және ағым бағытын өлшеуді, өлшеу нүктелерін үйлестіруді қамтиды.

Жұмыстың бұл түрі нивелир мен теодолит немесе тахеометр көмегімен орындалады. Теодолит, тахеометр көлденең профильді салу (тұстаманы орнату), өзеннің белгілі бір жерде тереңдігін анықтайтын деңгейді бекіту үшін қажет.

Жаңа су қоймаларын салу кезінде жер бедерге максималды су басатын нүктелерді шығару маңызды міндет болып табылады. Осы мақсат үшін болашақ су тасқыны шекарасы бойынша нивелирлік жүрістер жүргізіліп, белгілі бір қашықтықта белгіленеді. Нивелирлік жүрістерді үйлестіргеннен кейін белгіленген реперлерден максималды жобалық су тасқыны бар нүктелер белгіленеді, әдетте мұндай нүктелер кейінірек су жиегі анықталатын нүктелер ретінде қызмет етеді, оларды гидрологиялық посттар деп атайды [67].

7.3.2 Өзеннің бойлық профилін құру

Өзеннің бойлық профилі - бұл төменгі және су бетіндегі белгілердің өзен ұзындығы бойымен және басынан сағаға дейін өзгеру графигі. Көлбеу осьте өзен аңғары бойымен қашықтық, тік осьте - түбінің абсолютті немесе шартты белгілері (әдетте ең үлкен тереңдік сызығы бойынша) және су деңгейі салынады.

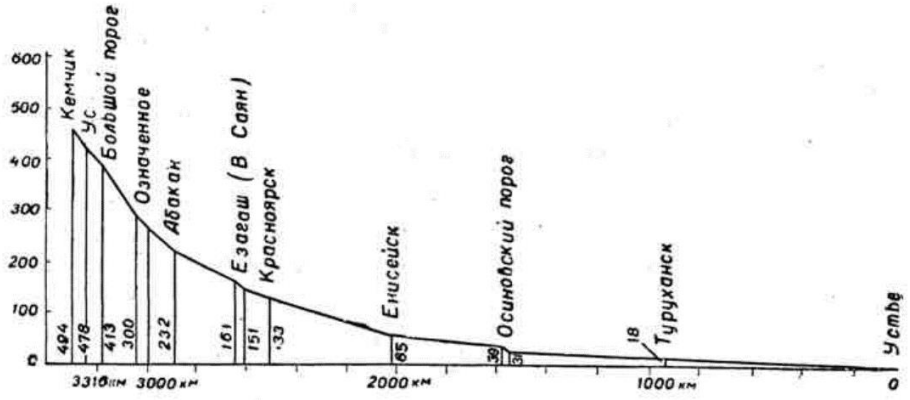
Өзен арнасының бойлық профилі құлау мен еңістігі арқылы сипатталады. Түп белгілерінің айырмасы (оның қандай да бір учаскесіндегі су беті құлау (ΔH) деп аталады), ал өзен бастауы мен сағасындағы белгілердің айырмасы өзеннің толық құлауын құрайды. Құлау аймақтың ұзындыққа қатынасы i бойлық көлбеу деп аталады және формула бойынша есептеледі:

$$i = \frac{\Delta H}{l}. \qquad (7.7)$$

Егер секцияның құлауы мен ұзындығы бірдей өлшемде алынса (мысалы, метрде), онда көлбеу өлшемсіз шама болып табылады және бірліктің бөлшектерімен өрнектеледі. Егер құлау метрмен, ал ұзындығы километрмен қабылданса, онда көлбеу бірлігі ‰ шегінде болады.

Өзеннің бойлық профилі графикалық түрде қағазда далалық және камералдық жұмысының деректері бойынша немесе ГАЖ көмегімен құрастырылады.

Өзеннің профилін салу үшін көлбеу сызық сызылады, оған өзеннің әр түрлі учаскелерінің ұзындығын масштабтау үшін бірізді етіп салады. Әр нүктеден перпендикуляр сызық түсіріліп, оған осы аудандардың биіктігі де масштабта салынады. Тіктердің төменгі ұштарын қосу арқылы бойлық профиль алынады. Өзендердің көп бөлігінің бойлық қимасын қарапайым түрде нақты назар аудармай, яғни көлбеу өзеннің сағасынан бастауына қарай төмендейтін аздап ойыс қисық ретінде көрсетуге болады (7.11-сурет).



Сурет 7.11 - Өзеннің бойлық профилі

Профильде орталық сызық бойымен немесе ең үлкен тереңдік сызығы бойымен километрлер, сипаттамалық деңгейлердің белгілері, реперлердің белгілері мен су өлшегіш посттардың нөлдері, өзеннің бойлық еністері, жағалау белгілері, ең жоғары тарихи горизонттың белгілері, тұрғын жерлер, жұмыстық деңгейлердің белгілері және т.б. көрсетіледі.

Топографиялық картадан бойлық қимадағы жағдай қиманың төменгі жағында көрсетілген.

Жасанды құрылыстар бойлық профильде сызылады және олардың өлшемдері мен құрылыс салуға арналған материалдары көрсетіледі [67].

7.3.3 Су шығынын графоаналитикалық тәсілмен есептеу

Су шығыны - әр түрлі гидротехникалық құрылыстарды, олардың қуатын есептеу үшін керек гидроэлектр станцияларын, суармалы жерлердің нақты ауданын білу үшін арналған суару жүйелерін, ауылшаруашылық су пайдаланушылары арасында су ресурстарын басқару және тарату үшін пайдалану қызметтерін, өзен ауыз суы және өнеркәсіптік сумен жабдықтау, елді мекендер үшін судың мөлшерін есептеу және экологияға зиян келтірместен өндіріс қажеттіліктері қамтамасыз етуді жобалау кезінде қажет болатын кез - келген су ағынының негізгі гидрологиялық сипаттамасы.

Су шығыны белгілі бір уақыт аралығында (секундына, сағатына, күніне) су қоймасында ағып жатқан судың мөлшерін білдіреді.

Қазіргі уақытта өзеннің ағынын анықтау кезінде оның көлденең қимасын алу үшін өзеннің ені мен тереңдігі жағадан әр түрлі қашықтықта өлшенеді. Ағынның жылдамдығын өлшеу әлдеқайда қиын, өйткені қиманың әртүрлі нүктелерінде ол бірдей емес. Су өзеннің түбі мен жағалауларында баяу ағады (түбіне үйкеліс салдарынан), ал өзеннің ортасында өзен ағысы тезірек. Сондықтан жылдамдықты өзен ағынының бір нүктесінде емес, әр түрлі тереңдікте және көлбеу қима бойынша жағадан әртүрлі қашықтықта өлшеу керек.

Өзендердегі су ағынын анықтаудың көптеген жолдары бар.

Қалқамалы тәсілі. Ағынның тік сызықты бөлігінде 8 - 10 м қашықтықта екі тұстама таңдалады және әр тұстамада ағынның беткі жылдамдығын өлшейді. Тұстаманың тереңдігі мен енін өлшеу арқылы әр тұстаманың тұрғын аймақтағы ауданы (F) табылады. Су ағынының шығыны мына формула бойынша есептеледі:

$$Q = 0{,}85 F_{\text{ср}} v_{\text{ср}}. \tag{7.8}$$

Көлемдік әдіс шағын ағындарда қолданылады. Осылайша өлшеу үшін су арнасын кішігірім бөгетпен жауып, оның ішінен ағын суы белгілі көлемі бар ыдысқа еркін ағып кететін ағынды алып тастау тиіс және ыдыс науадан ағып жатқан суға қанша секунд ішінде толатынын өлшеу қажет. Суды тұтыну формула бойынша анықталады:

$$Q = \frac{V}{t}, \tag{7.9}$$

мұндағы Q - су ағынының шығыны, м^3/ сек;

V - ыдыстың көлемі,м^3;

T - ыдысты толтыру уақыты, сек.

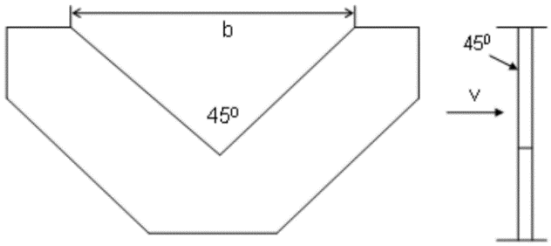
Томсонның суағары 50 л/с дейін судың аз шығыны үшін қолданылады, Томсонның суағары портативті де, стационарлық құрылымда да жасалады. Оның құрылымы қалыңдығы 3 мм табақты болаттан жасалған, жиектері 90° бұрышпен жинақталатын үшбұрышты нысандағы суағарлардан; суағар қабырғасында көлбеу (45°) немесе тігінен (90°) бекітілген қаттылық бұрышы мен деңгей өлшегіш рейкадан тұрады (сурет 7.12).

Су ағыны үшбұрышты суағарымен бөлінеді, ол арқылы су ағып өтеді.

Ағынның жылдамдығы формула бойынша анықталады:

$$Q = 1{,}4^2 h^2 \sqrt{h}, \tag{7.10}$$

мұндағы h – тіректің биіктігі, м.



Сурет 7.12 - Томсон суағыры құрылғысы

Гидрометриялық иіргіштер - су ағынындағы судың жылдамдығын өлшейтін негізгі гидрометриялық құрылғы. Иіргіштің негізгі бөлігі ретінде бұралмалы пышақ (винт, ротор) саналады. Ол ағынды сумен қозғалысқа келтіріледі. Егер ағын неғұрлым тез болса, соғұрлым пышақ тез айналады, ол айналым санауышымен байланысады.

Су ағынындағы су шығыны мына формула бойынша есептеледі:

$$Q = v_{\text{ср}}\omega, \tag{7.11}$$

мұндағы ω - еркін ағынның ауданы;

v – айналмалы иіргішпен өлшенетін жылдамдық.

«Жылдамдық-аудан» әдісі су ағынын өлшеудің жанама өлшеу формасы болып табылады. Бұл жағдайда бекітілген өлшеу пунктіндегі бақылаулардың нәтижесінде келесі ағын элементтері анықталады:

- су бөлігі ауданын анықтау үшін өлшеу тігінен тереңдіктер және олардың өлшеу бекеті сызығы бойындағы тұрақты басынан қашықтығы (үш маңызды цифр дәлдігімен, бірақ дәлірек айтқанда 1 см);

- тік орташа ағын жылдамдықтарының бойлық (өлшеуіш сызығына дейін) компоненттері, олардың негізінде олардың арасындағы бөлімдердегі орташа жылдамдықтар есептеледі (үш маңызды цифрдің дәлдігімен, бірақ дәлірек айтқанда 1 см/с).

Суды тұтыну оның элементтері бойынша келесі тәсілдердің бірімен есептеледі (дәл үш маңызды цифрға дейін):

- аналитикалық түрде, жоғары жылдамдықты шектелген ағынның суағар бөлігінің аймақтары арқылы өтетін жеке су ағындарының қосындысы ретінде;

- графикалық түрде, ағынның ені бойынша қарапайым су ағынының таралу эпюрасының ауданы ретінде.

Графикалық әдісті ағынның тереңдігі мен ені бойынша кешенді үлестіру жағдайында қолданған жөн, яғни бұл тік бойынша ағын жылдамдықтарын және суағардағы тік санын өлшеу үшін жеткілікті (кемінде бес) нүкте ұсынады $N\upsilon \geq 8$. Суды тұтыну келесі тәртіпте есептеледі:

- миллиметрлік қағазда жоғары жылдамдықты вертикальды қолдана отырып, есептелген су деңгейіне және оған түсірілген тереңдікке сәйкес көлдеңен қима сызбасы салынады;

- ағын жылдамдығының вертикаль бойымен таралу сызбалары салынады және тік орташа жылдамдықтар эпюра аудандарының жоғары жылдамдықтағы вертикальды ағындарын білдіретін планиметр арқылы анықталады;

- ағын қимасы сызбасына υ(в) ағынның ені бойынша орташа жылдамдықтардың вертикаль бойынша таралуының тегіс сызбасы қолданылады;

- υ(в) эпюрасы және тереңдік қимасы негізінде q (в) қарапайым су ағынының жылдамдығы ағынының ені бойынша таралу сызбасы құрылады.

- су шығыны q (в) эпюрасының ауданы ретінде анықталады.

Жылдамдықты, тереңдікті және меншікті шығын мөлшерін бөлу эпюрасының қима масштабын графикалық түрде есептелген су ағынының барлық элементтері 407х288 немесе 407х576 мм миллиметрлік қағаз парағына орналастыратындай етіп таңдау тиіс [68].

7.4 Өзендердегі құрылыстарды жобалау және салу кезіндегі инженерлік-геодезиялық ізденістер

7.4.1 Гидроэлектр станциясын жобалау үшін топографиялық-геодезиялық жұмыстар

Су электр станциясы – бұл энергия көзі ретінде су ағындарындағы су толқындарының қозғалысы мен тыныс алу қозғалысын пайдаланатын электр станциясы. Су электр станциялары әдетте өзендерде бөгеттер мен су қоймаларын салу арқылы салынады.

Гидротехникалық құрылыстар, әдетте, екі кезеңде жобаланады: жобалық және жұмыс құжаттамасы. Кейбір жағдайларда жобаны дайындаудың алдында алдын-ала жобалау жасалады. Сонымен, гидроэлектрлік кешен үшін алдын-ала жобалау өзенді пайдалану сызбасын, ал үлкен канал үшін - техникалық-экономикалық негіздемені құрудан тұрады.

Триангуляция, полигонометрия, аналитикалық торларда, геодезиялық қиылыстыру, теодолиттік жүрістер және нивелирлеу торлары сияқты барлық

негіздеу түрлері гидротехникалық құрылыстарды түсіруге геодезиялық негіз болып табылады. Өзендерді зерттеу кезінде өзеннің ені 150 м артық болса, екі жағалаудағы өзен арнасына жақын төселген магистральды теодолиттік және нивелирлік жүрістер қолданылады.

Инженерлік ізденістер су құрылысын жобалаудың маңызды бөлігі болып табылады. Инженерлік ізденістер қоршаған ортаны тиімді пайдалану мен қорғауды ескере отырып, экономикалық және техникалық тұрғыдан негізделген жобаларды әзірлеуге қажетті мәліметтерді алу үшін құрылыс аумағының табиғи жағдайларын, жергілікті құрылыс материалдарын кешенді зерттеуді қамтамасыз етуі тиіс [69].

Әрбір жобалау кезеңінде инженерлік ізденістер әртүрлі дәрежеде нақты жүзеге асырылады және келесі зерттеулерге бөлінеді:

- жобалау алдындағы құжаттама (техникалық-экономикалық негіздеме, техникалық сипаттама);
- жобаны зерттеу (ТЖ);
- жұмыс құжаттамасына зерттеулер.

Гидротехникалық құрылыстар маңыздылығы бойынша төрт капиталды кластарға бөлінеді. Капиталдың бірінші класындағы құрылымдарға арналған инженерлік ізденістер көлемі ең үлкен болып табылады. Құрылыстағы инженерлік ізденістердің көлемі мен талаптары, әдетте, ҚНжЕ-мен, сондай-ақ гидротехника үшін арнайы әзірленген ведомстволық нормативтік құжатпен реттеледі. Инженерлік ізденіске мыналар кіреді:

- инженерлік-геодезиялық зерттеулер:
- инженерлік-геологиялық және сейсмологиялық зерттеулер;
- инженерлік және гидрометеорологиялық зерттеулер.

Инженерлік-геодезиялық түсірістің негізі жергілікті жердің топографиялық түсірісі мен топографиялық карталарды құрастыру болып табылады. Осы мақсатта құрылыс аумағында қолданыстағы геодезиялық тірек торлары кеңейтіліп, нүктелерінің координаттары қажетті дәлдікпен анықталатын жаңа геодезиялық тірек торлары құрылады. Әрі қарай, құрылған тірек торларға қатысты геодезиялық жұмыстардың әртүрлі түрі орындалады (нивелирлеу, триангуляция, трилатерация, полигонометрия, жарықөлшегіш арқылы өлшеу, аэрофототопографиялық түсіріс және т.б.). Осы түсірістер негізінде әртүрлі масштабтағы топографиялық карталар құрастырылады (жоба алдындағы зерттеулер үшін 1: 5 000, жоба үшін 1: 2 000 масштабта, жұмыс құжаттары үшін 1: 1 000).

Инженерлік-геодезиялық зерттеулер қатарына қауіпті геологиялық процестерді зерттеуге арналған геодезиялық жұмыстар да кіреді: көшкіндерді бақылау, карст, өзен жағалауларының, көлдердің, су қоймаларының эрозиясын (өңдеуін) жер үсті фототопографиялық түсіріс.

Инженерлік-геологиялық және сейсмологиялық зерттеулердің негізі:

- топырақтың пайда болуы және жер асты суларының таралуы үшін жағдайлар жасау үшін шахта қазбаларын жүргізу (арықтар, шұңқырлар,

құдықтар, шахталар, жармалар). Олардың құрамы мен қасиеттерін анықтау үшін топырақ сынамаларын таңдау, топырақтарға далалық зерттеулер жүргізу;

- топырақтың бөлшектерінің мөлшерін және физикалық-механикалық сипаттамаларын анықтау мақсатында оларды далалық зерттеу;

- су электр кешені негізінің қоршау массивінің геологиялық құрылымын, негіз топырақтарының құрамын, түрі мен қасиеттерін, құрылыс аймағының сейсмикалық ықшамдауды анықтау мақсатында геофизикалық зерттеулер жүргізу;

- гидрогеологиялық зерттеулер, соның ішінде жер асты суларының химиялық құрамын, олардың агрессивтілігін, топырақтың сүзілу қасиеттерін анықтау.

Инженерлік және гидрометеорологиялық зерттеулерге мыналар жатады:

- климаттық жағдайларды талдау және су шаруашылығы аймағының метеорологиялық сипаттамаларын анықтау;

- су ағынының гидрологиялық режимін зерттеу.

Инженерлік іздестіру геологиялық барлау жұмыстарымен қатар гидрожүйе аймағының табиғаты туралы тарихи материалдарды зерттеуді, өткен жылдардағы жоғары су тасқыны туралы куәгерлердің мәліметтерін және өткен жылдардағы инженерлік ізденістерді талдауды қамтиды.

Инженерлік ізденістер гидроэлектростанцияны жобалау үшін қажет құрылыс алаңының табиғи-климаттық жағдайы туралы материал ұсынады.

Өзенді пайдалану сызбасын жасау үшін ГЭС каскадының жеке кезеңдері, су басу шекаралары, каскадты су қоймаларының көлемі көрсетілгенде, ұстау деңгейлерінің ең тиімді биіктіктері анықталғанда, бойлық қима қолданылады.

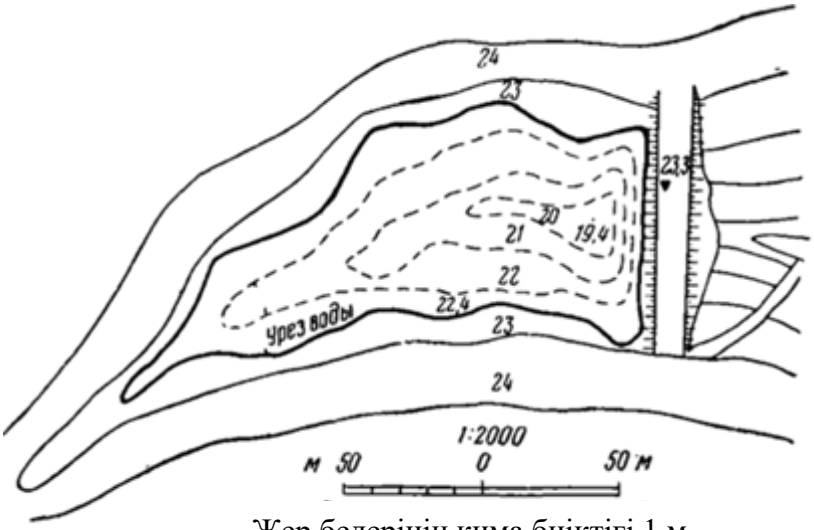
7.4.2 Су қоймаларын топографиялық-геодезиялық ізденістері

Гидроторапты жобалау кезінде геодезиялық жұмыстардың құрамына карта бойынша контурды анықтау, су қоймасының ауданы мен көлемін есептеу кіреді. Су қоймасының ауданы мен көлемінің сипаттамасы су басатын аумақтың ауданын, су қоймасының қалыпты жобалық деңгейіне (ҚЖД) дейін толу уақытын, тасқын судың қажетті мөлшерін, су торабының оңтайлы қуатын және басқа да инженерлік міндеттерді есептеу үшін қажет.

ҚЖД жобалық белгілері бойынша 1: 25 000 масштабтағы картаға горизонтальдар арқылы су қоймасының контуры салынады.

Айна аудандарының (F) және көлемдерінің (V) тірек деңгейінде (су қоймасын толтыруға) тәуелділік қисықтары су қоймасының негізгі топографиялық сипаттамасы болып табылады. Бұл сипаттамаларды есептеу үшін, әдетте, 1: 25 000 масштабындағы топографиялық карталар болуы тиіс. Су қоймасы айнасының аудандары тірек деңгейдің қандай да бір жағдайларында аудандар карталарында планиметрдің көмегімен анықталады, олар горизонталь контурларымен және тіректік құрылыстың бойлық осінің сызығымен екі жағалаудан горизонтальдарды тұйықтайтын немесе палеткалар бойынша шектелген (Сурет 7.13).

Су қоймасының көлемі су қоймасы контурының ішінде орналасқан горизонталь көмегімен анықталады. 1: 25 000 масштабтағы карталар бойынша су қоймасының көлемін есептеу кезінде жазық аудандарда жартылай горизонтальдар қолданылады, ал таулы жерлерде горизонтальдардың қима биіктігі 5 м тең қабылданады.



Жер бедерінің қима биіктігі 1 м

Сурет 7.13 - Су қоймасының планы

Судың кез келген белгісі үшін көлем келесі өрнекпен анықталатын қарапайым көлемдердің тізбектелген қосындысы бойынша есептеледі:

$$\Delta V_i = \frac{1}{3}\left(F_i + \sqrt{F_i \cdot F_{i+1}} + F_{i+1}\right)\Delta h, \qquad (7.12)$$

$$\Delta V_i = \frac{1}{2}(F_i + F_{i+1})\Delta h \text{ - кіші } \Delta h, \qquad (7.13)$$

мұндағы ΔV_i - горизонтальдар арасындағы су қоймасының қарапайым көлемі H_i, H_{i+1};;

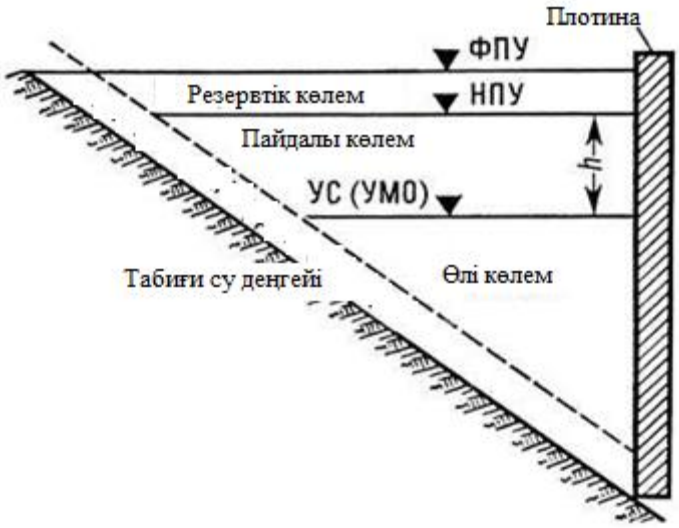
F_i, F_{i+1} - горизонтальдар арасындағы деңгейлер бойынша, сәйкесінше, су қоймасы бетінің ауданы H_i, H_{i+1}; $\Delta h = H_{i+1} - H_i$.

Егер ҚЖД деңгейлері және өлі теңіз деңгейі (ӨТД) (Сурет 7.14) контур сызықтарымен сәйкес келмесе, онда олардың мәндері қосымша горизональдар $H_{ҚЖД}$ және $H_{ӨТД}$ және оларда өлшемдер орындалады. Айқын төбешіктердің немесе ойпаттардың көлемдері бөлек анықталады және су қоймасының жалпы көлеміне шегеріледі немесе қосылады.

Су қоймасының жердегі контурын зерттеу және салу үшін қолданыстағы пландық-биіктік негіздеме теодолиттік, тахеометриялық жүрістермен жиілетілген.

Түсірістер масштабы оларды жобалау мен салу процесінде пайдалану мақсаты мен дәрежесіне байланысты гидротехникалық құрылыстың техникалық жобасымен белгіленеді.

Дала жұмыстары пландық-биіктік негіздеудің жиілету торларын дамыту мақсатында аймақты барлаудан басталады. Пландық негіздеменің нүктелері су басқан аймақтан тыс жерде орналасқан және типтік белгілермен бекітілген. Су басқан аймақта орналасқан пункттер жұмыс уақытына уақытша белгілермен, биіктік жүрістермен және әр 5-15 км сайын реперлермен бекітіледі.



Сурет 7.14- Су қоймасының профилі

Су қоймасының контуры жерге орналастырылатын аумақтарда, мемлекеттік орман қорының аумақтарында, су қоймасының қабатын тазартуды қажет ететін мемлекеттік бөлінбеген қорлардың аумақтарында шығарылуы және бекітілуі тиіс, басқа жағдайларда бұл жобамен негізделген.

Су қоймасының контурын жер бетіне шығару жақық жерлерде, геометриялық нивелирлеу арқылы, ал таулы жерлерде тригонометриялық нивелирлеу арқылы жүзеге асырылады.

Контурдың нүктелері алдымен уақытша белгілермен (қазықтармен), содан кейін 0,7-1,2 м тереңдікте ағаш тіректер, бетон монолиттер түрінде тұрақты белгілермен бекітіледі.

Жүрістерді салу кезінде жақын маңдағы ғимараттар мен құрылыстардың белгілері бір уақытта анықталады. Табиғатта салынған су қоймасының контуры бойында бой көтерген ауданда ұзындығы 10 км және сирек қоныстанған жерлерде 50 км дейінгі теодолиттік жүрістер салынады. Нүктелердің алынған координаттары топографиялық және арнайы пландар мен карталарға су қоймасының контурын салу үшін қолданылады [70].

7.4.3 Көпір өткелдерін топографиялық-геодезиялық ізденістері

Көпірлер дегеніміз - жолдардың, су ағындарының қиылысында және көпірден бас тартуға болмайтын жерлерде тұрғызылған күрделі жасанды инженерлік құрылыстар. Әртүрлі мақсатқа, құрылыс технологиясына, мақсаттың құрылымы мен сипатындағы айырмашылықтарға, тіпті әртүрлі атауларға қарамастан, олардың барлығы бір мақсатты, яғни көлктік мақсатты көздейді. Орналасатын жерді анықтағаннан кейін әртүрлі мемлекеттік органдармен келісіп (сәулеттік, экологиялық және т.б.) негізгі геодезиялық жұмыстарды бастайды. Көпірлердің құрылысын қамтамасыз ететін негізгі геодезиялық жұмыстарға мыналар жатады:

- су ағынының түбінің бедері мен жергілікті жердің бедерін зерттеу;
- пландық және биіктік геодезиялық торларын салу;
- көпір тіректері мен каналдар тіректерінің орталықтары мен осьтерін бөлу жұмыстары;
- тірек корпусын нақты бөлу жұмыстары және оларды монтаждау барысында атқарушы түсірісті бақылау;
- реттеуші және жағалауды қорғау құрылымдарын бөлу жұмыстары;
- көпірге жақындаған жолды бөлу жұмыстары;
- қондырғы қондырғыларын туралау жұмыстары және атқарушы түсіріс;
- көпірді сынау кезінде қондырмалардың деформациясын өлшеу;
- көпірді салу және пайдалану кезінде қондырмалардың деформацияларын, шөгуі мен қисаюын бақылау.

7.5 Құрылымдар түрінің өзгеруін есептеу

7.5.1 Құрылымдардың өзгеруі. Түрінің өзгеруін бақылау түрлері мен әдістері

Инженерлік құрылымдарды жобалау және пайдалану процесінде құрылымның кеңістіктік жылжуы жиі кездеседі, бұл оның деформациясын иілу, қиғаштау, жарықтар мен қисаю түрінде тудырады. Егер осы құбылыстардың барлығы дер кезінде анықталмаса және оларды жою үшін шаралар қабылданбаса, онда құрылымды бұзу қаупі туындауы мүмкін.

Құрылымның кез – келген кеңістіктік жылжуын екі компонентке бөлуге болады - планда және биіктікте. Құрылымның көлбеу жазықтықтағы ығысуы ығысу, ал тік - шөгінді деп аталады. Оларды анықтау үшін құрылыстың денесіне бақылау белгілері салынады; оларды орналастыру схемасы құрылыстың нысаны мен конструкциясына, сондай-ақ жергілікті жердің геологиялық және гидрологиялық жағдайларына байланысты. Бақылау белгілерінің жағдайын бақылау құрылыс алаңында арнайы құрылған геодезиялық желінің пункттерінен орындалады. Тірек деп аталатын бұл нүктелер олардың қозғалмауын қамтамасыз ететін тұрақты топырақтарда

орналасқан. Құрылыстардың жылжуы мен шөгуін анықтаудың жол берілетін қателіктері арнайы нұсқаулықпен регламенттеледі.

Құрылымдардың іргетастарының деформациясы топырақ бөлшектерінің өзара қозғалуына және олардың сығылу қабілетіне байланысты болады. Топырақтың сығылғыштығына әсер ететін негізгі факторлар:

- сығылатын қалыңдықтың кеуектілігі мен мөлшері;
- іргетастың салмағы, өлшемдері, пішіні және құрылымдық қаттылығы;
- сындарлы қаттылық, іргетас табандары бойымен қысымның таралуы;
- тірек үстіндегі құрылымдардың түрі мен материалдары;
- табиғи факторлар (тау жыныстарының шөгу қабілеті, суға қаныққан тау жыныстарының мұздату және еріту кезінде көтерілу қабілеті, тау жыныстарының ылғалдылығы мен жер асты сулары нивелирінің өзгеруі және т.б.) және т.б.

Негізгі топырақтар (тұрғын ғимараттар үшін) сығылу дәрежесі бойынша шартты түрде келесі түрлерге бөлінеді:

- әлсіз сығылатын (сығылысу модулі $E \geq 200$ кг/см^2, немесе ғимараттың орташа есептелген шөгуі $S_{cf} \leq 5$ см болғанда);
- орташа сығылатын ($E \leq 200$ кг/см^2, немесе $S_{av} = 5 - 15$ см);
- қатты сығылатын ($E \leq 75$ кг / см^2, немесе $S_{av} > 15$ см).

Деформациялардың келесі түрлері бар:

- іргетастардың және бүкіл құрылымның төмен қарай жылжуы жоба деп аталады;
- *ісіну* және *шөгу* - ылғал мен температураның өзгеруімен кейбір сазды топырақ көлемінің өзгеруіне байланысты деформациялар;
- *шөгу* - минералдардың дамуынан немесе гидрогеологиялық жағдайлардың өзгеруінен туындаған жер бетінің деформациясы;
- іргетастар мен бүкіл құрылымды жоғары қарай жылжыту *көтеру н*емесе *бүгілу* деп аталады;
- *жанынан* қозғалысы болып табылады *көлбеу жылжуы* немесе қозғалысы *бұл* құрылымы.

Деформациялардың шамасын, бағытын және қарқындылығын, сондай-ақ осы процесті тудыратын себептерді уақтылы анықтау үшін геодезиялық бақылаулар жүргізіледі. Бұл жағдайда негіз мен құрылымның келесі деформациялық сипаттамалары алынады:

- іргетастың, құрылымның жеке тармақтарының абсолютті (толық) жобасы;
- базаның, құрылымның орташа сызбасы;
- қиғаштық - ғимараттың немесе оның құрылымдарының салыстырмалы біркелкі емес шөгуі, құрылымның сипаттамалық нүктелерінің вертикальды ығысуларындағы олардың арасындағы қашықтыққа жатқызылған есептелетін айырмашылық;
- орама - тұтастық пен геометриялық параметрлерді бұзбай, біркелкі емес шөгу нәтижесінде құрылымның немесе құрылымның тік жазықтықтан

ауытқуы, іргетастың шеткі нүктелерінің шөгуі арасындағы айырмашылықтың оның еніне немесе ұзындығына қатынасы арқылы өлшенеді;

- салыстырмалы ауытқу (ауытқу) - ауытқу мәнінің құрылымның немесе құрылымның иілген бөлігінің ұзындығына қатынасы;

- бұралу - екі параллель іргетас немесе темірбетон плитасының екі беткейінде қарама-қарсы бағытта бағытталған біркелкі емес шөгінді пайда болатын құбылыс;

- жарықтар - құрылымның жазықтықта немесе құрылымдарда біркелкі емес шөгу немесе жол берілмейтін кернеулер нәтижесінде үзілістер.

Жоғарыда көрсетілген құрылымдардың беріктігі мен беріктігіне әсер ететін сипаттамалар жауын-шашынмен тікелей немесе жанама байланысты. Шөгінділерді өлшеу нәтижелерін құрылымдарды салу мен пайдаланудың нақты жағдайларын ескере отырып, топырақ механикасы саласындағы мамандар, жобалаушылар, геодезисттер өңдейді.

Кейбір жағдайларда бақылаулардың нәтижелері шөгуді есептеу немесе құрылымның шөгуін болжау әдістерін бағалау үшін қолданылады. Технологиялық немесе архитектуралық талаптарға құрылымның пайдалану жарамдылығының шекарасына сәйкес келетін құрылымның шекті рұқсат етілген қонуы құрылымды жобалау нормаларымен, жабдықты техникалық пайдалану ережелерімен және жобалау тапсырмасымен белгіленеді [72,73].

7.5.2 Көлденең ығысуларды анықтау

Ірі құрылымдар (әсіресе бөгеттер, дамбалар, резервуарлар сияқты) бір жақты жүктемелердің әсерінен көлбеу орын ауыстыруы мүмкін.

Құрылымдардың көлденең жылжуын анықтау үшін әртүрлі әдістер мен өлшеу құралдары немесе олардың комбинациялары қолданылады. Өлшеудің кең таралған түрлері:

- сызықтық өлшемдер, негізінен механикалық немесе оптикалық өлшеу құралдары (инвар сым, инвар таяқшасы, жарық диапазоны және т.б.) қолданылады;

- тұстама өлшеулер - негізінен механикалық немесе оптикалық әдістер мен өлшеу құралдары қолданылады (жіптер, теодолиттер, алиниометрлер және басқалар);

- бұрыштық өлшеулер - оптикалық өлшеу әдістері мен құралдары (теодолиттер) қолданылады;

- сызықтық-бұрыштық құрылымдар (триангуляция, трилатерация, сызықтық, бұрыштық тораптар, полигонометрия және т.б.), сызықтық, бұрыштық және аралас өлшеу үшін әдістер мен құралдар қолданылады (сымдар, жезлдар, жарыққашықтық өлшеуіштер, электронды тахеометрлер);

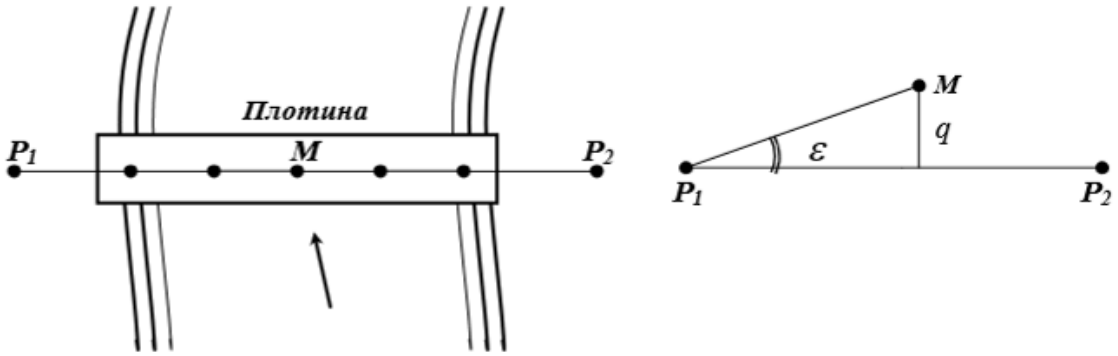
- тік, механикалық және оптикалық әдістерден ауытқуларды өлшеу және өлшеу құралдары қолданылады (тура және кері тіктеуіштер, тік жобалау аспаптары);

- фотограмметриялық өлшеулер (фототеодолиттермен жергілікті жерді түсіру);

- серіктік өлшемдер (GPS қабылдағышының көмегімен).

Көлдеңен ығысуларды анықтау үшін негізінен тұстама және тригонометриялық бақылау әдістері қолданылады.

Тұстама әдісі. Бұл әдіс түзу сызықты пішіндегі құрылымдардың тұстамаға перпендикуляр бағытта көлдеңен ығысуларын байқау үшін қолданылады (7.15-сурет). Бұл жағдайда ығысулар тек түзу сызығына перпендикуляр бір бағытта анықталады.



Сурет 7.15 – Көлдеңен ығысуды анықтауға арналған тұстама әдісі

Құрылыс нүктесінің ағымдағы және бастапқы позициясының мәндерінің айырмашылығы *тұстамасыздық* деп аталады. Тұстамасыздықты бақылаудың бастапқы цикліне қатысты да, кез келген екі циклдегі нүктенің орнын салыстыру кезінде де анықтауға болады.

Тұстама сызық не болат сыммен орнатылады, оның ұштары тұрақты тірек реперлерде бекітіледі, немесе оптикалық тәсілмен, теодолиттің, нивелирдің және т.б. көру дүрбісінің көздеу осі тұстама сызығы алынады.

Тұстаманы опикалық тәсілмен анықтау кезінде аспапты жылжымайтын тірек репердің үстінде орнатады, ал сызықтың екінші ұшында тірек репердің үстінде көздеу маркасын центрлеп орнатады.

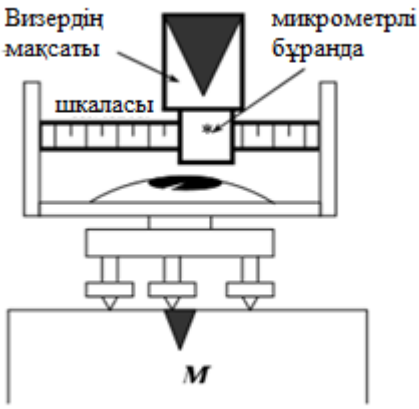
Көбінесе өлшеу кезінде жылжымалы марканы және кіші бұрыштар әдісі қолданылады.

Тұстама өлшеулерді орындау үшін P_1 және P_2 геодезиялық және бақылау нүктелерді бір сызықтың бойында бекітеді. P_1P_2 сызыққа перпендикуляр бағытында бақылау нүктелерінің ығысуын әр нүктеде теодолитпен ε кіші бұрыштарды өлшеу арқылы анықтайды (7.10-сурет). Сонда q ығысудың сызықтық мәні *мынаған* тең болады:

$$q = d\frac{\varepsilon''}{\rho''}, \qquad (7.14)$$

мұндағы ρ''- радиустың секундтағы мәні, 206 265$''$ тең.

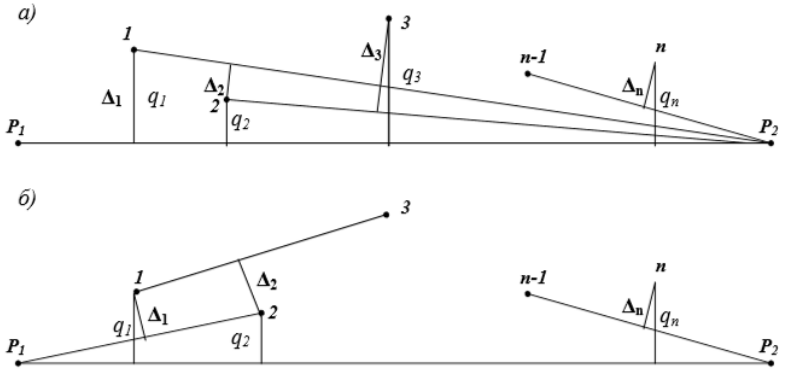
Тұстама әдісінің тағы бір тәсілі - М бақылау нүктесінде көздеу нысананы орнатады, оның орны шкала бойынша есептеумен бекітіледі (7.16-сурет). Теодолитті орнатқаннан кейін, мысалы, P_1 нүктесінде, көру дүрбісінің көздеу осі P_1P_2 сызығы бойымен бағыталады және көздеу нысанасының көздеу өсін микрометрлік бұрандамен тордың қиылысуына сәйкес келтіріледі. Көру нысанның шкаласындағы көрсеткіштердің айырмашылығы бойынша М басқару нүктесінің P_1P_2 сызығына қатысты ығысуы бағаланады. Басқа бақылау нүктелерінің көлдеңен ығысуы дәл осылай анықталады.



Сурет 7.16 - Көздеу нысанын пайдаланып көлдеңен ығысуды анықтау

Қарастырылған әдістер жалпы тұстама әдісі деп аталады. Ұзындығы едәуір және бақылау нүктелерінің саны көп учаскелер үшін дәйекті және жеке тұстама әдістері қолданылуы мүмкүн (7.17-сурет) [72,73].

Дәйекті тұстамалар әдісінде тұстамасыздықты $\Delta_1 = q_1$ 1-ші нүкте үшін P_1P_2 тұстамасынан, 2-ші нүкте үшін Δ_2 $1P_2$ тұстамасынан, 3-ші нүкте үшін Δ_3 $2P_2$ тұстамасынан анықтауды қарастырады (сурет 7.12, *а*).



Сурет 7.17 – Көлдеңен ығысуды дәйекті (а) және жеке (б) тұстамалар әдісімен анықтау сұлбасы

Бұл жағдайда P_1P_2 жалпы тұстамаға қатысты кез келген i нүктенің q_i тұстамасыздығы q_{1-} барлық нүктелер арасындағы S қашықтықты біле отырып, келесі формуламен есептеуге болады:

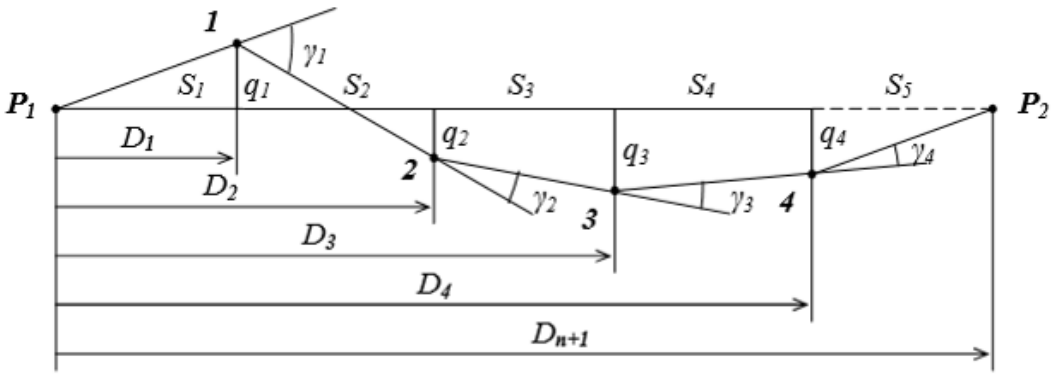
$$q_i = q_{i-1}\frac{S_{i-P_2}}{S_{(i-1)-P_2}} + \Delta_i. \qquad (7.15)$$

Жеке тұстама тәсілі сұлбасында (сурет 7.12, жылы *б*), тұстамасыздық $\Delta_1 = q_1$ 1-ші нүкте үшін 1-2 тұстамасынан, 2-ші нүкте үшін 2-3 тұстамасынан, 3-ші нүкте үшін Δ_3 2-4 тұстамасынан анықтауды қарастырады және т.б.

Бұл жағдайда, тұстамасыздық q_i кез келген i-нүктесі үшін P_1P_2 жалпы тұстамаға қатысты формула бойынша есептелінеді:

$$q_i = q_{i-1}\frac{S_{i-(i+1)}}{S_{(i-1)-(i+1)}} + q_{i+1}\frac{S_{(i-1)-i}}{S_{(i-1)-(i+1)}} + \Delta_i, \qquad (7.16)$$

және бұл формулаларда Δ таңбасын ескеру қажет. Сонымен, P_1P_2 тұстама бағыты үшін нүктелер солға ауытқыған кезде, Δ «қосу» белгісіне, оңға «минус» белгісіне ие және керісінше, егер тұстама бағыты P_2P_1 болғанда. P_1P_2 созылған тұстамалардың 1, 2, 3, 4, ... аралық нүктелерінің q_i тұстамасыздылығын биполярлық бұрыштық қиылыстыру әдісі деп аталатын әдіспен анықтауға болады (7.18 сурет).



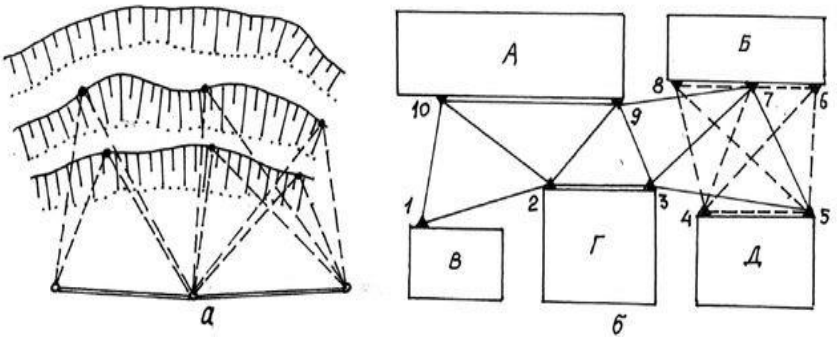
Сурет 7.18 - Нүктелердің тұстамасыздылығын биполярлық қиылысу әдісімен анықтау сұлбасы

Әдіс $\gamma_i = \beta_i - 180^0$ тұстамасыздылық бұрыштарды анықтаудан тұрады, мұндағы i аралық нүктедегі β_i сол жақ бұрышы дәл теодолитпен өлшеніп, іргелес нүктелерге бағытталған. 7.19-суреттегі мысал үшін әр аралық нүктенің q_i ығысуларын формулалар арқылы есептеуге болады:

$$q_1 = \frac{S_2}{D_2}\left(D_i\frac{\gamma_1}{\rho} + \frac{D_i q_2}{S_2}\right),$$

$$q_2 = \frac{S_3}{D_3}\left(D_2\frac{\gamma_2}{\rho} + D_1\frac{\gamma_1}{\rho} + \frac{D_2 q_3}{S_3}\right). \qquad (7.17)$$

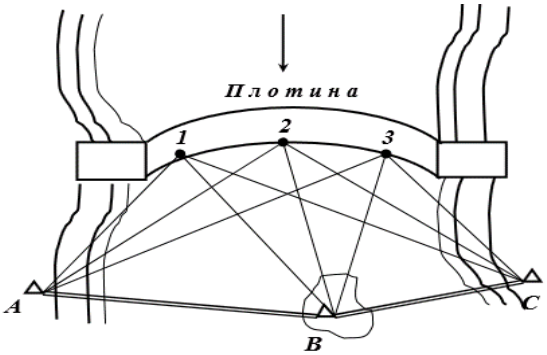
Сызықтық-бұрыштық құрылымдар екі координаталар арқылы ығысуды: микролокальды триангуляция және трилатерациялық тораптар, біріктірілген тораптар, полигонометриялық жүрістер, бұрыштық және сызықтық қиылыстыру және т.б. анықтау үшін қолданылады (7.19-сурет). Белгілі бір тораптарды мен әдістерді қолдану өлшеу шарттармен, объектінің сипаттамаларымен және оның күрделілігімен, сондай-ақ көрсетілген өлшеу дәлдігімен анықталады. Бұл ретте базистердің өздігінен ығысуын ескеру тиіс, осыған байланысты олар бекітілген бастапқы нүктелер негізінде құрылыстар жүйесінің бөлігі болуы тиіс. Бақыланған объектілер арасындағы аз қашықтықта әдетте микротригуляция әдісі қолданылады.



Сурет 7.19 - Сызықтық-бұрыштық құрылымы

Микротриангуляциялық тораптарында және полигонометриялық жүрістерде көлбеу бұрыштар 0,5-2,0$^{//}$ дәлдікпен өлшенеді, арақашықтықтар - 1:20 000 кем емес мен. Полигонометриялық жүрістер белгілі координаталары бар бекітілген нүктелерге негізделуі тиіс. Егер азимуталды байланыстыруды орындауға мүмкіндік болса, онда ны орындайды. Азимуттық байланыстыру өлшеуді сенімді басқаруды қамтамасыз етеді, сонымен қатар бастапқы құрылымдардың дәлдігін жақсартады.

Триангуляция әдісі. Бұл әдіс үшбұрыштарда барлық үш көлденең бұрыштарды 0,5-0,7 " дәлдікпен өлшеу жолымен А, В, С … геодезиялық пункттерінен 1, 2, 3, ... нүктелердің координаттарын мерзімді анықтауды көздейді (7.20-сурет). Көлдеңен ығысудың *i* бастапқы бақылау цикліндегі координаталар арасындағы айырмашылық ретінде алынады.



Сурет 7.20 – Көлдеңен ығысуды триангуляция арқылы анықтау

Параллакс әдісі арқылы көлденең ығысуды анықтаудың 2 метрлік бастапқы сызығы, тура және кері бұрыштық қиылыстырудың басқа классикалық әдістері, сондай-ақ диапазон, лазер, гироскоп және фотограмметрияны қолданудың әр түрлі әдістері әдебиеттерде кеңінен талқыланады [72].

7.5.3 Ғимараттар мен құрылыстардың отыруын геометриялық нивелирлеумен бақылау

Шөгінділерді зерттеудің ең көп таралған әдісі - геометриялық нивелирлеу, өйткені ол жоғары дәлдік пен жеткілікті өлшеу жылдамдығын қамтамасыз етеді. Бұл әдіспен қарапайым және арзан жабдықтар қолданылады және тұтастай алғанда ол салыстырмалы түрде аз экономикалық шығындармен сипатталады. Әдетте, жұмысты орындау үшін Н-05 нивелирі және инварлық тақтайша қолданылады. Көбінесе бұл мақсаттар үшін I және II класты нивелирлеуге арналған өзін-өзі реттейтін нивелирлер немесе цифрлық нивелирлер қолданылады.

Құрылымды геометриялық нивелирлеу әдісімен шөгінділерді бақылау үшін шөгінді маркалар салынып, оларды құрылымның төменгі жағында күтілетін деформация орындарында орналастырады: әдетте шөгінді және температуралық буындардың жанында, жеке бөлімдердің бұрыштарында, генератор статорларының сақиналарында және т.б. Құрылыс кезеңіндегі шөгінділерді бақылау циклдерінің саны негізге түсетін жүктеменің өсу белгісі бойынша анықталады.

Әдетте, бірінші тегістеу циклі іргетас салынғаннан кейін немесе құрылымның жалпы салмағының 25% құрайтын жүктемеден кейін жасалады. Кейінгі нивелирлеу циклдары жүктемеге байланысты жасалады. Бұдан әрі нивелирлеу жауын – шашын жылына 1-2 мм шамаға дейін тұрақтанғанға дейін жыл сайын жүргізіледі. Геометриялық нивелирлеуден нүкте белгілерін анықтаудың орташа квадраттық қателігі әдетте 1 мм құрайды. Қысқа сәулелермен нивеилрлеу, геометриялық нивелирлеу әдісі 10-15 м қашықтықта орналасқан екі нүктенің биіктігі бойынша орташа квадраттық қателігі 0,02 - 0,05 мм болатын өзара позицияны анықтауға мүмкіндік береді. Бірнеше жүз метр қашықтықта орналасқан нүктелердің өзара орналасуы шамамен 0,1 - 0,2 мм орташа квадраттық қатемен анықталады. Сонымен қатар, артқы және алдыңғы тақтайшаның фокустық линзаның бірдей тұрақты күйінде айқын көрінуін қамтамасыз ету үшін иық теңдігін сақтауға ерекше қатаң талаптар қойылады. Абсолютті шамада иық теңсіздігі 10 см-ден аспауы керек.

Нивелирлеу нәтижелерін өңдеу нивелирлік қозғалыстарды теңестіруден және уақыт өте келе сол атаудағы маркалардың белгілерін салыстырудан тұрады. Нивелирлеу нәтижелері бойынша маркалардың шөгу графигі жасалады, онда t бақылау уақыты көлденеңінен, тік - марканың Н белгісі немесе шартты нөлден ΔН шөгу кейінге қалдырылады (7.21-сурет).

Қисықта тұнбаның тұрақтануы (ыдырауы) сипатталатын тегіс ыдырау бағыты бар. Уақыт өткен сайын қоныстану қисығының өсіп келе жатқан көлденеңі құрылымның үдемелі деформациясын көрсетеді.

Қолданыстағы деформациялардың рұқсат етілуі туралы қорытынды нақты деформацияларды жобалықпен салыстыру арқылы алынады.

Геометриялық нивелирлеуге арналған әдеттегі геодезиялық құралдардың көмегімен нүктенің орнын дискретті уақыттарда ғана анықтауға болады.

Сурет 7.21 - Уақыт бойынша шөгінді іздерінің графигі

Лазерлік құрылғылардың артықшылығы - нәтижелерді үздіксіз тіркей отырып, өлшеу процесін толығымен автоматтандыру мүмкіндігі.

Сол мақсаттар үшін деформацияны бақылау процесін автоматтандыруға мүмкіндік беретін цифрлық деңгейлер қолданылады.

Объектілердің көлденең ығысудын бақылауды ұйымдастыру вертикальды ығысуларды бақылаудан гөрі күрделірек екенін ескеру қажет.

Тұтастай іргетастың немесе ғимараттың (құрылыстың) көлденең жылжуын өлшеуді бастамас бұрын:

- геодезиялық аспапты орнатуға арналған белгілердің жоғарғы бөлігінде центрлеу құрылғыларымен жабдықталған, көлденең жазықтықта бекітілген тіректер түріндегі сілтеме белгілері; кері сызық сызықтары мен стендтік белгілерді сілтеме белгілері ретінде пайдалануға болады;
- ғимараттардың немесе құрылыстардың сыртқы және ішкі бөліктеріне тікелей орналастырылған деформация белгілері;
- көлденең жазықтықта бекітілген бағандар түріндегі сілтеме белгілері; тірек белгілері ретінде триангуляция нүктелерін немесе көруге ыңғайлы ғимараттар мен құрылыстардың нүктелерін пайдалануға рұқсат етіледі.

Көлденең ығысудың мен шиыршықтарды өлшеу процесінде әр бақылау циклі бойынша тірек желісінің нүктелерінің тұрақтылығын бақылау қажет [74].

7.5.4 Крендерді және саңылауларды бақылау

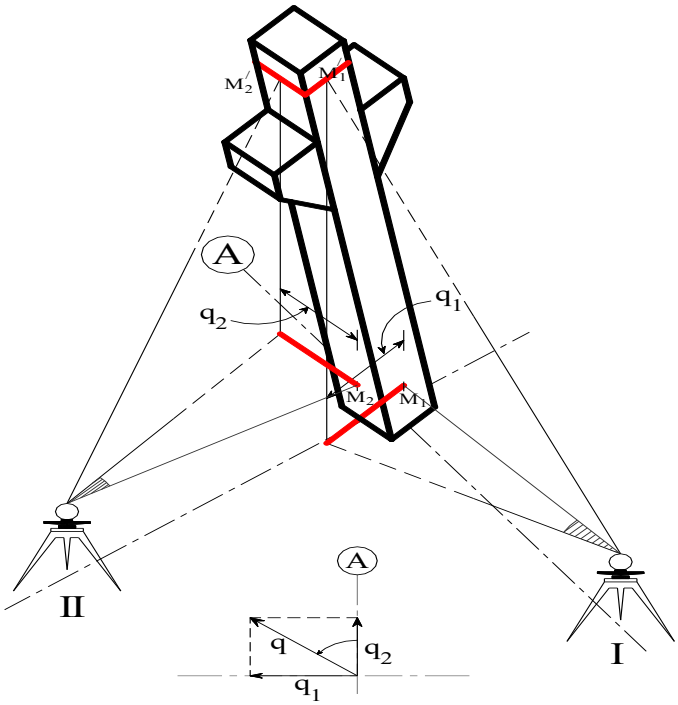
Крен - мұнара түріндегі құрылымдарға тән деформация түрі. Орамның пайда болуы құрылымның біркелкі емес жауын-шашынынан да, иілуден де, бір

жақты жылу мен жел қысымына байланысты оның жоғарғы бөлігінің көлденеңінен де туындауы мүмкін. Осыған байланысты, қисықтар мен қисықтар туралы толық ақпаратты мұнара құрылымының іргетасы мен корпусының жағдайын бірлескен бақылау нәтижелері бойынша ғана алуға болады. Құрылыстың түрі мен биіктігіне, техникалық талаптар мен бақылау шарттарына байланысты қисаюды анықтау үшін әртүрлі тәсілдер қолданылады.

Ең қарапайым ролик тіктеуіштің немесе тік жобалау аспабының (оптикалық немесе лазерлік) көмегімен анықталады. Бұл әдіс негізінен мұнара құрылыстарын салу кезінде, оның орталығынан жоғары тұруға болатын кезде қолданылады.

Қиын жағдайларда, әсіресе жоғары биіктіктегі құрылымдар үшін, тік жобалау әдістері, координаттар, бұрыштар және т.б. қисаюды анықтау үшін қолданылады.

Сонымен, тік жобалау әдісінде теодолит екі өзара перпендикуляр бағытта орнатылады. Сызғыш көлденең орналастырылған, оның нөлі немесе кез-келген басқа бөлімі М1 белгісімен біріктірілген (7.22-сурет).



Сурет 7.22 - Бағанның орамын анықтау сызбасы

Екі шеңберден тұратын теодолит сызғышқа проекцияланған жоғарғы M'_1 белгісіне бағытталған және орташа мәні q'_1 және q'_2 көрсеткіштерін қабылдайды.

$$q_1 = 0{,}5(q'_1 + q'_2). \qquad (7.18)$$

Сол әдісті қолдану арқылы II станциядан q_2 анықталады. Q_1 және перпендикулярлығын ескере отырып, q жалпы орамы. Орамның бағыты өрнектен анықталады

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{q_1}{q_2}, \tag{7.19}$$

мұндағы α – *A* осьінен сағат тілімен есептелген көлденең бұрыш, яғни бірінші станциядан көру бағыты.

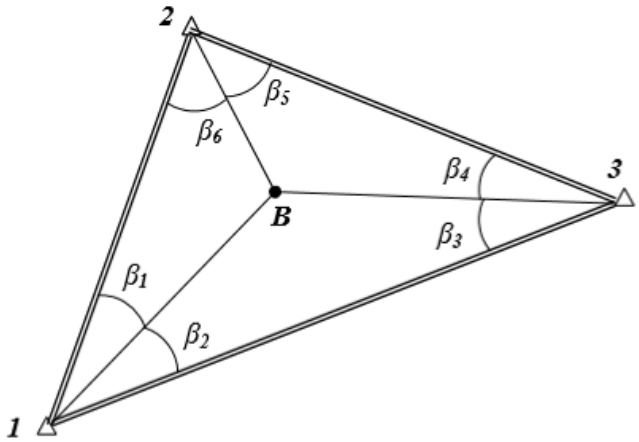
Құрылым осі (баған) мен тік сызық арасындағы *z* бұрышы мына формула бойынша есептеледі:

$$z = \frac{q\rho}{h}, \tag{7.20}$$

мұндағы *h* - осьтік белгілер биіктігінің айырмашылығы.

Егер құрылымда іздер болмаса, онда оның орамдарын анықтау үшін оның шеттері немесе беттері қолданылады.

Оның биіктігінің бір жарымынан екісіне тең қашықтықтағы құрылымның айналасындағы координаттар әдісінде тұйық полигонометриялық жол салынып, оның нүктелерінің координаталары шартты жүйеде есептеледі. Осы нүктелерден белгілі аралықтарда тік қиылысу құрылымдағы нүктелердің координаталарын анықтайды. Координаталық осьтер бойымен орамның компоненттері, орамның жалпы мәні және оның бағыты екі бақылау цикліндегі координаталар айырмашылығынан табылады (7.23-сурет).



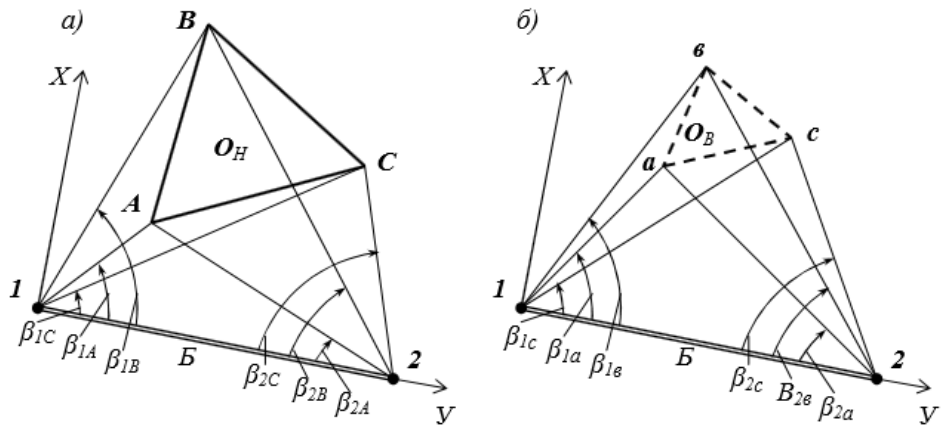
Сурет 7.23 - Координаттар әдісі (белгілер)

Үшбұрышты мұнараларға арналған координаттар (белгілер) әдісін қолданып келесі сызба бойынша жүргізу ұсынылады (7.24-сурет). Алдымен төменгі және жоғарғы үшбұрыштардың төбелерінің координаталары анықталады және осы үшбұрыштардың ортоцентрлерінің координаталары табылады. Кері геодезиялық есепті шығару арқылы ортоцентрлердің координаттарынан барлық қажетті ақпарат алынады.

Қажет болса, үшбұрыштар төбелерінің координаталары мен олардың ортобайттарын бір координаталар жүйесінен екіншісіне өту формулаларына сәйкес басқа координаталар жүйесіне қайта есептеуге болады.

Іс жүзінде, мұнара типіндегі құрылымдарды тығыз салынған ортада көру сызығы әдісін қолданған кезде бақылаулардың 1 және 2 нүктелерін табу қиынға

соғады, басқалармен қатар олардың арасындағы көрінуді қамтамасыз етеді. Бұл жағдайда базалық нүктелер арасына 1-3-4-2 үзілген сызық қойылады және кері геодезиялық есепті шеше отырып, жабылу ұзындығы (негіздің В баллының ұзындығы) және оның қабылданған координаталар жүйесіндегі бағытталған бұрышы есептеледі.



Сурет 7.24 - Мұнараның төменгі (а) және жоғарғы (б) нүктелерінің координаталарын анықтау сұлбалары

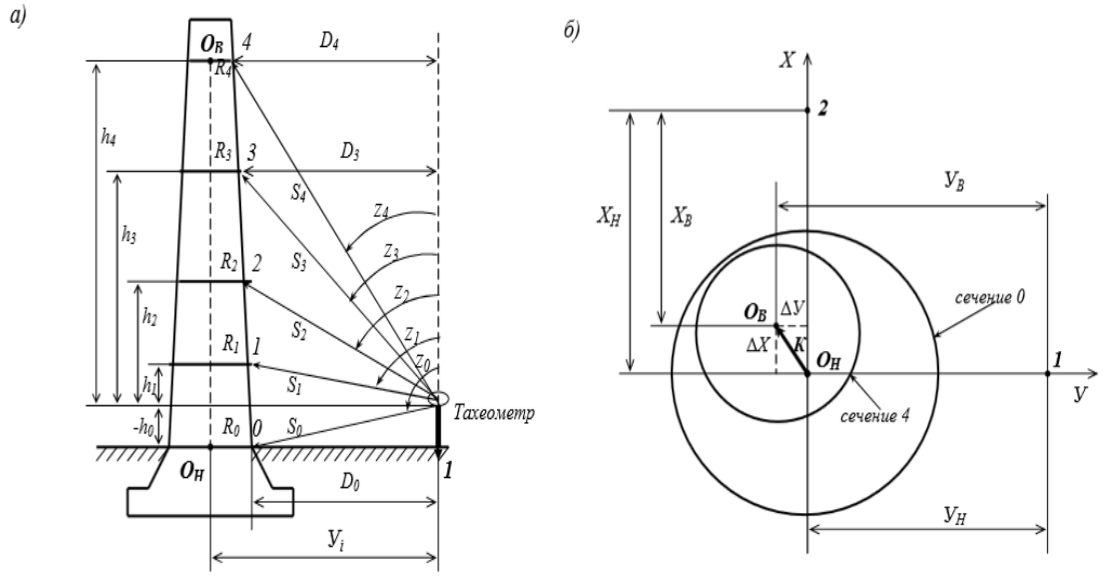
Қазіргі заманғы электронды тахеометрлер 1-3 мм дәлдікпен 200-800 м дейінгі және одан да көп шағылдырғысыз режимінде (пленка немесе призма) қашықтықты өлшеуге мүмкіндік береді, сонымен бірге $2x10^{-6}xD$ аспаптық түзетуімен. Бұл жағдайда осындай жалпы станцияны орнату жеткілікті, мысалы, 1 нүктесінде және сәйкес өлшеу режимі қосылған 0, 1, 4 нүктелерінде кезекпен қарау, дисплей экранында әр бақыланған нүкте үшін көлденең қашықтық *S*, көлденең қашықтық *D* және биіктік *h* алады (7.25 сурет, *а*).

Ұқсас өлшеулерді 2 нүктеден бастап жүргізеді. Алынған мәндерге (D) сәйкес құбырлы R_i радиустарын қосып, 1 және 2-тірек нүктелерінен құбырдың ортасына дейінгі X_i және Y_i арақашықтықтарын табыңдар (7.25 сурет, б). Осы қашықтықтардың айырмашылықтарына сәйкес, жоғарыда айтылғандай, құбырдың ішінара немесе толық орамының мәні табылған. Сондықтан, мысалы, жалпы қисаю *К* құбыр және оның бағыты (7.25 сурет, *б*) координаттар бойымен кері геодезиялық қиылыстыруды шешу арқылы, аналитикалық табуға болады X_H, Y_N және X_B, Y_B төменгі O_H және жоғарғы O_B құбыр орталықтарының. *К* құбырының қисаю мен оның бағытын қарапайым графикалық құрылымдар арқылы да табуға болады (7.25-сурет, *б*).

Бұл әрекетті орындау үшін, $XO_HУ$ тікбұрышты координаталар жүйесінде осьтар бойынша ірі масштабта таңбасын ескере отырып, сәйкесінше $X_H - X_B$ және $У_H - У_B$ айырмашылықтарына тең, ΔX және $\Delta У$ кесінділерді салып және өлшеп, қисаюдың бағытын анықтайды. Әрбір бақылау циклінде (1 және 2 тұғырларға біркелкі орналасу жағдайында тахеометрдің орталықтандыруға байланысты) 0, 1, ..., 4 нүктелеріне бағыттаудың дұрыстығын дисплей

экранындағы *h* биіктік өсімшенің мәндерібойынша бақылауға болатынын ескеру қажет [72, 73, 74].

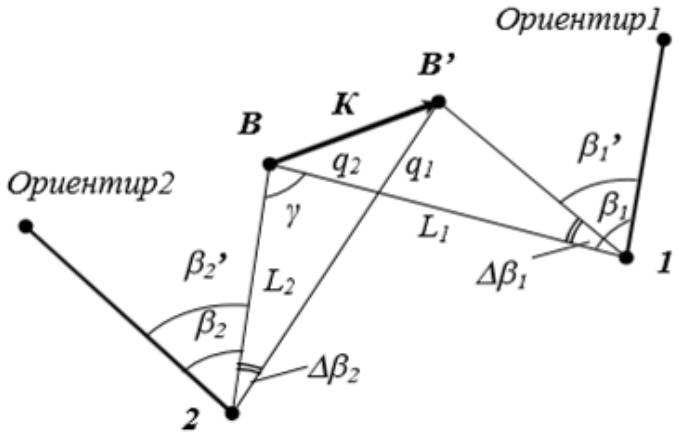
Көлденең бұрыш әдісі бақылау үшін құрылымның негізі жабық болса қолданылады. Бұл әдісте анықталған жоғарғы нүктеге бағыт пен бағыт арасындағы бұрыштар өзара перпендикуляр осьтерде орналасқан тірек нүктелерінен мезгіл-мезгіл өлшенеді (7.26-сурет). Осьтер бойымен қисаюдың құрамдас бөліктері және қисаюдың жалпы мәні бақыланатын бұрыштардың өзгеру шамасынан және бақыланатын нүктеге дейінгі көлденең арақашықтықтан табылады.



Сурет 7.25 - Электрондық тахеометрмен құрылымның қисаюын анықтау сызбалары: *а* - көлденең қашықтық S, көлденең қашықтық D және h биіктік өсімшені анықтайды; *b* - 1 және 2 тірек нүктелерінен құбырдың ортасына дейінгі X_i және Y_i арақашықтықтарын анықтайды

Шөгінді белгілерді нивелирлеу нәтижелері бойынша қисаюдың мөлшерін анықтау үшін құрылымның іргетасында немесе жертөлесінде кемінде үш болуы тиіс. Сол мақсатта клиникометрлер қолданылады, олардың бөліну мәні 5-ке дейінгі жоғары дәлдік деңгейлері.

Жарықтар, әдетте, олар пайда болған құрылымдар жазықтығында байқалады.

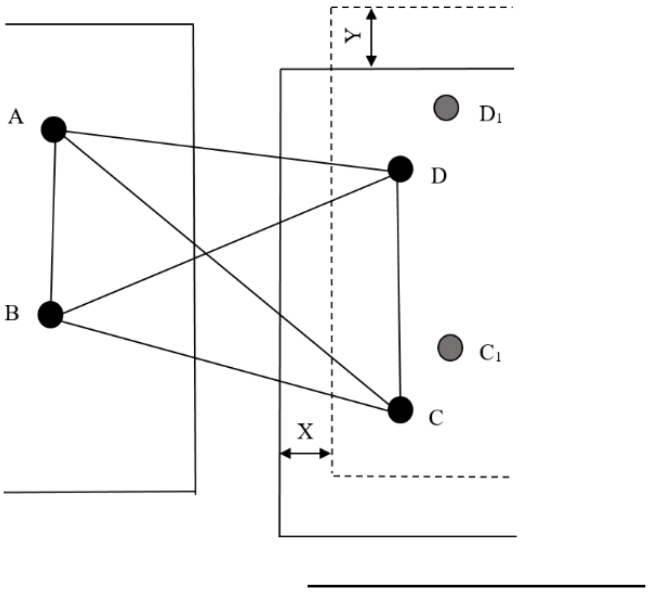


Сурет 7.26 - Көлденең бұрыштар әдісімен қисаюды анықтау сұлбасы

Жарықтарды анықтау үшін арнайы маяктар қолданылады, олар гипс, алебастр және т.б. Шамшырақ құрылымға ең кең нүктесінде бекітіледі. Егер біраз уақыттан кейін маякта жарық пайда болса, онда бұл деформацияның белсенді дамуын көрсетеді.

Қарапайым жағдайда сызаттардың ені сызғышпен өлшенеді. Арнайы құрылғылар: деформометрлер, щелеммерлер, өлшеу қапсырмалар қолданылады.

7.27-суретте бекітілген нүктелік маяктар көмегімен бақылау сызбасының мысалы келтірілген.



Сурет 7.27- Нүктелік маяктардың орналасуы

Қабырғалардағы нүктелік маяктар, әдетте, жарықшаның екі жағында орналасқан дюбельмен бекітіледі. Сондай-ақ, кез-келген басқа кішігірім қондырғылар, мысалы, металл арматуралық торлар және т.б., бекітілген нүктелер ретінде қолданылады. Егер жарықшақтың жанында тек екі бақылау

нүктесі бекітілген болса, онда маман олардың арасындағы қашықтықты өлшеу құралдарының көмегімен өлшейді және алдыңғы көрсеткіштермен салыстырғанда жарықшақтың ашылу енінің өзгеруін алады.

Егер 3 немесе 4 нүкте бекітілген болса, онда олардың арасындағы қашықтықты өлшегеннен кейін, қабырға жазықтығында көлденеңінен де, вертикаль жағынан да орын ауыстырулар туралы мәліметтер алуға мүмкіндік беретін қосымша есептеулер жүргізіледі. Есептеулерді жүргізу үшін үш ұпай жеткілікті, төртіншісі резервтік көшірме ретінде пайдаланылады - егер біреуі жоғалып кетсе және есептеулердің дұрыстығын тексерсе. Бақылау нүктелерін бекіту үшін кеңейтілген заттарды пайдалану ұсынылмайды - металл бұрыштар, плиталар және т.б.

7.6 Салынған объектілердің атқарушы түсірісі

7.6.1 Атқарушы түсіріс: жұмыс түрлері, мақсаты, дайындығы, кезеңдері

Ғимараттар мен құрылыстардың құрылысы жедел және таңдамалы геодезиялық бақылаумен қатар жүруі керек.

Құрылыстың нақты кезеңінің бастапқыда салынған жобалық параметрлерге сәйкестігін растау немесе олардың арасындағы сәйкессіздіктерді анықтау атқарушы түсірістің негізгі міндеті болып табылады.

Атқарушы түсіріс - бұл салынған ғимараттар мен құрылыстардың және олардың құрылымдық элементтерінің пландық пен биіктік нақты жағдайды анықтау үшін орындалатын геодезиялық жұмыстар кешені. Топографиялық түсіріс пен құрылыстың алдындағы басқа да іздестіру жұмыстарынан айырмашылығы, оның белгілі бір кезеңдері атқарушы түсіріспен аяқталады. Атқарушы геодезиялық түсіріс сызбаны дайындау үшін негіз болып табылады, ол құрылыстың келесі кезеңінің басталуы туралы немесе анықталған сәйкессіздіктерді түзету туралы шешім қабылдау үшін қажетті ресми құжат ретінде қызмет етеді.

Атқарушы түсірістің екі түрі бар:

а) құрылыстың циклдері мен технологиялық элементтері бойынша атқарушы сызбаларды жасау үшін қажетті ағымдағы атқарушы түсіріс;

б) атқарушы бас планды құрастыру үшін түсіріс.

Қазаншұңқырлардың, іргетастардың және олардың салынатын бөліктерінің сызбалары, бағаналардың, кран асты жолдарының орналасу схемалары, әр қабат сызбалары және т.б. ағымдағы атқарушы түсірістердің есептік құжаттары болып табылады. Олар орындалған жұмыстарды түзетуге және құрастырмалы құрылымдар мен олардың бөліктерінің сапалы орнатылуын қамтамасыз етуге арналған деректерді қамтиды.

Құрылысы аяқталған өнеркәсіптік, тұрғын үй және мәдени-тұрмыстық мақсаттағы барлықнысандар, желілік үлгідегі жер асты және жер үсті

құрылыстары, көлік желілері, абаттандыру және тік жоспарлау элементтері екінші түрдегі атқарушы түсіріске жатады. Осы түсірістің нәтижелері бойынша одан әрі бүкіл өнеркәсіптік немесе тұрғын үй кешенін пайдалану қажеттілігі үшін, сондай-ақ оның құрылысы мен одан әрі дамуы үшін пайдаланылатын атқарушы бас план жасалады.

Конструкцияның пландық жағдайының ағымдағы атқарушы түсіріс бөлу желісінің пункттерінен, бөлу осьтерінен немесе сызықтардан, оларға параллель, тік бұрышты координаталар, сызықтық және жармалық қиылыстыру тәсілдерімен орындалады. Құрылымдардың биіктік жағдайы геометриялық нивелирлеу арқылы анықталады, ал олардың тік жағдайы теодолитпен бақыланады.

Ағымдағы атқарушы түсіріс деректері бойынша жасалған атқарушы сызбаларда конструкциялардың жобалық және нақты өлшемдері, олардың белгілері, осьтер арасындағы қашықтық, конструкция элементтерінің жобалық жағдайдан ауытқу бағыттары мен шамалары көрсетіледі.

Геодезиялық атқарушы түсіріс құрылыстың технологиялық процесінің құрамына кіреді, сондықтан оларды орындау тәртібі мен тәсілі, техникалық құралдар және қажетті өлшеу дәлдігі құрылыс-монтаждау процесінің кезеңіне байланысты.

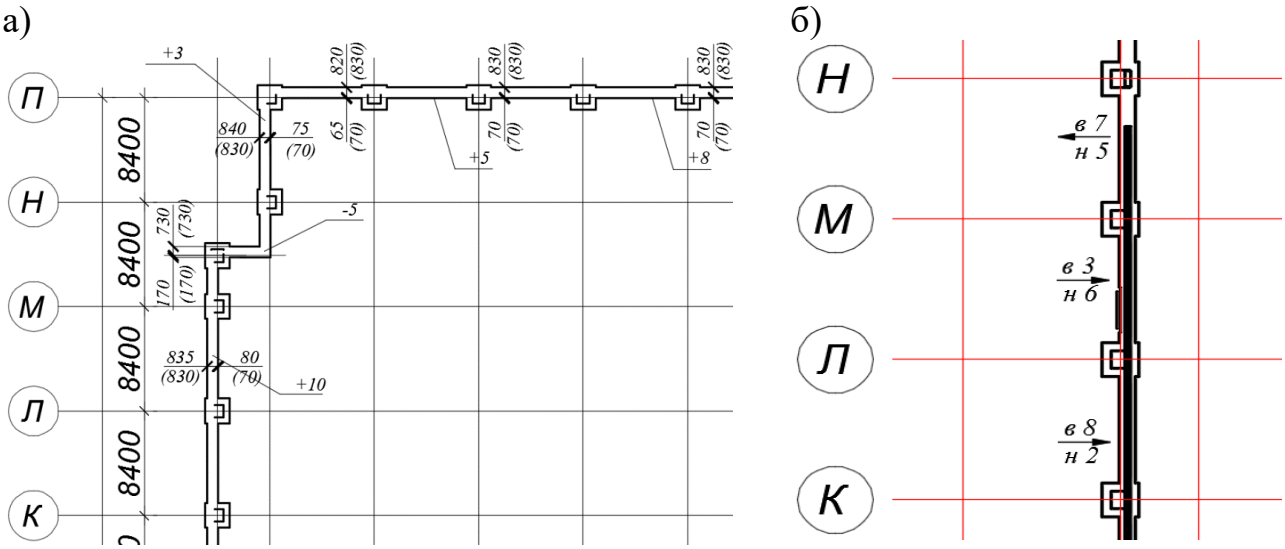
Атқарушы түсірістің негізгі түрлеріне мыналар жатады: қазаншұңқырдың контурларын бөлуді түсіру; нақты бөлу - осьтерді бекіту; құрылыстар мен ғимараттардың жер асты бөлігі; қазаншұңқыр; құрастырмалы жолақты іргетас; ғимараттар мен құрылыстардың жер үсті бөліктері; көп қабатты ғимараттың бағаналары; кран жолдары; кәріз, суағар, дренаж; абаттандыру бойынша және т.б.

Барлық атқарушы құжаттама (пландар, құрылыстардың бойлық және көлбе қималары) мемлекеттік стандартқа сәйкес орындалады. Оларда конструкциялардың жобадан ауытқуының бағыты мен шамасы көрсетіледі.

Құжаттамадағы құрылымдардың геометриялық параметрлері жобалық және нақты мәндермен немесе олардың нақты ауытқуларымен сипатталады. Белгілеу тәсілі қолданыстағы нормативтік құжаттардың, жобаның нұсқаулары бойынша, ал мұндай нұсқаулар болмаған кезде орындаушы геодезиялық ұйымның қалауы бойынша таңдалады. Қажет болған жағдайда атқарушы құжаттамада нақты орындалған техникалық шешімдер, конструкциялар туралы мәліметтер және басқа да атқарушы техникалық ақпарат қосымша көрсетіледі.

Мысалы, 7.28-суретте жолақ негізіне және ғимараттың қабырғаларына атқарушы құжаттаманың үзінділері келтірілген.

Бақылау өлшемдерінің дәлдігіне қойылатын талаптар әлдеқайда жоғары, себебі олар ішкі пайдалану үшін емес, құрылыс жұмыстарының сапасын жан-жақты бағалау үшін жасалады



Сурет 7.28- Атқарушы құжаттамасының фрагменті: *а* - ғимараттың жолақты іргетасына; *б* - ғимарат қабырғаларына

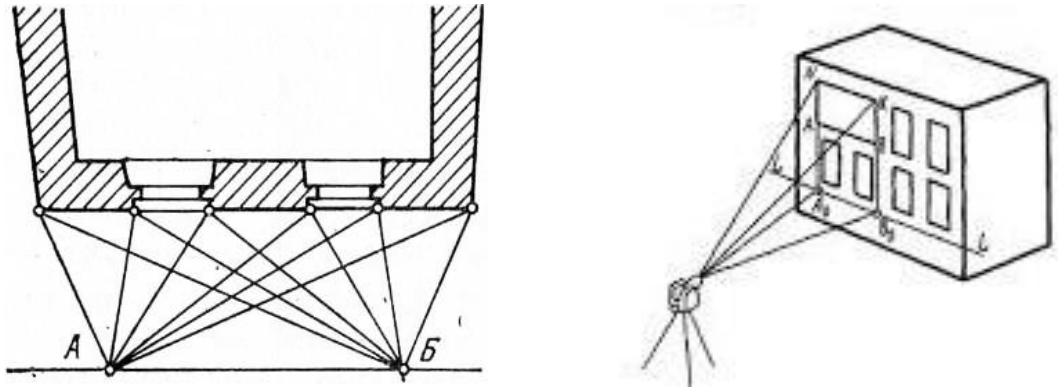
Рұқсат етілген қателер, керісінше, ең төменгі мәнге дейін шектелген.

ҚР аумағында қолданылатын құрылыс нормалары мен ережелері (ҚНжЕ) міндетті түрде құрылыс ұйымдарына жаңадан салынған немесе қайта жаңартылған нысандардың атқарушы түсірісті жүргізу талап етеді [75, 76, 77].

7.6.2 Атқарушы бас пландарды құру

Атқарушы бас план - бұл құрылыс жұмыстарын жүргізу және қабылдау үшін құрылыс нормалары мен ережелерінің талаптарына және техникалық шарттарға сәйкес жалпы құрылыс жоспарының орындалуын бақылаудың жалғыз құралы. Бас планды құруға арналған геодезиялық негіздеме - бұл триангуляция, полигонометрия, құрылыс торлары, теодолит жүрістері және геометриялық нивелирлеу жүрістерінің реперлері. Осы пункттердің бір бөлігі құрылыс кезінде жойылатын болғандықтан, атқарушы түсіріс жұмыстар құрамына оларды қалпына келтіру және кейбір жағдайларда геодезиялық тордың жаңа сызбасын жасау кіреді.

Атқарушы түсірістің техникасы мен нақтылығы оларды пайдалануға қабылдау кезінде тұрғызылған ғимараттар мен құрылыстарға қойылатын талаптарға байланысты. Заттардың сипаттамалық нүктелерінің пландық жағдайы перпендикуляр және сызықтық ойықтар әдістерімен, полярлық әдіспен және 10 мм шегінде рұқсат етілген қателікпен қиылысу әдісімен анықталады (7.29-сурет). Түсіріс әр ғимараттың өлшемдерімен қатар жүреді; оның ерекшелігі күрделі ғимараттар мен құрылыстардың бұрыштары, жер асты коммуникациясының бұрылыс бұрыштарының шығулары мен шыңдары, өткелдер жолдары осьтерінің қиылысы сияқты нүктелердің тік бұрышты координаттарын тікелей анықтау. Биіктікті түсіріс дәл осындай сипаттамалық нүктелерді, сонымен қатар іргетастарды, едендерді, шұңқырларды, науалардың түбін, құбырларды 5 мм дәлдікпен кесуге дейін азаяды.



Сурет 7.29 - Ғимаратты өлшеу

Іздестіру жұмыстарын өндірумен бір уақытта инженерлік жабдықтың әр элементінің толық техникалық сипаттамалары анықталады, содан кейін оның атқарушы бас планында көрініс табады. Нәтижесінде атқарушы бас планға үлкен көлемде ақпарат түседі, оны тіпті топографиялық планда 1:500 сияқты масштаб көлемде көрсету мүмкін емес. Сондықтан, бас план қосымша құжаттардың тұтас кешені түрінде жасалады:

– 1: 500 масштабындағы өндірістік кәсіпорын аумағының немесе тұрғын ауданның планы;

– 1: 200 масштабтағы жекелеген күрделі аймақтардың атқарушы пландары; 1: 100 және одан үлкен масштабтағы ғимараттардың және олардың жеке бөліктерінің өлшемді сызбалары.

Атқарушы түсірістің бақылау өлшеулерінің нәтижелері арнайы атқарушы геодезиялық құжаттаманың сызбаларында көрсетіледі.

Атқарушы геодезиялық құжаттама сызықтық және бұрыштық өлшемдердің, координаталардың, қашықтықтардың, биіктіктердің, көлбеу және басқа геометриялық параметрлердің, ғимараттардың (құрылыстардың), құрылымдарының және бөліктерінің, инженерлік желілердің, жетілдіру элементтерінің сәйкестігін анықтау мақсатында геодезиялық тор базасының бекіту нүктелерінің белгілерін тіркеуге арналған. Атқарушы геодезиялық құжаттаманың негізі жобалық құжаттаманың жұмыс сызбалары болып табылады.

Атқарушы геодезиялық құжаттама негізінен бағыттардың геометриялық параметрлері мен оларға салынған (монтаждалған) құрылыс конструкцияларының жобалық позицияларынан ауытқу мәндері бар атқарушы сызбалар (сызбалар) түрінде жасалады. Түсіндірме жазбалар немесе басқа ақпарат (құбыр арматурасының диаметрі, қолтаңбаны бекіту және т.б.) тек қосымша талаптар үшін көрсетілген.

Құжатқа мыналар кіреді:

- инженерлік коммуникациялар үшін құрастырылған сызбалар, қима, координаталық каталогтар, құбырлрдың дәнекерленген қосылыстар сызбалары, түсіріс материалдары;

- басқа элементтер үшін - атқарушы сызбалар мен атқарушы түсіріс материалдары;

- өндірістік нысандар үшін - атқарушы сызбалар, атқарушы материалдары, сондай-ақ атқарушы бас пландар.

Құрылыс алаңындағы атқарушы геодезиялық құжаттаманың тізбесі стандарттардың және басқа нормативтік-техникалық құжаттаманың талаптарына сәйкес белгіленеді. Ерекше жағдайларда мемлекеттік сәулет-құрылыс, техникалық, архитектуралық қадағалау талаптарына сәйкес атқарушы геодезиялық құжаттар тізімін көрсетуге болады [75, 77].

7.7 Камералдық инженерлік-геодезиялық жұмыстарды есептеу

7.7.1 Инженерлік құрылыстарды бөлуді есептеу

Бөлу жұмыстары - бұл инженерлік-геодезиялық қызметтің негізгі түрлерінің бірі. Олар жобаның жұмыс сызбаларына сәйкес жерде салынып жатқан құрылымның сипаттамалық нүктелері мен жазықтықтарының пландық және биіктік жағдайын анықтау үшін жүзеге асырылады.

Инженерлік құрылысдарды бөлудің әртүрлі тәсілдері бар [64].

Тура және кері бұрыштық қиылыстыру әдісі. Көбінесе бұл әдістер қол жетпейтін нүктелерді, сондай-ақ геодезиялық базадан едәуір қашықтықта орналасқан нүктелерді жер бетіне шығару үшін қолданылады.

Тура бұрыштық қиылысу әдісінде (7.30, а-сурет) М нүктесінің орны геодезиялық негіздеменің А және В бастапқы нүктелерінен олардың әрқайсысында бөлу элементтері болып табылатын β_1 және β_2 жазық бұрыштарын тұрғызу арқылы анықталады. Бұл сызбада екі теодолитті бір уақытта қолданған жөн. Бұл жағдайда жобалық нүктесінің жағдайы екі бақылаушының пәрмені бойынша СД жағдайында, содан кейін басқару ОД жағдайында бекітіледі. *М* нүктесінің орташа орналасуын бекіткеннен кейін β_1 және β_2 бұрыштарының бақылау өлшемдері орындалады.

М нүктесінде γ бұрышының мәні кіші және үлкен болмауы тиіс екенін ескеру қажет.

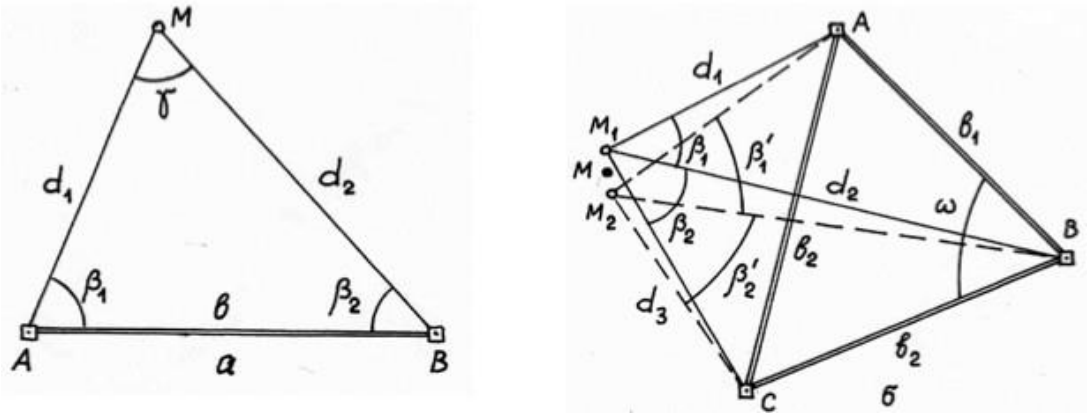
Нүктені ығысуды кішігірім қателікпен орындауға болатын оңтайлы бұрыш $\gamma \approx 109° - 110°$ бастапқы нүктелерден М нүктеге дейін шамамен бірдей қашықтықта болады. Яғни, *М* нүктесінен сызбаның симметриялы құрылысын қамтамасыз етуге ұмтылу тиіс. Сонымен қатар, жобалау нүктесін құрудың дәлдігін арттыру, сондай-ақ оның құрылысын бақылау үшін, жобалық нүктені бедерге шығару көбінесе геодезиялық бөлу негіздемесінің екі базисінен жүзеге асырылады.

Көптеген жағдайларда *М* нүктесін берілген дәлдікпен бір әдіспен оның жобалық жағдайына шығару қиынға соғады. Мұндай жағдайларда тұйық үшбұрыш әдісі қолданылады. Нүкте кезекті жуықтаулармен белгіленеді. Ол үшін *М* нүктесінің құрылысы максималды дәлдікпен орындалады, содан кейін үшбұрыштың барлық бұрыштары бірнеше әдіспен өлшенеді, бұрыштары

теңестіріледі және *M* нүктесінің координаталары түзу бұрыштық қиылыстыру формулалары бойынша есептеледі. Алынған координаттар жобалық координаттармен салыстырылады, ал олардың мәндерінде жол берілмейтін ауытқулар болған жағдайда түзетулер (төмендетулер) *M* нүктесінің орнына анықталады және соңғысы жобалық жағдайға ауыстырылады. Басқару үшін бұрыштар қайтадан өлшенеді және ұқсас есептеулер орындалады.

Кері бұрыштық қиылысу әдісінде кезекті жуықтау әдісі де қолданылады (7.30-сурет, *б*). Алдын ала *M* нүктесі жерге шығарылып, β_1 және β_2 бұрыштары өлшенеді. Кері бұрыштық қиылыстың формулалары бойынша *M* нүктесінің координаталары анықталып, жобаланғандарымен салыстырылады.

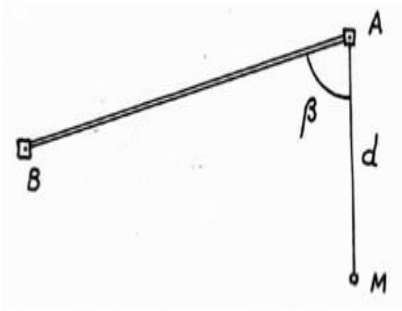
Қажет болған жағдайда *X* және *Y* нүктенің орналасуы *M* координаталар ауытқу құндылықтарды төмендеді, М нүктесін M_2 нүктесінің жағдайында тіркейді және қайтадан жаңа нүктесінде β көлбеу бұрыштарды өлшейді, содан кейін жаңа *M* нүктесінің координаттары есептеледі. Бұл әрекеттердің барлығы жобалау нүктесін сапалы салу міндеті шешілгенге дейін орындалады.



Сурет 7.30 - Тура және кері бұрышты белгілер әдістерімен жобалау нүктесінің орналасуы: а) тура бұрыштық қиылыстыру әдісі; ә) кері бұрыштық қиылыстыру әдісі

Полярлық координаталар әдісі жобалау нүктелері геодезиялық негіздің нүктелеріне салыстырмалы түрде жақын болған жағдайда қолданылады және оларға дейінгі қашықтық өлшеу құралының ұзындығынан аспағаны жөн.

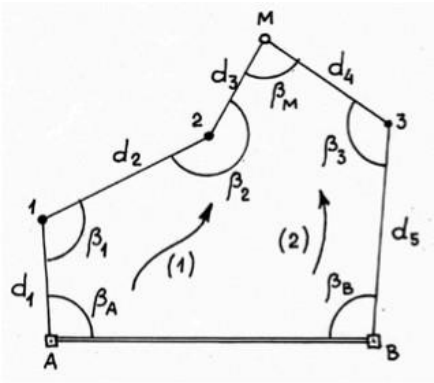
Жерде *AB* бастапқы бағытынан (7.31-сурет) бөлу элементтері салынады: жобалау бұрышы β және жобалық арақашықтық d .



Сурет 7.31 - Жобалық нүктені полярлық координаталар әдісімен салу

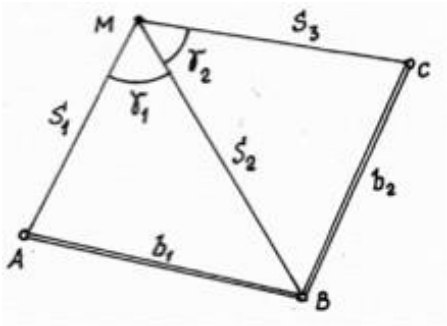
Жобалық нүктесі геодезиялық негіздің нүктелерінен алыс болуы мүмкін немесе бұрыштық қиылысу әдістерін қолдана отырып, техникалық шарттарға сәйкес белгіленбейді. Мұндай жағдайларда есептелген жобалау бұрыштары мен жобалық арақашықтықты дәйекті түрде қолдана отырып, полигонометриялық жүріс нүктеге қойылады. Бұл әдіс *полигонды жобалау* әдісі деп аталады (7.32-сурет).

AB геодезиялық негіздің базалық сызығынан екі жүріс үшін А12М және В3М жүрістер шешімінен *M* нүктесінің екі жағдайы алынады. Бірінші жуықтау ретінде есептік нүкте координаттарының орташа мәндері есептеледі. Содан кейін *M* нүктесінде алынған β_M бұрышын және d_3 және d_4 түзулерін өлшеп, тұйық полигонның жалпы сызбасындағы *M* нүктесінің координаталарын есептейді. Егер *M* нүктесінің координаталары жобаланғаннан едәуір өзгеше болса, онда *M* нүктесінің жағдайына түзетулер (редукциялар) анықталады, нүкте ығысады және β_M бұрышы мен d_3 және d_4 түзулерін тағы өлшейді. *M* нүктесінің координаталары жобалық нүкте координаталарымен салыстырылады. Мұндай әрекеттер жобалау нүктесін құрудың қажетті дәлдігіне қол жеткізілгенге дейін орындалады.



Сурет 7.32- Жобалық полигон әдісін қолдана отырып, жобалық нүктенің жер бетіне шығару

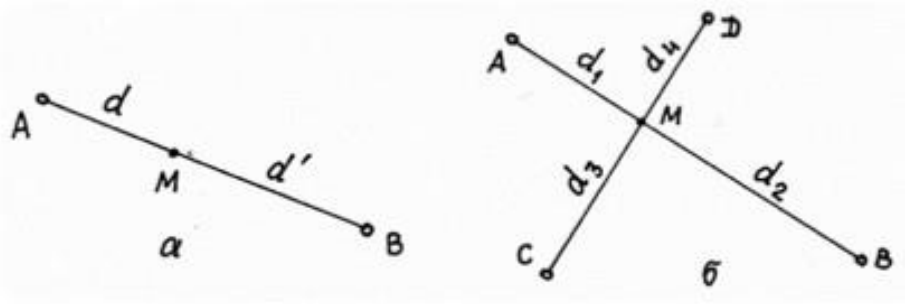
Жобалық нүктеден геодезиялық негіздің нүктелеріне дейін шағын қашықтықта сызықтық қиылысу әдісін пайдалау ыңғайлы (7.33 сурет). Бұл әдіс бойынша бөлу элементтер қатарына тек *S* арақашықтық немесе жазық арақашықтық жатады.



Сурет 7.33 - Сызықтық қиылысу әдісімен жобалау нүктесін жер бетіне шығару

Құрылыстардың осьтерін жер бетіне шығару үшін тұстамалық қиылысу әдісін қолдану ыңғайлы (7.34 сурет).

Тұстамалық-сызықтық қиылысу сызбасында (7.34-сурет, а) геодезиялық негіздің *А* және *В* нүктелерімен түзілген түзудің сызығында *М* нүктесінің жағдайы анықталады. Жобалық қашықтығы *d* бойынша сызық бойымен *М* нүктесінің орны анықталады. Қажет болса, *М* нүктесінің орналасуын створдың басқа нүктесінен бақылауға болады. Түзудің *А* нүктесінде теодолит, ал *В* нүктесінде - көздеу нысаны (штативте центрлеу және жазық жағдайға келтіру мүмкіндігімен) орнатылады.

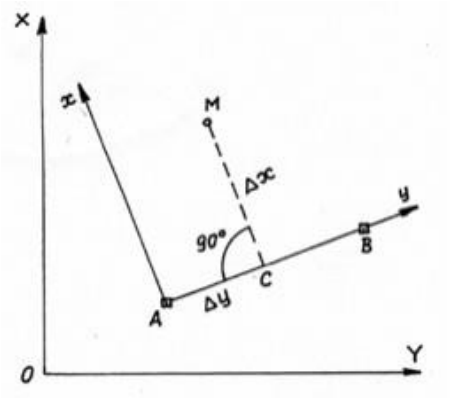


Сурет 7.34 – Тұстамалық қиылысу әдістері: *а*-тұстамалық-сызықтық қиылысу әдісі; *б* – тұстамалық қиылысу әдісі

Тұстамалық қиылысу әдісінде (7.34-сурет, б) *АВ* және *СД* тұстамалардың қиылысу сызығында *М* нүктесі орнатылады. Дәлдікті жақсарту үшін жұмысты теодолиттер мен көру объектілерін қайта орналастыра отырып, бірнеше әдіспен екі теодолитпен және екі көздеу нысанасымен бірге жүргізген жөн. Басқару үшін салынған нүктеден геодезиялық негіздің бастапқы нүктелеріне дейінгі арақашықтық өлшенеді.

Әдетте құрылыс алаңында *құрылыс торы* болады. Оның координаттар жүйесінде барлық осьтердің (басты, негізгі және т.б.) орны, сонымен қатар барлық негізгі (түйіндік) нүктелер көрсетіледі. Бұл жағдайда жобалық нүктелерді шығару құрылыс торының координаттар жүйесінде Δx және Δy координаттарының өсуімен жүзеге асырылады (7.35 сурет). Жалпы мемлекеттік немесе жергілікті координаттар жүйесінде *XOY* координаттар жүйесі *hAy* құрылыс торы *А* нүктесінде орналасқан. *Ay* осі бастапқы бағыт бойынша геодезиялық негіздің басқа бастапқы нүктесінде орнатылады. *М* нүктесінің орны Δx және Δy арақашықтықтарымен анықталады, яғни құрылыстық тор координаттар жүйесіндегі координаталық өсімше арқылы анықталады.

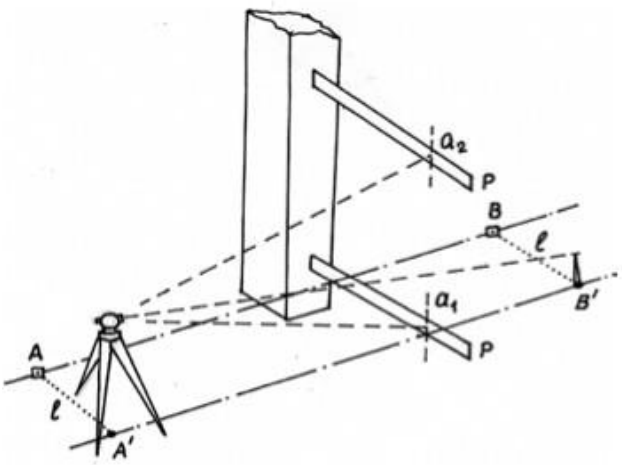
Жобалық қашықтығын Δy алдын ала құрып, алынған *С* нүктесінде теодолитті орнату керек. *М* нүктесіне 90° тең жобалау бұрышын және алынған бағытта *x* кесіндісін жүргізу керек. Нүктені кескіндеудің жоғары дәлдігін қамтамасыз ету үшін Δx және Δy мәндерінен кішілері перпендикуляр түрінде, ал үлкені бастапқы сызықтың бойымен тұрғызылуы тиіс.



Сурет 7.35 - Құрылыс торынан құрылыс нүктелерін бөлу

Құрылыстардың тік осьтерін шығару бүйірлік нивелирлеу әдісімен жүзеге асырылады (7.36 сурет). Құрылыс құрылымы орналасқан *AB* осынен, мысалы, баған, ал *l* қысқа қашықтықта бастапқы *AB* сызығына параллель *A'B'* сызығы салынады. A' нүктесінде B' нүктесінде орналасқан белгіні көздейтін теодолит орнатылған. Бағанның осіне перпендикуляр, оның табанына және жоғарғы жағына рейка P орнатылады (рейканың бойлық осі бойымен оське бағытталған деңгеймен) және көру дүрбісінің торының тік жіпі бойымен a1 және a2 есептері алынады. Көрсетілген есептердің теңдігі баған осынің тік орналасқанын анықтайды. Егер көрсеткіштер арасындағы сәйкессіздікке жол берілмесе, онда бағанның тік осынің орны түзетіледі.

Жоғарыда аталған бөлу әдістерін қолдану үшін бөлу элементтерін анықтау керек. Бөлу элементтері - бұл салынып жатқан объектінің нүктелері мен сызықтарының жобалық жағдайын алу үшін жерге тікелей салынатын бұрыштар, қашықтықтар, қиыспаушылықтар [64].



Сурет 7.36 - Бүйірлік нивелирлеу әдісі

7.7.2 Сызықтық құрылымдарды іздестіру кезіндегі геодезиялық жұмыстардың есептері

Инженерлік-геодезиялық зерттеулердің бірі - трассалау.

Трасса дегеніміз - жерге белгіленген немесе картаға, фотографиялық планға немесе жердің сандық моделі түрінде кескінделген сызықтық типті жобаланған құрылымның осі.

Трассаның негізгі элементтері план, оның көлбеу жазықтыққа проекциясы және бойлық қима болып табылады. Бойлық қима - құрылымның жобаланған сызығы бойынша тік бөлігі.

Планда маршрут бір-бірімен тұрақты немесе айнымалы қисықтық радиусының көлденең қисықтарымен біріктірілген әртүрлі бағыттағы түзулерден тұрады.

Бойлық қимада трасса тік дөңгелек қисықтармен байланысқан әртүрлі еңіс сызықтардан тұрады.

Трассаның бойлық қимасын тұрғызған кезде айқындылық үшін тік масштаб жазықтан 10 есе үлкен жасалады. Трассаға перпендикуляр бағыттар бойынша жергілікті жер бедерін сипаттау үшін көлбеу қималар бірдей көлбеу және тік масштабта жасалады.

Трассаға белгілі бір талаптар қойылады, олар оны жобалаудың техникалық шарттарына сәйкес белгіленеді, мысалы, жол трассалары үшін басты талаптар қозғалыс жылдамдығы және қауіпсіздігі болып табылады, сондықтан рұқсат етілген еңістер мен оларға мүмкін болатын қисық радиустары белгіленеді.

Құбырлар бойынша рұқсат етілген ағын жылдамдығындағы жобалық көлбеу жерлерге төтеп беру керек. Жолдың қисықтық дәрежесі бұрылу бұрыштарының мәндерімен анықталады.

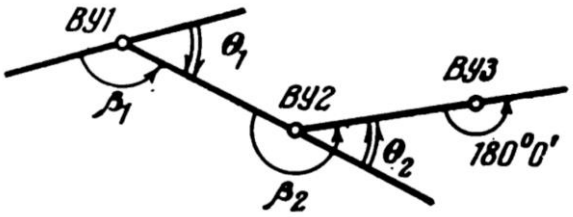
Трассаның бұрылу бұрышы дегеніміз - алдыңғы жақтың бағыттары мен келесі жақтың бағыты жалғасуынан пайда болған төбесі бар бұрыш.

Трассалау кезінде, әдетте, бір әдіспен орташа квадраттық қателікпен 0,5' жүрістің тік бұрыштары өлшенеді β_1, β_2 (7.37 сурет). Жолдың бұрылу бұрыштары формуламен сызықты оңға бұру арқылы анықталады:

$$\theta = 180^0 - \beta_1, \tag{7.21}$$

сызықты солға бұрғанда - формула бойынша:

$$\theta = \beta_2 - 180^0. \tag{7.22}$$



Сурет 7.37 - Трассаның бұрылу бұрыштары

Автомагистральдар, теміржолдар, құбырлар мен электр желілері трассаларында айналу бұрыштары 15 -20 аспауы тиіс. Бұл жолдың сәл ұзаруына әкеледі.

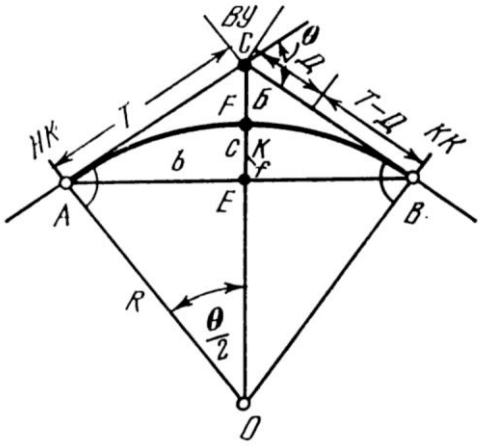
Трассалау - техникалық-экономикалық жағдайларға сәйкес трассаны таңдау бойынша іздестіру жұмыстарының жиынтығы. Камералдық және далалық трассалау болып бөлінеді.

Камеральды трассалау - топографиялық карталарды, пландарды, аэротүсіріс материалдарын және ЖСМ көмегімен трассаны жобалау.

Далалық трассалау - жоспарланған маршрутты бедерге оның өзгеруін нақтылай отырып және оны нақты бекітумен ауыстыру. Трасса жерде оның негізгі нүктелерінің орналасуымен анықталады (7.38-сурет):

- қисықтың басы және соңы (ҚБ және ҚС);
- бұрылу бұрыштарының төбесі (ББТ);
- қисықтың ортасы (ҚО);
- құрылыстардың осьтерімен қиылысу нүктелері.

Жер бедеріндегі бұл нүктелер белгілермен бекітілген. Белгінің түрі жердегі қажетті сақтау мерзіміне байланысты. Жетекші нүктелер межелермен бекітіледі.



Сурет 7.38- Трассаның негізгі нүктелері және қисықтың элементтері

Трассаны картадан жер бетіне ауыстыру оның негізгі нүктелерінің координаталары бойынша немесе маршрутты бедердің нысандарымен байланыстыру деректері бойынша жүзеге асырылады.

Нүктелік координаттар мен кескін элементтері картадан графикалық түрде анықталады. Сондықтан негізгі нүктелерді жер бетіне шығару дәлдігі

негізінен картаның масштабымен анықталады. Трасса нүктелерін бедерге ауыстырғаннан кейін теодолит немесе полигонометриялық жүрістер салынады, оған барлық аталған нүктелер енгізіледі. Осы жұмыстардың барысында бұрылыс бұрыштарының арасында сызықтарды өлшеу жүргізіледі және көлбеу бұрыштарды өлшеп, оң мәнді нүктелердің белгісі бар пикетаж бен қадаларды бөледі. Қадалар ағаш қазықтармен бекітілген. Жақын жерде «шлюз» орнатылып, траншея жасалады.

Жолдың басы ПК0 деп белгіленген. Келесі станцияның нөмірі оның басынан бастап жүздеген метр жолдың санын білдіреді, яғни ПК1, ПК2 және т.б. Әдетте, жер бедерінің сипаттамалық нүктелері оң мәнді нүктелерімен белгіленіп, ең жақын пикетке дейінгі қашықтықты көрсетеді, мысалы ПК3 + 70.

Пикеттерді еңіс учаскелерде бөлу кезінде өлшенген қашықтықтарға еңіс үшін түзетулер енгізеді.

Бұрылу бұрыштарына жақын жерде тұрудың өзіндік ерекшеліктері бар. Пикетті қисық бойымен бөлуге болмайды. Қисықтар тұрақты радиуста немесе айнымалы болуы мүмкін.

Дөңгелек қисықтардың негізгі элементтері (7.38 сурет) нақты түрде анықталған айналу бұрышы; бедердің жағдайына және сызық санатына байланысты тағайындалған *R* қисығының радиусы; тангенс деп аталатын АС-ВС-Т жанамаларының ұзындығы; AFB = К қисығының ұзындығы; биссектрисаның ұзындығы CF = В; домердің мәні *D*.

Бұрыштың өлшенген мәні бойынша және қабылданған *R* бойынша келесі элементтер анықталады:

$$\text{- тангенс (Т):} T = R \times tg\frac{\theta}{2}; \tag{7.23}$$

$$\text{- қисық ұзындығы (К):} K = \frac{2\pi R\theta^0}{360^{\circ 0}} = R \times tg\frac{\pi R}{180^0}; \tag{7.24}$$

$$\text{- биссектриса (Б):} \text{Б} = R(\sec\frac{\theta}{2} - 1); \tag{7.25}$$

$$\text{- домер (Д):} \text{Д} = 2\text{Т} - \text{К}. \tag{7.26}$$

Қисықтың басы, соңы және ортаңғы нүктелері қисықтың негізгі нүктелері деп аталады. Жерде пикеттерді бөлуді бұру бұрышының төбесіне дейін тангенс бойымен жүргізеді. Қисықтың басы (ҚБ), соңы (ҚС) және ортасының(ҚО) пикеттік мәні (ПК) мына өрнектерден табылады:

$$\begin{gathered} \text{ПК ҚБ} = \text{ПК БТ} - \text{Т}, \\ \text{ПК ҚС} = \text{ПК ҚБ} + \text{К}, \\ \text{ПК ҚО} = \text{ПК ҚБ} + \frac{\text{К}}{2}, \end{gathered} \tag{7.27}$$

мұндағы ПК БТ - қисықтық бұрыштық төбесінің пикеттік орны.

Есептеулердің дұрыстығын бақылау келесі формулалар бойынша жүзеге асырылады:

$$ПК\ ҚС = ПК\ ББТ + Т - Д,$$
$$ПК\ ҚО = ПК\ ҚС - \frac{К}{2}[64, 65]. \quad (7.28)$$

7.8 Серіктік навигациялық жүйелерді пайдалану негіздері

7.8.1 Жаһанды Навигациялық Серіктік Жүйе

Жаһандық навигациялық серіктік жүйе - бұл Жерге жақын орналасқан және Жер бетінде уақыттық координаттарын қамтамасыз ететін және жердің жасанды навигациялық серіктерінен, мониторинг және басқару қызметтерінен және серіктік радиоқабылдағыштардан тұратын жүйе.

Қазіргі кездегі ең танымал серіктік навигациялық жүйелері:

- GPS;
- ГЛОНАСС;
- Галилео;
- Бэйдоу.

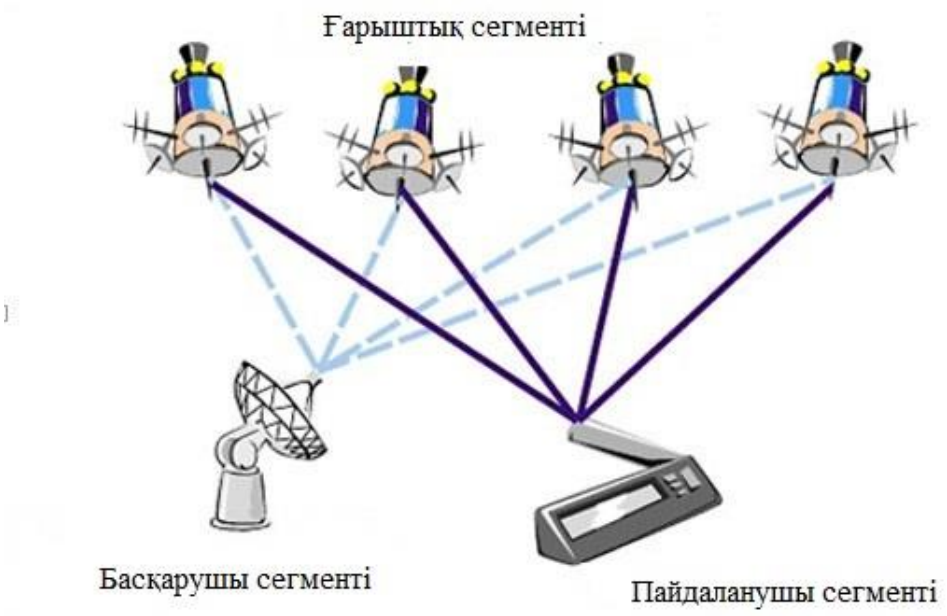
ГЛОНАСС (жаһандық навигациялық серіктік жүйе) - КСРО Қорғаныс министрлігінің тапсырысы бойынша жасалған ресейлік радионавигациялық серіктік жүйе. ГЛОНАСС жүйесінің алғашқы жерсерігі 1982 жылы 12 қазанда ұшырылды.

NAVSTAR GPS (Global Positioning System Navigation Satellite Time and Ranging) - бұл объектінің орнын, оның ендігін, бойлығы мен теңіз деңгейінен биіктігін, сондай-ақ оның қозғалу бағыты мен жылдамдығын анықтауға мүмкіндік беретін жоғары дәлдіктегі серіктік навигациялық жүйесі. NAVSTAR кешені АҚШ Қорғаныс министрлігіне жобаланған, енгізілген және тиесілі.

Галилео - Еуропалық Одақ пен Еуропалық ғарыш агенттігінің серіктік навигациялық жүйесі. Еуропалық Одақ мүше - мемлекеттердің координаталық-уақыттық және навигациялық қолдау саласындағы тәуелсіздігін қамтамасыз ету үшін құрылған. Бірінші жер серігі 2005 жылдың желтоқсанында Байқоңыр ғарыш айлағынан ұшырылды.

Бэйдоу - бұл қытайлық серіктік навигациялық жүйесі. Бэйдоу навигациялық серіктіктік жүйесінің ғарыштық сегменті орбитаның 3 түріндегі серіктерінен тұратын аралас типтегі орбиталық шоқжұлдыздан тұрады деп жоспарлануда.

Серіктік позициялау жүйелері үш негізгі сегменттерден тұрады: ғарыштық сегменті, бақылау және басқару сегменті және пайдаланушы сегменті (7.39-сурет).



Сурет 7.39 - Жаһандық жерсеріктік жүйенің құрылымы

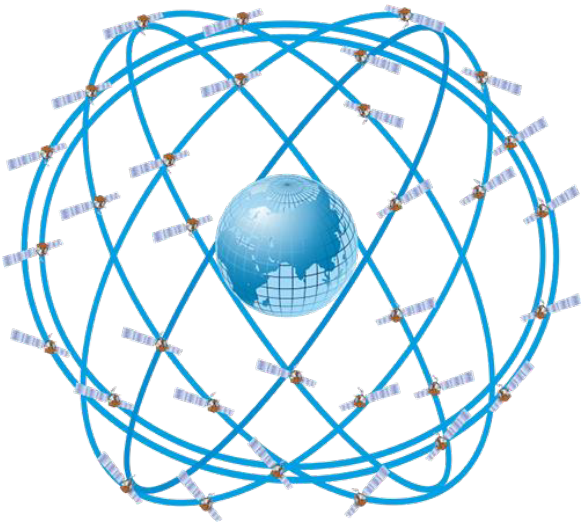
Ғарыштық сегмент. Ғарыш сегментіне серіктердің шоқжұлдызы (орбиталық топтастыру) және олар ұшырылатын ғарыш айлағы кіреді. Серіктердің негізгі функцияларына келесілер жатады:

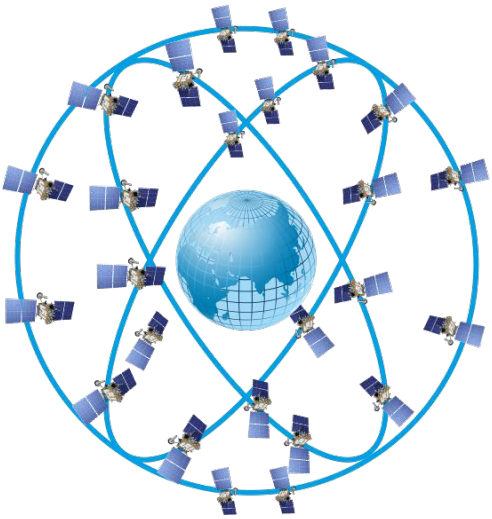
- басқару мен бақылау сегменті арқылы берілген мәліметтерді қабылдау және сақтау;
- атомдық жиіліктің бірнеше стандарттарының көмегімен уақытты дәл сақтау;
- бір немесе екі жиіліктік L диапазонында пайдаланушыға ақпарат пен сигналдарды беру.

Орбиталық GPS шоқжұлдызы биіктігі 20 180 км, айналу кезеңі 11 сағ 58 м 00 с және тұрақты жолдары бар айналмалы орбиталардағы 32 серіктерінен тұрады. Жер серіктері 55° бейімделген алты орбиталық жазықтықта орналасқан, төрт жұмыс нүктесі (слоттар) әр орбитаға біркелкі үлестірілген (7.40 сурет). WGS-84 координаттар жүйесі қолданылады.

ГЛОНАСС орбиталық тобы 24 жерсеріктерінен тұрады, олар 3 орбиталық жазықтықта орналасқан, бір-біріне қатысты 120С. Экватор жазықтығына қатысты орбиталық жазықтықтардың көлбеуі 64,8С. Орбиталық биіктік - 19 130 км. Әр жазықтықта орбитаға біркелкі таралған 8 серік бар (7.40-сурет). ГЛОНАСС жер серіктерінің Жерді айналу кезеңі 11 сағ 15 м 44 с ГЛОНАСС жүйесінің алғашқы спутнигі 1982 жылы 12 қазанда ұшырылған. Пайдаланылатын координаттар жүйесі - ПЗ-90.

GPS ГЛОНАСС





Сурет 7.40 - Жерсеріктік жүйе

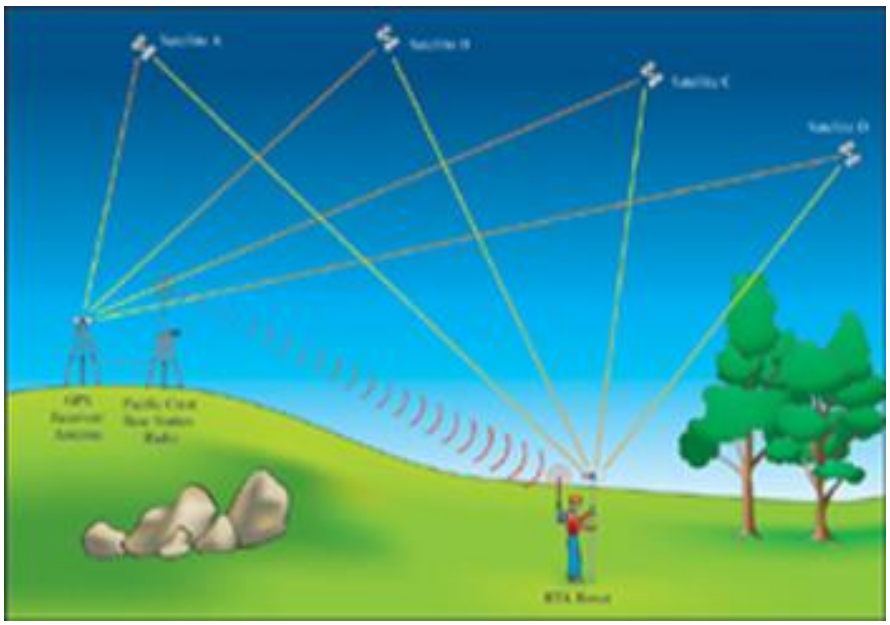
Бақылау және басқару сегменті. Бақылау және басқару сегменті орталық және қалааралық бақылау бекетінен тұрады. АҚШ орталық басқару станциясы Колорадо Спрингс (Колорадо, АҚШ) маңында, ал Ресейде - Мәскеу облысы, Краснознаменск қаласында орналасқан. Негізгі станция жүйені басқарады және командалық-басқарушылық функцияларды қамтамасыз етеді. Басқару және бақылау сегментінің негізгі функциялары:

- серіктік орбиталарды қадағалау;
- жерсеріктердің жұмыс жағдайын қадағалау және қолдау;
- жүйелік уақытты қалыптастыру;
- серіктік эфемерияны және сағат параметрлерін есептеу;
- серіктік навигациялық хабарламаларды жаңарту;
- орбиталарды ұстап тұру үшін серіктердің кішігірім маневрлерін жүзеге асыру (қажет болған жағдайда).

Пайдаланушы сегменті. Серіктік радионавигациялық жүйелердің пайдаланушы сегменті серіктік қабылдағыштардан және тиісті жабдықтардан тұрады. Тұтыну жабдықтары сәулетімен, мақсатымен, дәлдігімен, бағасымен және басқа параметрлерімен ерекшеленеді. Кейде пайдаланушы сегменті жүйені пайдаланушылар қауымдастығын және пайдаланушыларға арналған ақпараттық-техникалық қызметтерді қамтиды.

7.8.2 GPS жаһанды навигациялық серіктік жүйесінің жұмыс принципі

Жүйенің серіктері орбитада қозғалады және ақпаратты Жерге жібереді. GPS қабылдағыштары бұл ақпаратты қабылдайды және триангуляцияны (үшбұрыштарға бөлу) қолдана отырып, пайдаланушының нақты орналасқан жерін есептейді (7.41-сурет).



Сурет 7.41 - Орналасу

Негізінен, GPS қабылдағышы жер серігі жіберген уақытты сол уақыт жіберілген уақытпен салыстырады. Уақыт айырмашылығы қабылдағышқа серіктің қаншалықты алыс екенін айтады. Осындай қашықтықты бірнеше серіктерге өлшей отырып, қабылдағыш пайдаланушының орнын анықтап, оны модульдің (блоктың) электрондық картасында көрсете алады.

Қабылдағыш екі координатты (ендік және бойлық) анықтау үшін кем дегенде үш серіктің сигналдарына байлануы тиіс. Көру аймағында төрт немесе одан да көп жерсеріктері бар қабылдағыш пайдаланушының үш координатын (ендік, бойлық және биіктік) анықтай алады. Пайдаланушының орны анықталғаннан кейін жүйе басқа ақпаратты есептей алады: жылдамдық, қашықтық, тағайындалған жерге дейінгі қашықтық, күннің шығуы және күн бату уақыты және т.б.

Бүгінгі таңда координаттарды анықтаудың Ғаламдық жүйесінің қабылдағыштары параллель көп арналы болуына байланысты жоғары дәлдікпен сипатталады. 12 параллель GPS қабылдағыштары серіктерден сигналдарды тіпті тығыз жапырақтарда немесе қалалық ғимараттарда да қолдай алады.

GPS серіктері күн энергиясымен қоректенеді. Күн тұтылу жағдайында қозғалысты қолдау үшін олардың резервтік батареялары бар. Әрбір серіктегі кішкентай зымыран үдеткіші оның дұрыс ұшу жолын қамтамасыз етеді.

Серіктік бақылаудың бірнеше әдістері бар. Бірнеше ерекше критерийлер бойынша (нүктеде бақылау уақыты, бақыланатын серіктер санына қойылатын талаптар, тіркелген ақпараттың көптігі, деректерді жазу құрылымы, қолданылатын жабдықтың құрамы, орындалатын процедуралардың технологиялары) оларды екі негізгі топқа бөлуге болады: статикалық (дәстүрлі статика, "жылдам" статикалық түсіру) және кинематикалық («Stop & Go» әдістері (тоқта және жүр), "Continuous kinematic" (үздіксіз кинематикасы),

"Real-Time Kinematic" (уақыттың нақты масштабындағы кинематикалық түсіру).

Жерсеріктік радионавигациялық жүйені геодезияға қарқынды енгізу бірқатар прогрессивтік мүмкіндіктердің нәтижесі болып табылады, атап айтқанда:

1 дәлдіктің кең диапазоны - кез-келген қашықтықта метрден сантиметрге дейінгі бірлік;

2 жерсеріктік өлшеу өндірісіндегі нүктелер арасындағы тікелей көріну қажеттілігі;

3 қозғалыста өлшеу болып табылады кинематикалық өлшеу орындау қабілеті;

4 осындай нақты уақыттағы деформация мониторинг ретінде үздіксіз мониторинг, қамтамасыз ету үшін;

5 бір мезгілде үш координаттарды анықтау;

6 өңдеудің жоғары деңгейінің арқасында автоматика жылдамдығы және субъективті қателіктер азаяды;

7 толығымен дерлік ауа-райына тәуелді емес және т.б.

Дәстүрлі және серіктік өлшеу әдістерінің арасындағы ең үлкен айырмашылық-дәстүрлі өлшеулерде тік сызыққа (немесе геоид бетіне) қатысты өлшеулер жасалады, яғни физикалық өлшеулер өлшеудің негізі болып табылады. Серіктік әдістер координаталық жүйелерге қатысты тұрақты мәндер болып табылатын және геоидпен байланысты емес қашықтықты өлшеу кезінде өлшеудің геометриялық принципіне негізделген [78, 79].

7.9 Тоннельдер мен жер асты құрылыстарын салу

7.9.1 Тоннельдер мен жер асты құрылыстарын салу туралы жалпы мәліметтер

Жер асты құрылыстарына жер бетінен төмен орналасқан тау жыныстарының арасындағы тоннельдер, ангарлар, гараждар, галереялар және әртүрлі мақсаттағы камералар кіреді. Олар ірі азаматтық, өнеркәсіптік, энергетикалық және қорғаныс кешендерінің бөлігі ретінде байланыс жолдарында салынған. Кейбір жағдайларда жер асты құрылыстарын салу қиын топографиялық және гидрологиялық жағдайларда ситуациялық және бедерлік кедергілерді еңсерудің, қалалар мен өнеркәсіптік алаңдардың аумағын, олардың астындағы жер асты кеңістігін ұтымды пайдаланудың, сондай-ақ тіршілік қауіпсіздігін қамтамасыз етудің жалғыз мүмкін құралы болып табылады.

Мақсаты бойынша жер асты құрылыстары қатынас жолдарындағы тоннельдерге (темір жол, метрополитен, жаяу жүргінші), гидротехникалық (су тораптары, сумен жабдықтау, мелиорация кешендерінде), өнеркәсіптік, тау-кен

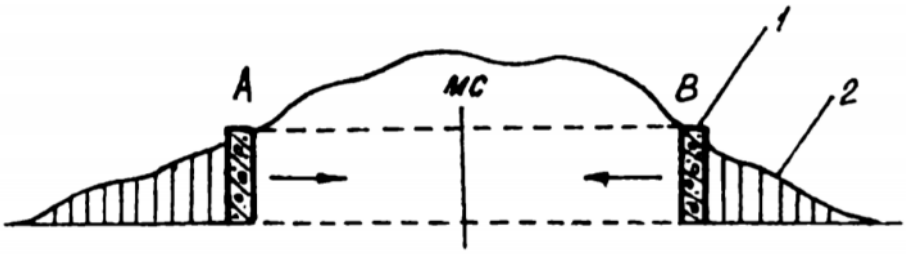
өнеркәсібі, коммуналдық (су ағындары, коллекторлар және т.б.) және арнайы тоннельдерге бөлінеді [81].

Тоннельдер жер бетіндегі құрылыстарды бұзбай ашық немесе жабық түрде төсеу тереңдігіне байланысты салынады. Ашық түрде әдетте таяз тоннельдер салынады. Құрылыс салынбаған жерлерде оларды еңістері бар шұңқырларда, ал салынған жерлерде - қадалы немесе шпунтты қоршаулары бар шұңқырларда салады. Соңғы жағдайда қадалар немесе тілімдер шұңқырдың контуры бойымен бітеледі. Ол ашылған кезде қадалар арасында ағаш немесе металл тіреуіштер орнатылады. Шұңқырдың жобалық тереңдігінде бетоннан дайындық, гидрооқшаулағыш қабаты төселіп, гидрооқшаулағыш қабаты бар қорғаныс қабырғалары тұрғызылады. Содан кейін науа мен қабырғалар бетондалады. Қабырғаларды жобалық белгіге салғаннан кейін оларға еден қойылады, содан кейін оған аумақтың тік орналасуының жобалық белгісіне топырақ құйылады. Метрополитеннің көмекші тоннельдері, әдетте, зауыт жағдайында жасалған тұтас блоктармен салынады.

Терең тоннельдер тоннельге кіретін қорғаныс қабырғалары деп аталатын порталдар арқылы немесе тік шахталар мен арнайы камералар арқылы жасалады. Порталдар арқылы көбінесе тау тоннельдері, сондай-ақ депоға кіретін тоннельдер салынады.

Тау жағдайында темір жол төсемі тау массивіне жеткізіледі, содан кейін топырақ қазылады және тоннельге кіруді құлаудан, қар көшкінінен және нөсер суларынан қорғауға арналған қорғаныс қабырғасы салынады. Кейде порталдың алдында пандус салынады-қабырғалары бетонмен немесе таспен нығайтылған ұзын, біртіндеп өсіп келе жатқан ойық (7.42-сурет).

Терең салынатын метрополитен тоннельдерін негізінен қалқан әдісімен салады [80].



1-қорғаныс бетон қабырғасы; 2-пандус

Сурет 7.42 - Порталдар арқылы тоннельдерді салу

Өткізу тақтасы-метрода тоннельдерді орнату үшін қолданылатын жылжымалы металл конструкциясы, ТМПК аббревиатурасы кәсіби мамандар арасында жиі қолданылады. Алғашқы ұңғыма қалқандары бу машиналары түрінде қозғалтқыштары бар техника болды. Біртіндеп механизм күрделене түсті, өзгерістерге ұшырады. Қалқанды ұңғылау кешендерінің екі түрі бар: механикаландырылған және механикаландырылмаған қалқандар. Соңғылары тек забойды бұзудан қорғау ретінде қолданылады [82].

Сондай-ақ, ТМПК жүк тиеудің түріне байланысты жіктеуге болады (7.43-сурет). Осы типтегі жабдықсыз тоннельді әлсіз су қаныққан жынысқа салу мүмкін емес. Инженерлер забойдың белсенді жүктемесіне қамқорлық жасауы тиіс болады. Яғни, резервуар мен қалқан ауа өткізбейтін бөліммен бөлінеді. Содан кейін алынған кеңістік толтырылады:

- гидрожүкпен (бентонит сазының ерітіндісімен);
- әуе жүктері (сығылған ауа);
- топырақ тиегішпен (тығыздалған топырақпен).

Әрине, қысыммен жүзеге асырылатын процесс топырақ пен сұйықтықтың гидростатикалық қысымын теңестіруге көмектеседі, осылайша забойды жойылудан қорғайды.

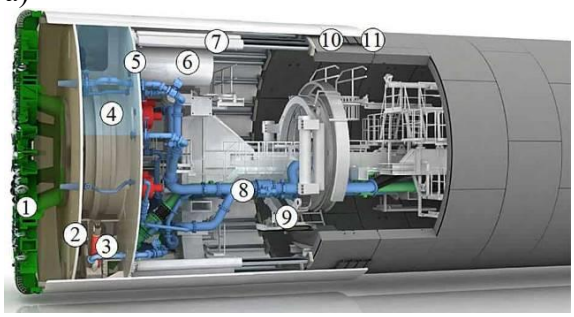
Қазіргі уақытта тек механикаландырылған тоннель өткізу кешендері қолданылады. Олардың міндеттеріне топырақты өңдеу, жабдықтан алып тастау, көлікке тиеу сияқты жұмыстар кіреді.

Басуды ТМПК бас бөлігі жүзеге асырады. Пышақ сақиналары, кесу жолақтары (көлденең немесе көлбеу) және аяқталған диафрагмалар бар. Олар арқылы тау жыныстары қалқанның ішіне енеді. Топырақты таңдау гидроэлеваторлармен немесе арнайы жер соратын қондырғылармен жүзеге асырылады.

Кейбір жағдайларда забойдың дамуы су ағынының көмегімен жүзеге асырылады. Өткізу тақтасының өзі біртіндеп жұмыс істей алады және айнала алады.

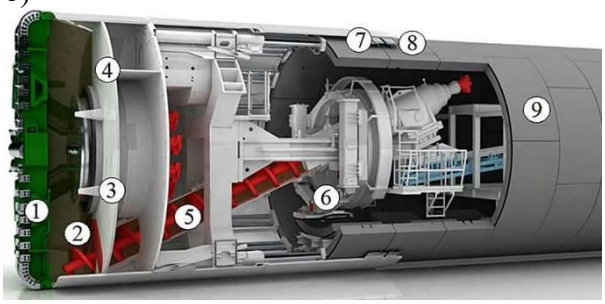
Терең төсемді тоннельдерді салу мерзімін қысқарту үшін, әсіресе үлкен ұзындықта, қарама-қарсы забойлармен салынады (7.44-сурет).

а)



1-қалқанның жұмыс органы; 2-забой қабырғасы; 3 – тас ұсақтағыш; 4-кессон камерасы; 5-герметикалық диафрагма; 6-декомпрессиялық камера; 7-домкраттар; 8-суспензия беру құбыры; 9-блок төсегіш; 10-герметизациялау щеткалары; 11-сақиналы саңылау (ерітіндімен толтырылады)

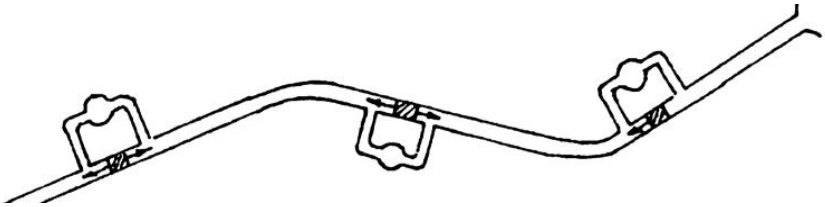
б)



1 – қалқанның жұмыс органы; 2-саңылаусыз забой камерасы; 3-жыныстарды араластыруға арналған аралықтар; 4-забой маңы камерасының қалқасы; 5-бұрандалы конвейер; 6 – блок төсегіш; 7-герметизациялау щеткалары; 8 – сақиналы саңылау (ерітіндімен толтырылады); 9 – блоктық қаптама

Сурет 7.43 - Ұңғыма қалқанының құрылысы:
а-су тиегішпен, б-топырақ тиегішпен [81]

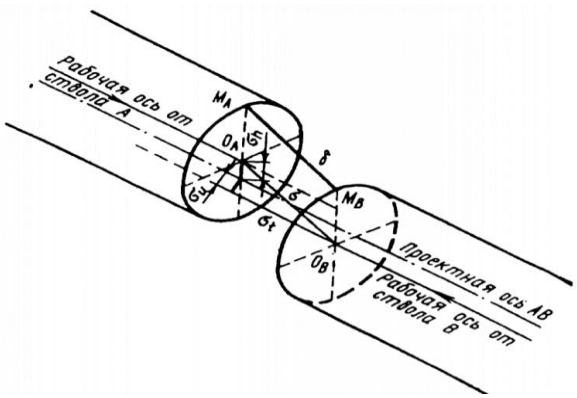
Порталдар арқылы құрылыс жүргізу кезінде (7.42-сурет) тоннельдерді ұңғылау А және В порталдарынан бір-біріне қарай іркіліс орны (ІО) деп аталатын забойлардың кездесу орнына дейін тау немесе қалқан тәсілімен жүргізіледі. Ұзын тоннельдерде (1 км артық) негізгі трассаға шығатын бірнеше оқпандар салынады, осылайша оларды бірнеше учаскелерге бөледі (7.44-сурет).



Сурет 7.44 - Қарсы забойлармен тоннельдерді салу

Әрбір учаскеде жұмыс қарама-қарсы забойлармен жүргізіледі, соның арқасында құрылыс қарқыны айтарлықтай өседі. Ақаулық орнында қарсы тоннельдердің қаптамалары толық түйісуі тиіс. Алайда, геодезиялық және құрылыс-монтаж жұмыстарындағы әртүрлі қателіктердің әсерінен бұл болмауы мүмкін және қате пайда болады. Қарама-қарсы тоннельдерді қаптаудың δМА және МВ аттас нүктелері арасындағы қашықтық (7.45-сурет) деп аталады. Оның рұқсат етілген мөлшері жобада қарастырылған жалпы маржамен анықталады. Метрополитен тоннельдері мен басқа да қатынас жолдары үшін ол әдетте δ=100 мм тең етіп орнатылады. Егер нақты забойдың шамасы рұқсат етілгеннен үлкен болса, онда теміржол тоннельдерінде жылжымалы құрам өтпейді және тоннельдерді қайта жасау қажет болады, бұл үлкен қосымша шығыстарға байланысты.

Қарама-қарсы тоннельдердің жұмыс осьтеріндегі соққы *ОаОв=ст* кесіндісімен ұсынылған, оны үш компонентке бөлуге болады: σ_u көлбеу соққы, σ_tбойлық соққы және σ_hбиіктіктегі соққы σ_t тік сызықты тоннельдерді салу кезінде оның мәні σ_uаз . Қисық тоннельдер үшін олар бірдей мәнге ие болады [81].



Сурет 7.45 - Қарсы тоннельдердің бұзылуы

7.9.2 Тоннельдерді салу кезіндегі геодезиялық жұмыстардың құрамы

Тоннельдер мен жер асты құрылыстарын салу көп түрлілікпен және басқа түрлермен ерекшеленетін геодезиялық жұмыстардың үлкен көлемін орындауды талап етеді. Бұл жұмыстар жер бетінде де, жер астында да тау-кен қазбаларында жүргізіледі. Осы себепті оларды көбінесе геодезиялық-маркшейдерлік жұмыстар деп атайды, әсіресе тау-кен өнеркәсібінде. Сонымен бірге, тау-кен саласындағы геодезиялық жұмыстар маркшейдерияның ажырамас бөлігі болып табылады, онда олар бұрыннан маркшейдерлік деп аталады.

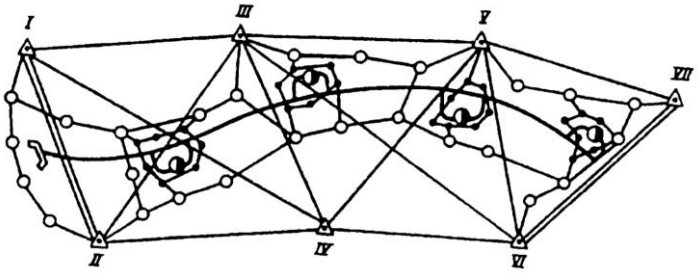
Тоннельдерді салу кезінде орындалатын геодезиялық жұмыстардың құрамына мыналар кіреді:

- жер бетін топографиялық түсіру;
- құрылыстың геодезиялық негізін жасау;
- жерасты пландық және биіктік геодезиялық негіздемесін құру;
- координаталарды, дирекциондық бұрышын және белгілерді жер бетінен жер асты қазбаларына көшіру;
- бөлу жұмыстары;
- құрылыс барысында және оны пайдалану кезінде тоннельдің өзгеруін бақылау.

Жер бедерін түсіру 1:10 000 масштабта, ал тоннель трассасында ені 100 - 200 м жолақта - 1:1 000 - 1:2000 масштабта жүзеге асырылады.

Тоннель құрылысының геодезиялық негізі төрт сатылы желілерді қамтиды: тоннельдік триангуляция, негізгі, жақындау және жерасты полигонометриясы.

Тоннельдік триангуляция (7.46-сурет) барлық геодезиялық жұмыстар үшін бастапқы негіз ретінде ұзындығы үлкен (1 км артық) тоннельдерді салу кезінде жасалады; оған торапты қалыңдатудың барлық басқа сатылары сүйенеді. Метро салу үшін триангуляция торабы күрделі формаларға ие. Триангуляция пункттері трассадан 2 км алыс емес, мүмкіндігінше тоннель мен шахталар порталдарының жанында, бірақ тоннель құрылысы барысында деформациялану мүмкін болатын аймақтан тыс орналасады. Ұзындығы қысқа (1 км дейін) тоннельдер үшін триангуляция жасалмайды, ол негізгі полигонометрияны төсеумен шектеледі [81].



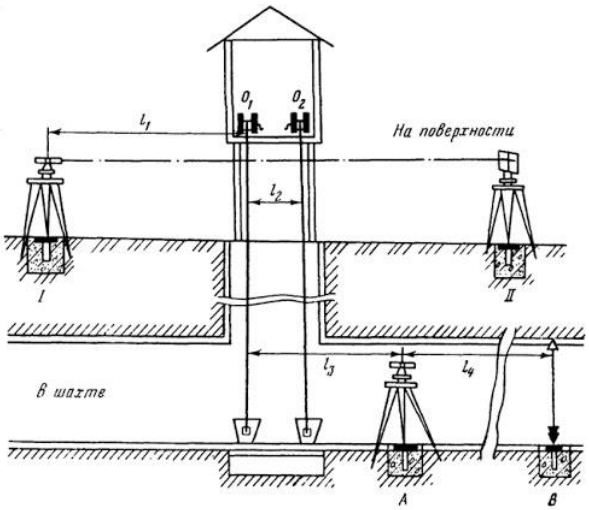
7.46 сурет - Тоннельдік триангуляция

Тоннель құрылысы кезіндегі геодезиялық жұмыстардың ең жауапты міндеті - қарсы забойдардың дәл сал қамтамасыз ету. Көлбеу түйісуге арналған көлік тоннельдерін салу кезінде 10 см рұқсат белгіленген. Егер қарама-қарсы забойдың әрқайсысына осы шаманың жартысын жатқызатын болсақ, онда бір забойға 5 см тең рұқсат алынады. Сондықтан тік сызықты тоннель үшін тоннельдік триангуляцияны жобалау кезінде бірінші кезекте дирекциондық бұрышын АВ жағынан CD жағына беру дәлдігін (жерасты геодезиялық негізін бағдарлау) және А пунктіне қатысты D пунктінің жағдайындағы көлбеу қателікті есептеу қажет. Дирекциондық бұрышын берудегі қателік қарама-қарсы забойлардың дұрыс бағдарланбауына, ал көлбеу ығысу-тоннель порталдарының оның осьіне қатысты дұрыс орналаспауына әкеледі. Қисық сызықты тоннельді салу кезінде қателік дәлдігіне d нүктесінің бойлық ығысуы бірдей әсер етеді.

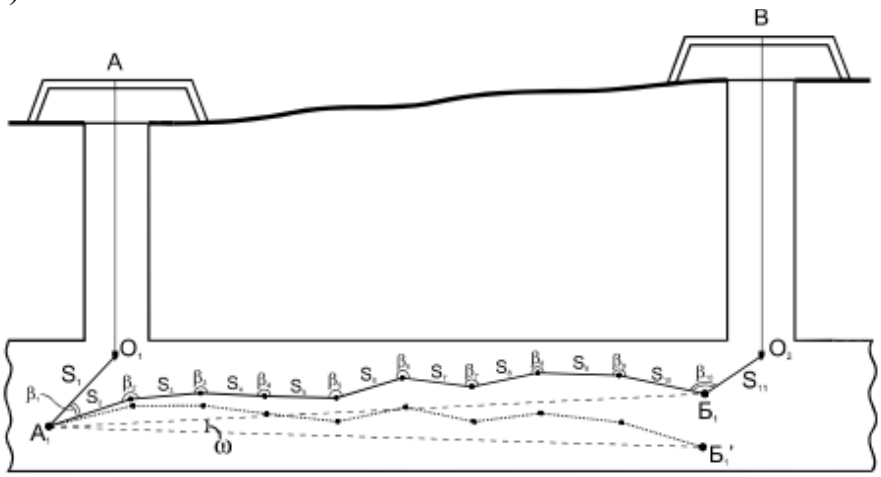
Жер асты геодезиялық негізін бағдарлау координаталар мен Дирекциондық бұрышын жер бетінен жер асты жұмыстарының деңгейіне беруден тұрады. Бағдарлау әдістері тоннельді бетімен байланыстыратын қазбалардың түріне байланысты.

Тоннель қазбалары тікелей жер бетіне шыққан немесе оған бүйірлі ұңғымалармен қосылған жағдайларда - бағдарлау осы қазбалар бойынша полигонометриялық жүрістерді салу арқылы жүзеге асырылады. Егер тоннель бір (7.47-сурет, А) немесе шахтаның екі оқпаны (7.47-сурет, б) арқылы салынса, онда бағдарлауды тиісінше осы жалғастырушы қазбалар арқылы жүргізеді.

а)



б)



7.47 сурет - Жерасты геодезиялық негізін бағдарлау:
а-бір тік магистраль арқылы, б-екі тік магистраль арқылы

Ең қарапайым және бұрыштық өлшеу және есептеу жұмыстарын қажет етпейтін әдістерге тоннельдің осьіне сәйкес келетін түзу сызықты іліп қою арқылы геодезиялық негіз салу жатады. Бұл әдіс көптеген жағдайларда тікелей және қысқа тоннельдерді салу үшін қолданылады (ұзын тоннельдермен іліп қою әдісі тіректің қажетті дәлдігін қамтамасыз етпейді) [83].

7.10 Жерасты коммуникацияларын салу

7.10.1 Жерасты коммуникацияларын салу туралы жалпы мәліметтер

Жер асты коммуникацияларының түрлері. Қазіргі заманғы өнеркәсіптік және азаматтық құрылымдар жер асты коммуникацияларының үлкен желісімен сипатталады, олардың саны жеке жолдар бойымен бірнеше ондағанға жетеді. Жерасты инженерлік коммуникацияларға сұйықтықтарды, газдарды тасымалдауға, энергия мен ақпаратты беруге арналған технологиялық құрылғылары бар жерасты желілік құрылыстары жатады.

Жерасты коммуникацияларына топырақтағы құбырлар, кабельдік желілер, коллекторлар сияқты төсемдер жатады.

Құбырлар тасымалданатын сұйықтықтар мен газдың мақсатына қарай су құбырларына, жылу құбырларына, кәрізге, газ құбырларына және арнайы мақсаттағы құбырларға бөлінеді.

Кабельдік желілер электр энергиясын таратады және кернеуі мен мақсаты бойынша жоғары кернеу, электрлендірілген көлік, көше жарығы; әлсіз ток желілері (телефон, радио және теледидар) болып бөлінеді. Желілер 1 м тереңдікте салынған кабельдерден, тарату шкафтарынан, трансформаторлардан тұрады.

Коллекторлар - бұл салыстырмалы түрде үлкен мөлшердегі дөңгелек немесе тікбұрышты қиманың жерасты құрылыстары (1,8-ден 3,0 м2 дейін). Олар бір уақытта әртүрлі мақсаттағы құбырлар мен кабельдерді салады.

Геодезиялық өлшеу тұрғысынан барлық жерасты коммуникацияларын үш түрге бөлуге болады:

1 Ластанған ағынды суларды тазарту құрылыстарына (өнеркәсіптік және тұрмыстық кәріз) және атмосфералық суларды су қоймаларына (нөсер кәрізі) ағызатын және металл емес құбырлардан: диаметрі 600 мм және одан жоғары темірбетон және шағын диаметрлі асбест-цемент, керамика құбырларынан жасалған өздігінен ағатын құбырлар.

2 Қысыммен сұйық және газ өнімдерін тасымалдайтын және негізінен болат құбырлардан тұратын қысым құбырлары (су құбыры, жылу, газ құбыры және т.б.).

3 Кабельдік желілер электр көлігі мен жарықтандыру үшін пайдаланылатын жоғары және төмен кернеулі қуат кабельдеріне және телефон мен телеграф байланысы, хабар тарату, сигнал беру үшін төмен кернеулі желілерге бөлінеді [64].

7.10.2 Жер асты коммуникацияларын салу кезіндегі геодезиялық жұмыстардың құрамы

Жер асты коммуникацияларының трассаларын төсеу кезіндегі геодезиялық жұмыстар кешеніне мынадай жұмыс түрлері кіреді:

- түсіру негіздемесін жасау;
- трассалар осьтерін және олардың жекелеген құрылыстарын жер бетіне көшіру және тиісті белгілермен бекіту;
- траншеяларды қазу, құбырларды төсеу, құдықтар салу және т.б. белгілерді бақылау.;
- трассаларды, кірмелерді, құдықтарды, апаттық шығаруларды және т.б. атқарушы түсіру;

Түсіру негіздемесін жасау. Жер асты коммуникацияларының түсіруін жүргізу үшін триангуляция, трилатерация, полигонометрия (оның ішінде GPS қабылдағыштарының көмегімен координаттарды анықтау) және нивелирлеу пункттерінің торымен, сондай-ақ тұрақты түсіру торының (негіздеменің) нүктелерімен ұсынылған қолда бар пландық-биіктік геодезиялық негіз жаңадан құрылуы немесе пайдаланылуы тиіс.

Пландық-биіктік түсіру торабын құрудың дәлдігі инженерлік-топографиялық пландарындағы, жер асты коммуникациялары пландарын жасау үшін топографиялық түсіру масштабының талаптарына сәйкес келуі тиіс.

Пландық түсіру торы триангуляция, полигонометрия, трилатерация пункттері, координаттарды жерсеріктік анықтау пункттері (GPS қабылдағыштарын пайдалана отырып) негізінде немесе дербес геодезиялық негіздеме ретінде құрылуы тиіс.

Түсіру торлары, әдетте, теодолиттік қозғалыстар мен микротриангуляциялық тор болып табылады. Бұрыштық өлшеулер үшін электронды тахеометрлер, теодолиттердің әр түрлі түрлері қолданылады: 3Т5КП, Т15МКП, 4Т30П және басқалары. Сызықтық өлшеулер электрондық тахеометрлермен, жарық қашықтық өлшеуіштермен немесе компарирленген болат рулеткалармен және ленталармен орындалады.

Пландық-биіктік түсіру негіздемесін жасау кезінде торды құруға қойылатын талаптар (жүрістердің ұзындығы, жүрістердегі салыстырмалы қалдықтар) және оларды өлшеу әдістемесі сақталуы тиіс. Теодолиттік жүрістердегі салыстырмалы сызықтық қалдықтар 1:2 000 артық болмауы тиіс.

Теодолиттік жүрістермен және микротриангуляциямен қатар ұқсас дәлдіктегі әртүрлі геодезиялық белгілеу (тура, кері, аралас) қолданылуы мүмкін.

1:1 000 және 1:500 масштабында түсіруді негіздеу үшін теодолиттік жүрістерді салу кезінде тұрақты түсіру торы (негіздеме) құрылады.

Тұрақты түсіру торының нүктелері - күрделі ғимараттар мен құрылыстардың бұрыштары, сондай-ақ жерасты коммуникацияларының құдықтары қақпақтарының орталықтары.

Тұрақты түсіру торы нүктелерінің координаталарын анықтау үшін тек кейіннен топографиялық және инженерлік-геодезиялық жұмыстарды жүргізу кезінде пайдаланылатын тірек геодезиялық тор пункттері ғана бастапқы болып табылады.

1: 5 000 және 1: 2 000 масштабтағы жер асты коммуникацияларын түсіру кезінде пландық түсіру негіздемесін жиілету тахеометриялық жүрістермен жүргізілуі мүмкін.

Инженерлік коммуникацияларды түсірудің биіктік негіздемесі мемлекеттік нивелирлік тордың реперлері мен маркалары, тірек геодезиялық тордың пункттері, сондай-ақ биіктіктері техникалық нивелирлеу арқылы айқындалған түсіріс торының нүктелері болып табылады.

Биік геодезиялық негізді құрудың дәлдігі өздігінен ағатын инженерлік желілердің көлбеу шамасына байланысты. Егер түсіруге жататын аумақта 0,001 және одан да көп еңістері бар өздігінен ағатын желілер болса, онда IV сыныпты нивелирлік торапты құру қажет. Егер өздігінен ағатын желілер еңісінің шамасы 0,001 кем болса, онда III сыныпты нивелирлік желі құрылуы тиіс.

Түсіру геодезиялық торлар нүктелерінің биіктігін анықтау техникалық нивелирлеу арқылы жүзеге асырылады. Техникалық нивелирлеу жеке жүрістермен, сондай-ақ III және IV классты маркалары мен реперлері арасындағы жүріс жүйелері мен тұйық полигондар түрінде жүргізіледі. Тікелей және кері бағыттарда техникалық нивелирлеудің "аспалы" жүрістерін төсеуге жол беріледі.

Техникалық нивелирлеудің жүрістеріндегі, тұйық полигондарындағы қалдықтар +50 мм $\sqrt{L}\sqrt{n}$шамасынан аспауы тиіс, ал жер бетінің едәуір еңістері кезінде (жүрістің 1 км станциялар саны 25 астам болғанда) - ± мм шамалар, мұндағы L-жүрістің ұзындығы км, п-жүрістегі (полигондағы) станциялар саны.

Жер асты коммуникацияларын бөлу және оларды төсеу кезіндегі геодезиялық жұмыстар. Жер асты желілерін төсеудің ең көп таралған тәсілі- бұл ашық әдіс, онда коммуникациялар траншеяларға салынады.

Траншеяларды орналастыру бойынша бөлу жұмыстары трассаның осін және оған тән нүктелерді – құдықтардың орталықтарын, бұрылу бұрыштарын, аралық тұстама нүктелерін және т.б. жерге шығарудан басталады. Бастапқы құжаттама жобалық план және маршруттың профилі болып табылады, оның негізінде бөлу сызбасы жасалады. Бұл суретте:

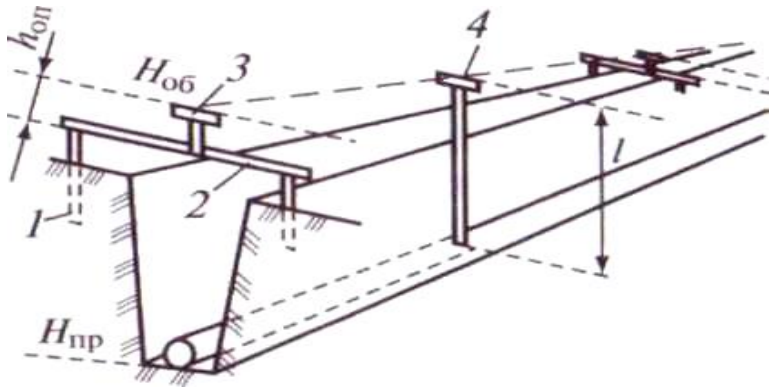
- бөлінетін коммуникация учаскесінің жағдайы;
- бөлу үшін пайдаланылуы мүмкін геодезиялық негіздеу пункттері және жағдай нүктелері;
- жолдың сипаттамалық нүктелері арасындағы қашықтық, сондай-ақ олардың сызықтық және бұрыштық байланыстары туралы барлық мәліметтер көрсетілген.

Бөлу сызбасының мәліметтерін қолдана отырып, қарапайым геодезиялық құрылымдардың көмегімен (полярлық координаттар, перпендикулярлар, сызықтық белгілеу және т.б.) маршруттың сипаттамалық нүктелерінің орналасуы жерге шығарылады. Егер трассаның бойында геодезиялық негіздеу пункттері және жағдайдың тірек нүктелері болмаса немесе олар өте аз болса, онда трассаны теодолиттік жүріс нүктелерінен бөледі. Осындай жүріс бөлу жұмыстарын орындау ыңғайлылығын есептей отырып, жолдың жанында арнайы төселеді. Геодезиялық негіздеу пункттерінен негізінен тек трассаның бұрылу бұрыштары ғана бөлінеді; барлық басқа нүктелер жармада тиісті жобалық қашықтықтарды шөгу жолымен табылады. Бұрылыс бұрыштары арасындағы белдікті теодолит белгілейді, қашықтықтарды өлшеуіш аспап немесе қашықтық өлшегіш қояды.

Бірнеше параллель жіптермен (мысалы, кабельдер) қатар жүретін коммуникацияларды бөлу кезінде екі шеткі осьтер жерге шығарылады.

Жер жұмыстарын жүргізу үшін байланыс жолы 5-20 м арқылы тіректермен бекітіледі. Сонымен қатар, траншеяның қырлары көрсетілген.

Жер қазу жұмыстары барысында траншеяларды қазу кезінде трасса осын бекітудің барлық белгілері жойылады. Сондықтан, кейіннен қалпына келтіру үшін олар жергілікті заттарға немесе белдеулерге сызықтық сілтеме жасау арқылы жер жұмыстары аймағынан тыс жерде бекітіледі. Өздігінен ағатын жер асты төсемдерін салу кезінде белгілерді қалпына келтіру үшін жолдың ұштары мен бұрылыстарына сәйкес келетін тірек қолданылады. Орлар траншеяның шетіне бекітілген екі 1 ағаш тіректен тұрады және оларға 2 көлбеу тақтаның жерінен шамамен 0,5 м биіктікте бекітілген ***(7.48-сурет).*** Тақтаға траншея осі, ал қажет болған жағдайда - одан ұңғыманың жиектері мен шұңқырының осі шығарылады. Тақтаға бояумен құдықтың нөмірі, пикетаж, төселетін құбырлардың диаметрі жазылады. Егер құбырлардың диаметрі осы ұңғымада өзгерсе, онда екі диаметр бөлшек түрінде жазылады: алымда - кішірек, ал бөлгіште - үлкен.



1- ағаш тірек;
2-көлбеу тақта;
3 - тірек өлшегіш;
4-жүру нысаны

Сурет 7.48- Траншея қазу кезінде нысаналар тәсілін қолдану үшін алып жүру

Траншеяны қазу кезінде оның түбін жобалық белгіге дейін тазарту қажеттілігі туындайды. Бұл жұмыс көптеген жағдайларда Визер әдісімен жүзеге асырылады, оның мәні келесідей. Тіректерге 3 тірек нысаналары олардың жоғарғы қырлары арқылы тартылған жазықтық жобалық көлбеуді сақтай отырып, жобаланған траншеяның түбіне параллель болатындай етіп бекітіледі. Траншеяның тереңдігі 4 жүріс нысанасының көмегімен анықталады, оның жоғарғы қыры екі іргелес тіреу нысанасының жоғарғы қырларымен бір жазықтықта "көзге", ал өкшесі – траншея түбінің жобалық белгісінде орналасуы тиіс.

Жұмыс үшін ыңғайлы l жүріс нысанасының ұзындығын таңдап (әдетте 2,5; 3,0; 4,0 м), $h_{оп}$ тірек нысаналарын орнату биіктігін сілтемелер тақтасының жоғарғы бетіне қатысты есептейді. $H_{об}$ сілтемелері тақтасының белгісі жолдың бойымен тегістеу жолымен анықталады. Егер $H_{об}$ айырмашылығы мен $H_{пр}$ траншеясының түбінің жобалық белгісінен таңдалған ұзындықтан алынып тасталса, онда сіз әр орамдағы тірек вазирінің биіктігін аласыз, яғни.

$$h_{оп} = l - \left(H_{об} - H_{пр}\right). \qquad (7.29)$$

3-5 м арқылы траншея түбінің бойымен қозғалу арқылы жобалық белгілер анықталады, олар бойынша траншея түбін оқиды. Сол сияқты, құбырларды төсеу кезінде де Визер әдісі қолданылады, айырмашылығы - жоғарғы құбырларға орнатқан кезде, жұмыс істейтін Визер ұзындығы құбырдың сыртқы диаметріне азаяды.

Нысаналар әдісімен жобалық белгілерді 2-3 см қателікпен анықтауға болады. Алайда, бұл әдіс 0,003 кіші беткейлерде жобалық белгілерді орнатудың қажетті дәлдігін қамтамасыз ете алмайды. Бұл жағдайда құбырлар мен құдықтарды төсеу бойынша барлық жұмыстар деңгей көмегімен жүзеге асырылады. Нивелирмен әрбір құбырдың төселуін, ал құдықтарда - құдықтың қақпағының жобалық белгісінде орналасуын ескере отырып, науа мен үстіңгі белгісін тексереді.

Құбырлардың пландық орналасуы екі көрші сілтемелердің орталықтарын қосатын сым арқылы өтетін жіп сызығымен анықталады.

Құбырларды салу кезінде лазерлік құрылғылар да қолданылады (визирлер, теодолиттер, деңгейлер). Бұл құрылғылар лазерлік сәулемен траншеяның осі мен оның тереңдігін анықтайтын, сондай-ақ құбырларды төсеу үшін берілген көлбеу сызықты орнатуға мүмкіндік береді. Траншеяларды қазу кезінде жер қазу машиналарын басқаратын арнайы лазерлік жүйелер қолданылады. Құбырларды төсеу кезінде лазер жиынтықтары қолданылады, олардың құрамына лазерлік нысаналар, лазер сәулесінің биіктігін 30-дан 200 см дейін өзгертуге мүмкіндік беретін тағандар, сондай-ақ құбырдың осі бойымен өздігінен жүретін бақылау маркалары кіреді. Лазерлік аспаптарды қолдану үлкен диаметрлі (800 - 1500 мм) өздігінен ағатын құбырларды салу кезінде әсіресе тиімді.

Ғимаратқа жер асты коммуникацияларын енгізу оның осьтерінен бөлінеді. Енгізу орны ғимараттың сыртқы жағынан белгіленеді және ең жақын құдықтан енгізу жолы бұзылады. Өздігінен ағатын коммуникацияларда жобалық көлбеу алу үшін құдық науасының белгісін тесіктің түбінің белгісімен байланыстырады.

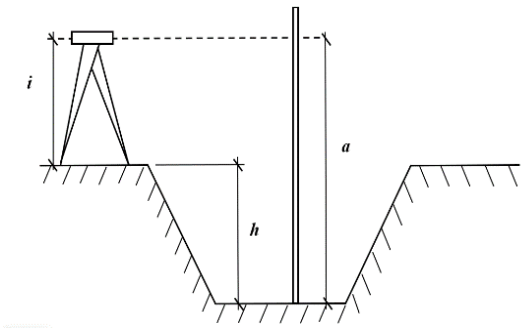
Өндірістік алаңдарда цех ішіндегі коммуникациялар, әдетте, іргетастардың құрылысы аяқталғаннан кейін салынады. Бұл сізге осы коммуникацияларды құрылымдардың осьтерінен ғана емес, сонымен қатар іргетастың беттері мен ендірілген бөліктерінен де бөлуге мүмкіндік береді, бұл жұмыс процесін айтарлықтай жеңілдетеді.

Жер жұмыстары өндірісінің дәлдігін бақылау планда да, биіктікте де жүзеге асырылады. Өлшеулер геодезиялық әдістермен аспаптық түрде жүзеге асырылады.

Бақылау кезінде өлшенген өлшемдер сызбаларда көрсетілген өлшемдермен және белгілермен және нормативтік құжаттарда белгіленген рұқсаттардың шамаларымен салыстырылады.

Құламалардың тіктігі көлбеу үлгілермен тексеріледі.

Траншеялар мен қазаншұңқырлардың биіктік жағдайының дәлдігін бақылау геометриялық, тригонометриялық нивелирлеу немесе нысаналар көмегімен жүргізіледі. Траншеялардың немесе шұңқырдың тереңдігін 3 м дейін геометриялық нивелирлеу әдісімен басқаруға болады. Нивелирді жиекке орнатып, түбіне қойылған тақтайша бойынша а санағын алады (7.49-сурет).



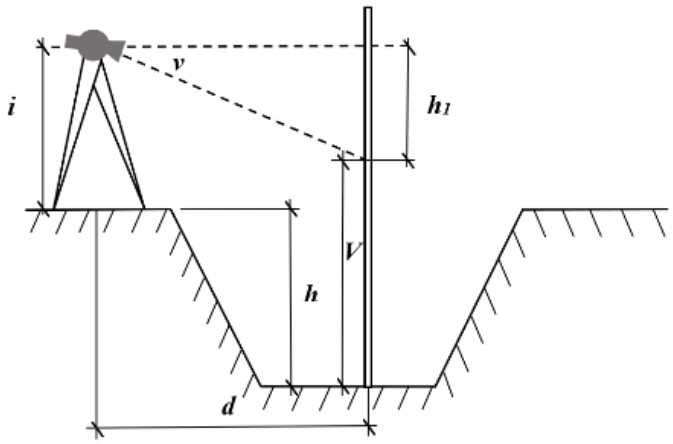
Сурет 7.49 - Траншеяның биіктік жағдайының дәлдігін геометриялық нивелирлеу арқылы бақылау

Қазу тереңдігі (h) мына формула бойынша есептеледі:

$$h = a - i, \tag{7.30}$$

мұндағы і-аспаптың биіктігі.

Тригонометриялық тегістеуді бақылау кезінде h шұңқырының тереңдігін анықтау үшін v құрылғының бір станциясынан тік бұрыш және d көлбеу қашықтық өлшенеді (7.50-сурет).



Сурет 7.50 - Траншеяның биіктік жағдайының дәлдігін тригонометриялық нивелирлеумен бақылау

Сонда:

$$h = d \cdot tgv + V - i, \tag{7.31}$$

мұндағы i - аспаптың биіктігі;

V – рейка бойынша көздеу биіктігі.

Траншеялар мен қазаншұңқырлар түбінің еңісін теодолит, нивелир арқылы немесе нысаналар арқылы бақылауға болады [64].

Операциялық бақылау кезінде геодезиялық (аспаптық) тексеру нәтижелері жұмыстардың жалпы журналында тіркелуі тиіс.

Атқарушы түсірістер. Атқарушы сызбаларды жасау үшін жер асты инженерлік коммуникацияларын түсіру оларды салу процесінде траншеяларды толтырмас бұрын орындалады [74].

Жерасты төсемінің түріне қарамастан құдықтар, каморлар мен люктер, бұрылу бұрыштары, жер асты желісінің осі бойынша тік сызықты учаскелердегі нүктелер кемінде 50 м сайын, коммуникациялар еңістері мен құбырлардың диаметрлерінің өзгеру орындары, қосылу және тармақталу орындары алынады.

Бұл ретте төсемдер, тесіктер саны, құбырлар, құдықтар, арналар материалы, газ қысымы және кәбіл желілеріндегі кернеу туралы мәліметтер жиналуы тиіс.

Жерасты инженерлік желілері блоктар мен тоннельдерде орналасқан кезде олардың бір жағы ғана алынады, ал екінші жағы өлшеу деректері бойынша түсіріледі. Жер асты желілерінің шығулары мен олардың конструкция элементтері бір-бірімен байланысты болуы немесе құрылыстың қатты контурына бақылау өлшеуіштерімен байлануы тиіс.

Траншеямен ашылған, төсемге параллель өтетін немесе өтетін барлық жерасты құрылыстары міндетті түрде түсіруге жатады. Инженерлік коммуникациялардың көрсетілген элементтерін түсірумен бір мезгілде ағымдағы өзгерістердің түсіруі орындалуы тиіс.

Түсірумен қамтылатын жолақтың ені тапсырмамен белгіленеді, бірақ төсемнің осынен 20 м кем болмауы тиіс.

Түсіру келесі әдістердің бірімен жүзеге асырылады: үйлестіру, полярлық, перпендикулярлар мен белгілеутер, мензула.

Планда тораптық құдықтар, бұрылу бұрыштарының төбелері, коммуникациялардың енгізулері және басқа да нүктелер геодезиялық негіздеме пункттеріне немесе құрылыстардың осьтеріне байланыстырылады. Биіктігі бойынша құбыр тегістеледі.

Тік жоспарлау жүргізілмеген аумақтарда (құрылыс алаңдарына жақындау, мұнай-газ кәсіпшілігі учаскелері және т.б.) ұзақ уақыт салынған жерасты желілерін анықтау бойынша ірі ауқымды аэрофототүсіру жақсы нәтиже бере алады. Барлық табылған құдықтар мен желілердің шығуларын алдын ала таңбалайды. Стереоскоп астындағы аэрофотосуреттерді зерттей отырып, жеке байланыс сызықтарын бақылайды. Бұл жағдайда оны ашу белгілері траншеялардың бойындағы шұңқырлар немесе топырақ үйінділері, толтырылған траншеяның топырақ түсінің қоршаған ортадан айырмашылығы, траншея мен жердегі өсімдіктердің айырмашылығы және т.б.

Зауыттық және қалалық жерлерде жер асты коммуникацияларының планын құру үшін, атқарушы құжаттары жоқ жерлерде, шурфтау әдісіне жүгіну тиіс, яғни бір-бірінен белгілі бір қашықтықта терең көлбеу траншеяларды қазу тиіс. Шурфтардың жобасы жер асты желілерінің бетіне табылған шығуларды және қолда бар құжаттаманы ескере отырып жасалады және оларды барлық коммуникацияларды жеткілікті сенімділікпен анықтауға болатындай есеппен орналастырады. Шурфтар (траншеялар) табиғи түрде бөлініп, оларды мұқият қазып, құбырлар мен кабельдерді ашады. Олар сызықтардың бұрылыстарын, ғимараттарға кіруді, бұрылыстарды анықтауға және оларға сипаттама беруге тырысады. Төсеу тереңдігі 1 м асқан кезде, бетіндегі байланыс орны түсіру желісінің пункттеріне немесе құрылымдарға кейіннен байлау үшін тіктеуіш көмегімен бекітіледі. Пландық байланыстыру орны белгілі жармалар бойынша бетіне бекітілген нүктелер арасындағы сызықтық өлшеулермен жүргізіледі. Биіктікті байланыстыру нивелирлеу арқылы орындалады.

Шурфтау әдісі өте қымбат. Алайда, ол жер асты коммуникацияларын олқылықтар мен қателіктерден анықтауға кепілдік бермейді.

Соңғы жылдары жер асты коммуникацияларын анықтау үшін арнайы индуктивті құрылғылар - құбырлар мен кабель іздегіштер кеңінен

қолданылады. Бұл құрылғылар үш негізгі тораптан тұрады: дыбыстық жиілік генераторы, іздеу тізбегі (антенна) және индикаторлық бөлігі (бас телефондары) бар қабылдау құрылғысы, қуат көзі және металл құбырлар мен кабельдік желілердің пландық орналасуы мен тереңдігін анықтауға арналған.

Түсіру дәлдігіне қойылатын талаптар. Байланыстың барлық түрлерін пландық түсірудің дәлдігі шамамен бірдей. Салынған аумақтарда жеке сызықтардың өзара және құрылыстардың іргетастарына қатысты орналасуындағы орташа квадраттық қателікке 0,10 - 0,15 м жол беріледі. Құрылыс салынбаған аумақта және сирек байланыс желісі бар кіреберістерде бұл қателік 0,5 м дейін жетуі мүмкін.

Коммуникацияларды биіктікте түсірудің дәлдігі жобалық белгілер мен еңістерді сақтауға қойылатын талаптарға байланысты. Өздігінен ағатын құбырлар үшін көршілес құдықтардың лотоктарының белгілеріндегі қателікке 5-10 мм артық емес, ал жобалық еңістерден ауытқуға - 0,001 - 0,0005 үлкен диаметрлі құбырлар үшін тең еңістің шамасынан 10-20% дейін жол беріледі. Сондықтан, мұнда биіктіктер геометриялық нивелирлеу арқылы анықталады. Қысымды құбырларда еңістер аз дәлдікпен ұсталады және тригонометриялық нивелирлеуді қолдануға болады. Кабельдік желілерде төсеу тереңдігі жер бетінен қарапайым өлшеу арқылы анықталады.

Өнеркәсіптік және қалалық аумақтарда жер асты желілері 1:500 масштабта алынады, әсіресе қиын жерлерде пландар 1:200 масштабта жасалады.

7.11 Гидротехникалық құрылыстарды жобалау және салу

7.11.1 Гидротехникалық құрылыстарды салу кезіндегі геодезиялық жұмыстардың құрамы

Гидротехникалық құрылыстардың негізгі ерекшелігі және олардың инженерлік құрылыстардың басқа түрлерінен айырмашылығы, оларға күштік (механикалық), физика-химиялық және биологиялық әсер ететін тоқтап тұрған немесе қозғалатын суда болғанда жұмыс істейді (пайдаланылады).

Гидротехникалық құрылыстар бірнеше белгілері бойынша жіктеледі.

Судың қысымын қабылдауына байланысты оларды қысыммен мен қысымсыз деп бөледі. Қысымды құрылымдарда құрылыстың алдындағы су деңгейі әрқашан оның артына қарағанда жоғары болады; бұл деңгей айырмасы қысым деп аталады. Қысымсыз құрылымдарда - құрылыстың алдындағы және оның артындағы су деңгейі бірдей болады.

Өзеннің немесе су қоймасының су деңгейі жоғары қысым құрылымының екінші жағындағы бөлігі жоғарғы бьеф, ал екінші жағында төменгі бьеф деп аталады; кейбір жағдайларда төменгі бьефте су болмауы мүмкін.

Кейбір гидротехникалық құрылыстар су шаруашылығының барлық салаларында, басқалары тек кейбіреулерінде қолданылады. Осыған байланысты олар жалпы және арнайы мақсаттағы құрылымдарға бөлінеді.

Су тораптарын салу кезінде жер және жартас жұмыстарының үлкен көлемі орындалады. Өзен арналары бетон, жер немесе аралас бөгеттермен жабылған. Геодезиялық әдістермен жер жұмыстарын жүргізу кезінде ойықтар, үйінділер, резервтер, үйінділер шекарасының жергілікті жеріне шығарылады, жұмыстарды орындау дәлдігіне қойылатын талаптарды сақтай отырып, планда және биіктігі бойынша қажетті сипаттағы нүктелер бекітіледі (7.3-кесте).

7.3-кесте - Гидротехникалық құрылыстардың негізгі осьтерін жерге шығару кезіндегі шекті ауытқулар

№	Көрсеткіштердің атауы	Мәні
1	2	3
1	Бетон құрылыстарының негізгі осьтерінің айналу және қиылысу нүктелеріндегі бұрыштар,	30
2	Тік сызықты учаскелердегі нүктелердің ерігіштігі: - металл құбырлар мен бетон құрылыстар, - жер құрылыстары, мин	 30 2
3	Негізгі осьтер учаскелерінің ұзындығы	1/4000
4	Негізгі осьтерге (бөгеттер, каналдар және т.б.) қатысты бетон құрылыстарының осьтерін шығару (шлюздер, су жинағыштар, дюкерлер және т.б.): - бұрыштық өлшеулер, мин - сызықтық өлшеулер	 1 1/2000
5	Негізгі осьтердің айналу немесе қиылысу нүктелеріндегі бұрыштар: - металл құбырлар мен бетон құрылыстар, - жер құрылыстары, мин	 15 1
6	Негізгі осьтер арасындағы сызықтардың ұзындығы: - анкерлік тіректердегі металл құбырлар - бетон құрылыстар - жер құрылыстары	 1/8000 1/4000 1/2000
7	Негізгі осьтердің нүктелері бойынша салынатын полигонометрлік (теодолиттік) жүрістердің сызықтық қиыспауышылықтары, м: - металл құбырлар - бетон құрылыстар - құрылыс алаңдарында орналасқан жер құрылыстары - құрылыс алаңдарынан тыс орналасқан жер құрылыстары	 0,5 1,0 2,0 4,0

Құрылысты шығару әдістері талап етілетін дәлдікке және құрылыс алаңының жағдайларына байланысты таңдалады.

Бөлу жұмыстарының ең жауапты бөлігі жылжымалы ысырмаларды, арматуралық қаңқаларды, кран асты колонналарын және басқа элементтерді бағыттаушылар ретінде қызмет ететін салмалы бөлшектерді орнату болып табылады. Төсейтін бөліктерді бөлу және орнату кезінде тіктеуіштер, коллимациялық жазықтық тәсілі, бүйірлік нивелирлеу, оптикалық жобалау қолданылады [64].

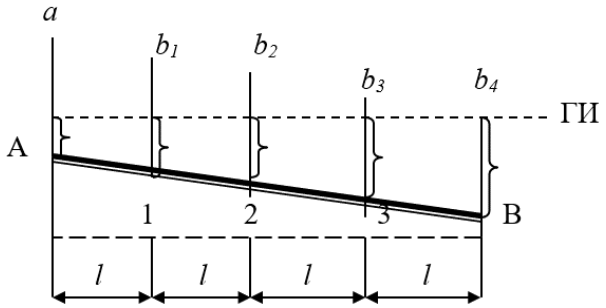
7.12 Практикалық тапсырмалар

1-тапсырма

Егер жұмыс белгілері тиісінше - 1,500 м; 0,340 м тең болса, оныншы және он бірінші қада арасындағы нөлдік жұмыс нүктесінің абсолюттік белгісін есептеңіз. Бұдан басқа мынадай деректер белгілі: қадалар арасындағы қашықтық 100 м; жобалық еңіс 15 ‰; абсолюттік белгі НПК11 =-87,354 м.

2-тапсырма

А нүктесінен В нүктесіне *i* көлбеуі бар сызықты жылжыту тиіс және әр l метр сайын берілген көлбеу бойынша шұңқырларды соғу тиіс, ал А нүктесіндегі рейканың кері есебі белгілі. Берілген еңіске сәйкес келетін В нүктесінде b_1, b_2, b_3 және b_4 қадасындағы рейка бойынша есептемелерді анықтау талап етіледі (7.51-сурет).



Сурет 7.51 - Берілген еңіс сызығын жергілікті жерге көшіру

1 нүктесіндегі сызықтың құлауы l xi болады. 2 нүктесіндегі сызықтың құлауы 2 ℓ x i 2x I және т.б. Суреттен 1 шыңдағы рейканың кері есебі $b_1 = a + l \times i$ тең болуы тиіс.

і көлбеулік және L қашықтығын оқытушы нұсқа бойынша береді (7.4-кесте).

7.4 кесте - Нұсқалар бойынша бастапқы деректер

Нұсқа №	і көлбеулік	ℓ ұзындығы, м	Нұсқа №	і көлбеулік	ℓ ұзындығы, м
1	0,01	15	6	0,06	7
2	0,02	13	7	0,07	5
3	0,03	11	8	0,08	4
4	0,04	10	9	0,09	3
5	0,05	8	10	0,10	2

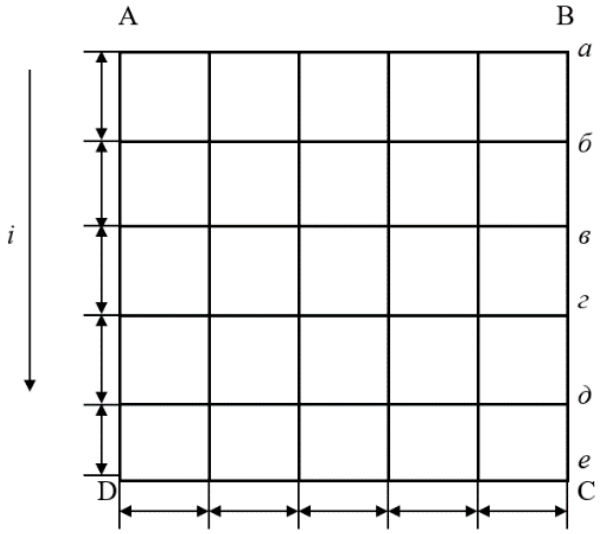
3-тапсырма. Көлемі 10 х 9,5 м АВСД алаңы берілген. Алаң қабырғалары 2 х 2 м квадраттарға бөлінген. Квадраттардың төбелері бағаналармен бекітілген. А бағаналары қатары бойынша рейка бойынша есептеу: 1345, 1360, 1375, 1390, 1405, 1420 мм (7.52-сурет).

б, в, г, d, е қатарлар бағаналарының төбесіндегі рейкалар бойынша есептеулерді АВ алаңының қабырғасынан CD қабырғасына қарай еңіс і құрайтындай етіп анықтау қажет.

Бастапқы деректердің нұсқалары 7.5-кестеде келтірілген.

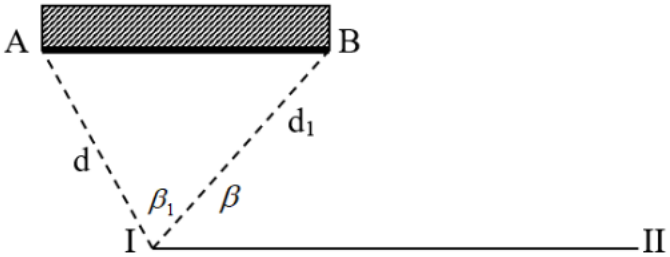
7.5 кесте - Бастапқы деректер

Нұсқа №	і көлбеулік	Нұсқа №	і көлбеулік
1	0,01	6	0,06
2	0,02	7	0,07
3	0,03	8	0,08
4	0,04	9	0,09
5	0,05	10	0,10



Сурет 7.52 - Өнеркәсіптік ғимараттағы еденге көлбеу жазықтықты беру

4-тапсырма. Бір тірек нүктесінен полярлық тәсілмен ғимараттың негізгі осьтерін жерге көшіру үшін деректерді дайындау (7.53-сурет).



Сурет 7.53- Ғимараттың негізгі осьтерін полярлық тәсілмен көшіру

Бастапқы деректер: А және В нүктелерінің координаталары, I, II полигонометриялық жүріс нүктелерінің координаталары.

X_I = 488,577 м $У_I$ = 436,342 м

X_{II} = 478,054 м $У_{II}$ = 559,440 м

X_A = 526,450 м $У_A$ = 415,236 м

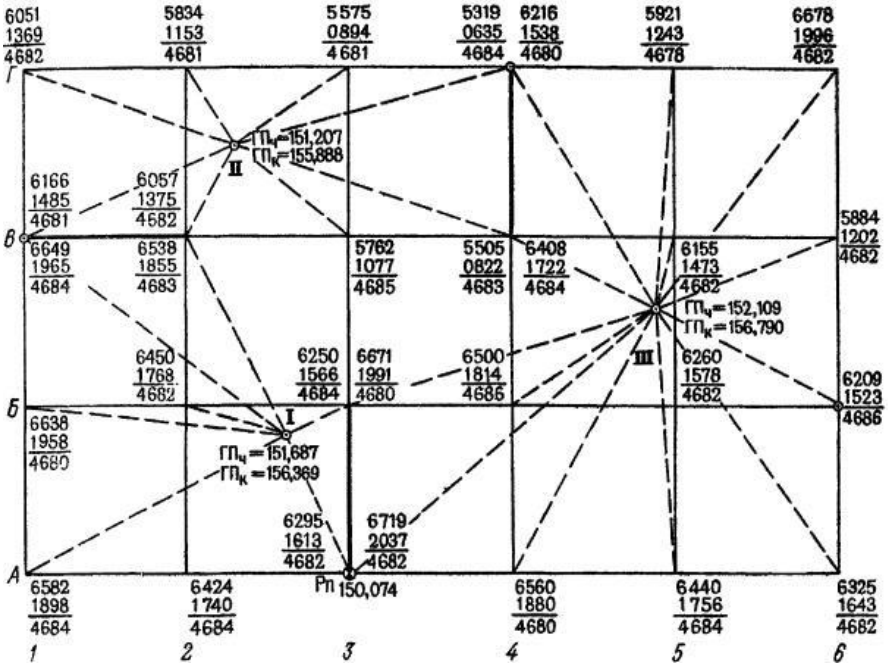
X_B = 524,900 м $У_B$ = 465,652 м

Анықтау қажет: I–A=d, I–b = d1 сызықтарының ұзындығы, I-II сызықтың дирекциондық бұрышы және β және β_1 көлбеу бұрыштары.

Есептің шешілуі кері геодезиялық есептер формулалары арқылы орындалады.

5-тапсырма

Төмендегі сұлбаға (7.54-сурет) сәйкес квадраттар бойынша нивелирлеу нәтижелерін өңдеңіз, көлденең алаңды жобалаңыз және жер жұмыстарының көлемін анықтаңыз.



Сурет 7.54- Квадраттар бойынша нивелирлеу сұлбасы

Өзін-өзі бақылауға арналған сұрақтар

1. Жер бетін квадраттар бойынша нивелирлеу кезіндегі жұмыстың мәні мен мазмұны.
2. Атқарушы түсіріс түсінігі мен мазмұны.
3. Су ағындарындағы су шығынын анықтау әдістері.
4. Жер асты коммуникацияларын салу кезіндегі геодезиялық жұмыстар.
5. Тоннельдерді салу кезіндегі геодезиялық жұмыстар.
6. Өзеннің бойлық профилі қалай жасалады және су қоймасының көлемі қалай анықталады?
7. Құрылыстарды бөлу әдістерін атап өтіңіз.
8. Инженерлік ізденістер өндірісіндегі жұмыс түсінігі, түрлері және құрамы.
9. Геодезиялық жұмыстарда серіктік технологияларды қолданудың артықшылықтарын атап өтіңіз.
10. Қисықтың негізгі нүктелерін және оларды анықтау формулаларын атап өтіңіз.
11. Деформациялардың түрлері және оларды анықтау тәсілдері.

Қысқаша тұжырымдар

Геодезиялық жұмыстар инженерлік құрылымды салудың барлық кезеңдерінде жүргізіледі: ізденіс, жобалау, салу, пайдалану. Жұмыс көлемі, жұмыстың дәлдігіне қойылатын талаптар белгілі бір жұмыс түрін орындау жөніндегі нұсқаулықта сипатталған. Өлшеудің сенімділігі мен дәлдігін бағалау кезінде, ең бастысы - жобаның көрсетілген технологиялық талаптары мен төзімділікке негізделген геодезиялық жұмыстар мен тиісті аспаптар мен жабдықтардың мінсіз әдістемесін таңдау.

Ұсынылатын оқулар мен қосымша дереккөздердің тізімі

1 Карпик А.П., Чешева И.Н., Дмитриев Д.В. Ориентирование подземной геодезической основы: Практикум. – Новосибирск: СГГА, 2000. –31 с.

2 Левчук Г.П., Новак В.Е., Конусов В.Г. Прикладная геодезия: основные методы и принципы инженерно геодезических работ: Учебник для вузов. - М.: Недра, 1981. – 446 с.

3 Инженерная геодезия: Учебник для вузов / Е. Б. Клюшин, М.И.Киселев, Д.Ш.Михелев, В.Д.Фельдман; Под ред. Д. Ш. Михелева. - 4-е изд., испр. - М.: Издательский центр «Академия», 2004. - 480 с.

4 Жуков Б.Н. Геодезический контроль сооружений и оборудования промышленных предприятий: Монография. – Новосибирск: СГГА, 2003. –. 356 с.

5 Жуков Б.Н. Руководство по геодезическому контролю сооружений и оборудования промышленных предприятий при их эксплуатации. – Новосибирск: СГГА, 2004. – 391 с.

6 Геодезические работы при строительстве тоннелей и подземных сооружений. Марфенко С.В. Учебное пособие. - М.: МИИГАиК, 2004, 89 с.

7 СН РК 1.03-03-2018. Геодезические работы в строительстве

Глоссарий

Термин	Анықтама
Абрис	- жағдай мен бедердің элементтері салынған аймақ жоспарының сызбасы
Азимут (жер үсті пәні)	- бақылау нүктесінің меридиан жазықтығы мен осы нүкте арқылы өтетін тік жазықтық пен бақыланатын объект арасындағы бұрыш.
Аэрофотосурет	- фотограмметриялық жұмыс үшін ауданның суреті
Пәнге тұру жері	- диоптрияларды немесе визуалды геодезиялық аспаптардың түтіктерін алыстағы объектінің кез келген нүктесіне бағыттау.
Векторлық сурет	- компьютерлер графикасында объектілер мен кескіндерді (сипаттама форматы) бейнелеу тәсілі, бастапқы нүктелер, сызықтар, сплайндар, Безье қисықтары, шеңберлер мен шеңберлер, көпбұрыштар сияқты примитивтер деп аталатын қарапайым геометриялық объектілерді математикалық сипаттауға негізделген.
Нүктенің биіктігі	- бастапқы нивелир бетінен осы нүктеге дейінгі тік сызық бойымен есептелген арақашықтық. Ажыратыңыз: абсолютті биіктік, салыстырмалы биіктік және басқа биіктіктер.
Геодезия	- Жердің пішіні мен өлшемдерін зерттейтін және Жердің физикалық бетін егжей-тегжейлі зерттеу үшін координаталық жоспар мен биіктік негізін құру мәселелерін зерттейтін ғылым.
Геодезиялық және картографиялық қызмет	- геодезия және картография саласындағы басқару, өндірістік, техникалық және ғылыми қызмет

Бас жоспар	- қаланы дамытудың ғылыми негізделген ұзақ мерзімді жоспары (ескі қалаға қатысты - оны қайта құру және одан әрі дамыту) немесе кез-келген басқа елді мекен аумақтық жоспарлаудың негізгі құжаттарының бірі болып табылады.
Геодезиялық бөлу жұмыстары	- сипаттамалық нүктелерді, мысалы, құрылыс осьтерін немесе сызықтарын суреттен табиғатқа ауыстыру. Бөлінудің мақсаты - жобаны қағаздан далаға дәл беру.
Геоақпараттық жүйелер	- функциялары кеңістіктік-уақыттық деректерді жинау, сақтау, интеграциялау, талдау және графикалық интерпретациялау болып табылатын автоматтандырылған жүйелер.
Көлбеулер (изогипстер)	- барлық нүктелерінің биіктігі бірдей тұйық және тұйық емес қисық сызықтар (бедердік пландарда немесе карталарда бейнеленген). Контур сызықтарының биіктіктері бедер қимасы биіктігінің еселіктері болып табылады.
Гринвич меридианы	- Англиядағы Гринвич обсерваториясы арқылы өтетін астрономиялық меридиан. Гринвич меридианы нөл ретінде қабылданады (бойлықтардың бастауы ретінде).
Қашықтық анықтағыш	- объектілерге дейінгі арақашықтықты жанама түрде өлшеуге арналған құрылғы.
Шифрды ашу	- жердегі тиісті заттармен аэрофототүсірудегі заттарды тану процесі
Алқаптық журналдар	- алқапта (өндіріс орнында) жүргізілген геодезиялық бақылаулардың нәтижелері енгізілетін алғашқы құжат. Алқаптық журналда геодезиялық бақылаудың әр нүктесіндегі күн, уақыт және жұмыс шарттары көрсетіледі.
Скатты салу	- бедердің жоспарындағы көршілес контурлар арасындағы қашықтық.
Зенит	- бақылаушының басынан жоғары қиялдағы аспан сферасымен тік сызықтың қиылысуының жоғарғы нүктесі.

Өлшемдер тең	- бірдей дәлдіктегі өлшеу құралдарымен бірдей жағдайларда бірдей сақтықпен жасалған кез-келген мөлшердегі өлшеулер сериясы.
Өлшемдер тең емес	- дәлдігі бойынша және (немесе) әр түрлі жағдайда ерекшеленетін өлшеу құралдарымен орындалатын кез-келген шаманы өлшеу сериясы.
Атқарушы геодезиялық құжаттама (ИГД)	- құрылыс жұмыстарының инспекциялық куәліктері мен ғимараттар мен құрылыстардың құрылымдық элементтеріне, инженерлік-техникалық қолдау желілерінің учаскелеріне арналған атқарушы схемаларға арналған құжаттама жиынтығы.
Атқарушылық құжаттама (ИД)	- жобалық шешімдердің нақты орындалуын және күрделі құрылыс объектілері мен олардың элементтерінің нақты жағдайын бейнелейтін мәтіндік және графикалық материалдардан тұратын құрылыс құжаттамасы.
Атқарушылық схемалар	- жұмыс сызбаларына сәйкес факт бойынша орындалған құрылыс-монтаж жұмыстарының сәйкестігі туралы жазулары бар суреттер жиынтығы.
Атқарушылық түсіру	- құрылыс кезеңінің бастапқыда жобаланған параметрлерге сәйкестігін растау немесе олардың арасындағы сәйкессіздіктерді анықтау мақсатында жүргізілген жоғары дәлдіктегі инженерлік-геодезиялық зерттеулер.
Карта	- қысқартылған, жалпыланған және белгілі бір математикалық заңдарға сәйкес салынған (математикалық проекциялар заңдары) жер бетінің жазықтықтағы бейнесі. Масштаб әр түрлі нүктелерде әр түрлі болады.
Нөлдік жұмыс желісі	- жоспарланған аумақтың топырағын толтыру мен кесу арасындағы шекара. Бұл жұмыс белгілерінің нөлдік мәндері негізінде салынған көп сызықтар.
Меридиан геодезиялық	- жер бетіндегі шартты сызық, оның барлық нүктелері бірдей бойлыққа ие, Гринвич меридианынан өлшенеді.

Меридиан магнитті	- Жердің магнит өрісінің күш сызығының көлбеу проекциясымен сәйкес келетін жер бетіндегі шартты сызық.
Метрология	- өлшемдер туралы ғылым, олардың бірлігін қамтамасыз ету әдістері мен құралдары және қажетті дәлдікке жету жолдары. Грек тілінен аударғанда «метрология» шаралар туралы ілімді білдіреді.
Сәйкессіздік	- есептелген шамалар функциясының есептік мәнінің оның теориялық мәнімен сәйкессіздігі (сәйкессіздік, ауытқу). Координаталар өсулерінің сәйкессіздіктерін, биіктіктерді және бұрыштық сәйкессіздіктерді ажыратыңыз.
Нивелир	- нивелирлеуге арналған геодезиялық құрылғы.
Нивелирлеу	- жер бетіндегі нүктелердің биіктіктері мен биіктігін бастапқы нүктеге қатысты анықтау («нөлдік биіктіктер»).
Нормативтік-техникалық база	- адам қызметінің әр түрлі түрлерін және оның нәтижелерін реттейтін тұтынушылардың кең шеңберіне қол жетімді ресми құжаттар.
Нөл – нивелир пункті	- сұйықтық нивелиріндегі ампуланың жоғарғы бөлігінің ортасындағы көпіршіктің орналасуын бекітетін нивелир белгісі.
Сызықтық бағдар	- берілген бастапқы бағытқа қатысты тік бағытын анықтау.
Сәйкестендіру (жоспарланған және биік)	- жерде және аэрофотосуретте жақсы анықталатын жердегі белгі және аэрофототүсірудегі нүкте.
Негізгі шекаралық желі (ОМС)	- жерге орналастыру, мемлекеттік жер кадастрын жүргізу және жерді бақылау, жерге орналастыру, әкімшілік-аумақтық шекараларды белгілеу және нақтылау және басқа мәселелерді шешуге арналған геодезиялық желі .

Құрылыс осьтері - сызықтық құрылымдардың осьтері (жолдар, каналдар, бөгеттер, көпірлер және т.б.) осы құрылымдардың бойлық осьтері ретінде қызмет етеді. Өнеркәсіптік және азаматтық құрылыста ғимараттардың симметрия осьтері негізгі осьтер ретінде алынады. Олардың негізгілері - ғимараттар мен құрылыстардың пішіні мен өлшемдерін анықтайтын осьтер. Аралық немесе егжей-тегжейлі осьтер - бұл ғимараттар мен құрылыстардың жеке элементтерінің осьтері.

Қада - берілген аралықты бекітуге арналған іздеу нүктесі. Жолды нивелирлеу кезінде қада оларға тақтайшалар орнату үшін қолданылады. Қада жолдың осі бойымен әр 100 м сайын (ереже бойынша), ал қалашық аумағында жиі - 40, 20 және 10 м орнатылады.

Пикетаж - маршрут нүктелерінің орнына белгілеу және бекіту жүйесі. Ұпайлар жолдың бастапқы нүктесінен бастап ПК0 деп белгіленеді (нөлдік станция), және оны маршрут бойынша өсу ретімен жалғастырады (ПК1, ПК2 және т.б.).

Жергілікті жер жоспары - оның жердегі кішігірім аудандарының кішірейтілген және ұқсас бейнесі. Планның масштабы барлық нүктелерде бірдей.

Жолдың жоспары - берілген өлшемдер жолағы үшін берілген масштабта маршрут бойымен салынған бедердің көлбеу проекциясы.

Тексеру - өлшеу құралдарының қателіктерін бағалау және олардың қолдануға жарамдылығын анықтау мақсатында орындалатын операциялар жиынтығы.

Нивелир беті - тік сызықтарды барлық нүктелерден тік бұрыштармен қиып өтетін бет. Нивелир беттері беттердің шексіз үлкен жанұясын құрайды. Геоид Жердің негізгі нивелирлік беті ретінде алынады.

Дәлсіздіктер - нәтижелерге енгізілген ауытқулар (қателер).

Полигонометрия - барлық қырлары мен бұрыштары есептелетін көпбұрыш түрінде геодезия торын құру әдісі.

Түзету - берілген шарттарда сенімді нәтиже алу үшін есептелген мәнмен алгебралық түрде жинақталған кейбір аз мәндер.

Растрлық сурет - пиксельдер торы (мозаика) болып табылатын кескін - монитордағы, қағаздағы және басқа бейнелеу құрылғыларындағы түрлі-түсті нүктелер (әдетте тікбұрышты).

Рекогносцировка - нақтылау мақсатында бедерн тексеру және түсіру: далалық геодезиялық жұмыстарды жүргізу жобасы, геодезиялық негіздеу нүктелерінің орналасуы, көршілес нүктелер арасындағы өзара көріну және өлшеу жүргізу шарттары.

Бедер - пішіні, мөлшері, шығу тегі мен жасы әртүрлі, дөңес және ойыс пішіндерден тұратын табиғи бұзылыстар жиынтығы (жер, су қоймаларының түбі, теңіздер мен мұхиттар).

Құрылыстағы нұсқаулық құжаты (РДС) - құрылыс қызметіне байланысты стандарттау объектілерінің ережелерін, жалпы принциптері мен сипаттамаларын қамтитын нормативтік құжат.

Жарықты алыстан анықтаушылар - құрылымдарды салу және пайдалану кезінде қашықтықты өлшеуге, геодезиялық негіздерді, орын ауыстырулар мен деформацияларды өлшеуге арналған электр-оптикалық жарық диапазонының дәл немесе жоғары дәлдіктегі диапазоны. Аралық бойынша олар бөлінеді: үлкен - 30 -50 км дейін, орташа - 15 км дейін және кіші - 2 км дейін.

Жіптер торы - телескопиялық геодезиялық аспаптың түтігінің объективімен берілген кескін жазықтығында орналасқан, көру осьін белгілеуге және оны бақыланатын объектілердің кескініне бағыттап жіптердің қиылысын нысанға бағыттау арқылы қызмет ететін штрихтар жүйесі.

Геодезиялық желі - позициясы жоспар мен биіктікке байланысты анықталатын, жер бетіндегі арнайы белгілермен және орталықтармен бекітілген нүктелер жүйесі.

Ережелер жинағы (ЕЖ)	- техникалық регламенттердің талаптарына сәйкестігін қамтамасыз ететін процестердің ережелерін қамтитын мемлекеттік орган бекіткен құрылыс ережесі.
Құрылыс нормалары (ҚН)	- құрылыс қызметін жүзеге асыруды реттейтін стандарттарды қамтитын мемлекеттік орган бекіткен нормативтік құжат.
Құрылыс нормативтік құжаттар	- жобалық-сметалық құжаттаманы дайындау мен құрылыс жұмыстарының барлық түрлерін жүзеге асырудың негізгі ережелерін реттейтін қажетті стандарттар мен ережелер жиынтығын қамтитын құжаттама түрі.
Құрылыс өндірісі	- ғимараттар мен құрылыстар салу процесінде дайындық және негізгі құрылыс-монтаж жұмыстары кешенін орындау.
Техникалық жоба	- өнімнің соңғы жобалық шешімдерін қамтитын техникалық құжаттар жиынтығы (жүйе, жұмыс жоспары).
Техникалық есеп	- инженерлік-геодезиялық жұмыстардың нәтижелері туралы мәтіндік және графикалық ақпаратты қамтитын есеп.
Техникалық тапсырма	- инженерлік-геодезиялық жұмыстарды өндіруге қойылатын талаптар жиынтығын қарастыратын және тапсырыс беруші де, пайдаланушы да, жүйенің мердігері / өндірушісі де мақұлдаған техникалық құжат (спецификация).
Техникалық қадағалау	- материалдардың белгіленген құны мен көлемімен белгіленген мерзімде, жобаның сапалы орындалуын қамтамасыз ету мақсатында жүргізілген тексеру жұмыстарының жиынтығы.
Топография	- жер бетін зерттеуге және оны пландар мен карталарда бейнелеуге арналған геодезия бөлімі.
Триангуляция	- геодезиялық торды іргелес үшбұрыш түрінде салу әдісі, онда кем дегенде бір қабырғасының барлық бұрыштары мен ұзындығы өлшенеді.

Нивелир	- геодезиялық аспаптың (немесе оның жекелеген түйіндерінің) күй сызығына қатысты орналасуын анықтауға арналған құрылғы.
Тік бұрыш	- тік жазықтықтағы бұрыш. Тік бұрыш теодолиттің көкжиекқа қатысты көлбеу бұрышымен өлшенеді.
Иілім бұрышы	- жазықтықта түзілген диедралды бұрыштың шамасын білдіретін көлбеу жазықтықтағы тегіс бұрыш тік сызық арқылы өтетін.
Ниверлеу бұрышы	- көру сызығы мен көлбеу жазықтықтан пайда болған бұрыш.
Нивелирлеу жүрісі	- бедерндегі нүктелер жүйесі, ол арқылы нивелирлеу дәйекті түрде орындалады. Бұрылыстың басында және соңында дәлдік класы жоғары нүктелер геодезиялық бастапқы нүктелердің нүктелері ретінде алынады. Нивелирлік жүрістің ұзындығы және оның дәлдігі «Нивелирлеу нұсқауларымен» реттеледі.
Жердің сандық моделі	- геоақпараттық технологияларды қолдана отырып құрастырылған жер бедері моделі.
Аспапты туралау	- аспаптың сынған геометриялық сызбасын қалпына келтіру үшін геодезиялық аспаптың жеке бөліктерінің өзара орналасуын түзету. Құрылғы түзету бұрандаларының көмегімен реттеледі.
Global Navigation Satellite System (GNSS)	автономды геокеңістіктік орналасуды қамтамасыз ететін серіктерді қолданатын жүйе.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Маслов А.В., Гладилина Е.Ф., Костык В.А. Геодезия: учеб. для техникумов. – Н., 1986. – 416 с.

2. Научно-практический журнал. Земельные ресурсы Казахстана - 2005. – №2 (29)

3. Астахова И.А. Геодезия: учебное методическое пособие – Майкоп, 2016. – 71 с.

4. Кабарцова З.М. Геодезия: учебник – Владивосток, 2002. – 83 с.

5. Ориентирование линии: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://multiurok.ru/files/gieodieziia-liektsiia-na-tiemu-riel-ief-iegho-izobrazhieniie-na-kartakh-i-planakh.html (дата обращения: 10.07.2020)

6. Глинский С.П., Гречанинова Г.И., Данилевич В.М., Гвоздева В.А., Кощеев А.М., Морозов Б.Н. Геодезия: учебное пособие для техникумов. – М.: Г35 Картгеоцентр – Геодезиздат, 1995. – 483 с.

7. Новиков В.И., Рассада А.Б. Основы геодезии и картографии: учебное пособие – С., 2007. – 5 с.

8. Климахина М.В., Мацыганова Е.В. Геодезия: методические указания по дисциплине – М., 2016. – 98 с.

9. Метод измерения углов: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://topography.ltsu.org/geodezy/g16.html (дата обращения: 10.07.2020)

10. Измерение расстояний: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://multiurok.ru/files/lektsiia-na-temu-uglovye-i-lineinye-izmereniia-s-p.html (дата обращения: 10.07.2020)

11. Ермаков В.С., Михаленко Е.Б., Загрядская Н.Н., Биляев Н.Д., Духовский Ф.Н. Инженерная геодезия. Геодезические сети: учебное пособие – Изд-во СПбГПУ, 2003. – 40 с.

12. Поверки и юстировки нивелира: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://einsteins.ru/subjects/inzhenernaya-geodeziya/teoriya-inzhenernaya-geodeziya/poverki-i-yustirovki-nivelira-n-3 (дата обращения: 10.07.2020)

13. Устройство нивелира Н-3: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studref.com/326235/stroitelstvo/niveliry_ustroystvo (дата обращения: 10.07.2020)

14. Петрушин А.Г. Исследование и совершенствование методики высокоточного нивелирования с применением цифровых нивелиров – 2013 – 10 с.

15. Устройство электронного тахеометра: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://geostart.ru/post/152 (дата обращения: 10.07.2020)

16. Черкас Л.А. Инженерная геодезия: методические рекомендации – Гродно: ГрГУ, 2009. – 79 с.

17. Маслов А.В., Гордеев А.В., Батраков Ю.Г. Геодезия: учебное пособие для вузов. – Н., 1980. – 616 с.

18. Явид П.П., Искрицкая А.О. Топографическое черчение: практикум для студентов – М: БНТУ, 2016. – 45 с.

19. Бондаренко А.М., Качанова Л.С., Головко А.Н., Скворцов В.П. Топографическое черчение: методические указания и задания для контрольных работ – З.: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2018. – 105 с.

20. Кузнецов О.Ф., Астрономо-геодезические определения: методические указания по выполнению УПР студентов – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2018 – 39 с.

21. Астрономический азимут: Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.bygeo.ru/materialy/piatyi_kurs/tehnicheskaya-podgotovka/2654-proizvodstvo-astronomicheskih-vychisleniy-opredelenie-azimuta.html (дата обращения: 10.07.2020)

22. Ассур В.Л., Муравин М.М. Руководство по летней геодезической и топографической практике, Недра: 1983 – 326 с.

23. Трилатериация: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://geodesy-bases.ru/opredelenie-pryamougolnyx-koordinat-tochek/ponyatie-o-trilateracii (дата обращения: 10.07.2020)

24. Полигонометрия: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.armig.org/polygonometry.htm (дата обращения: 10.07.2020)

25. Карпик А.П., Ливицкий Д.В., Комиссарова Е.В., Утробина Е.С., Писарев В.С. Топографическое черчение: учебное методическое пособие – Н., «СГГА», 2009. – 77 с.

26. Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500, ГКИНП (ГНТА)–02–028–09, Обязательное для всех предприятий, организаций и учреждений, выполняющих топографо-геодезические и картографические работы, независимо от их ведомственной принадлежности, Астана, 2009. - 134 с.

27. Ассур В.Л., Филатов А.М. Практикум по геодезии: Учебное пособие для техникумов. - М.: Недра, 1985. - 385 с.

28. Карлович М.Ф., Учебно-методический комплекс Дешифрирование аэроснимков, Минск, БНТУ, 2017

29. Фотограмметрия и дистанционное зондирование территорий Методическое пособие к лабораторной работе «Расчет плановой

аэрофотосъемки участка местности и подготовка рабочей карты для ее выполнения» Пермь. ФГОУ ВПО «Пермская ГСХА», 2009

30. Цифровая модель местности, Ащеулов А.К., Методическая разработка. - Семей, 2005.

31. Куштин И.Ф. Геодезия: обработка результатов измерений: Учебное пособие. - М.: ИКЦ «МарТ», 2006. - 288 с.

32. Инженерная геодезия. Геодезические разбивочные работы / Учеб. пособие/ Е.Б. Михаленко, Н.Д. Беляев, В.В. Вилькевич, Ф.Н. Духовской, Н.Н. Загрядская, А.А. Смирнов. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2007.- 67 с.

33. Клюшин Е.Б., Михелев Д.Ш. Инженерная геодезия: Учеб для техникумо. -М: Недра, 1990. - 264 с.

34. СН РК Геодезические работы в строительстве СН РК 1.03-03-2013 29.12.2014 № 156-НҚ с 1 июля 2015 года

35. Инженерная геодезия. Решение основных инженерных задач на планах и картах: Учеб. пособие / Е.Б. Михаленко, Н.Н. Загрядская, Н.Д. Беляев и др. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2006. - 105 с.

36. Марфенко С.В. Геодезические работы при строительстве промышленных сооружений. Учебное пособие. - М.: МИИГАиК, 2004, с.

37. Жуков Б.Н. Геодезические работы при строительстве и эксплуатации промышленного предприятия: Методические указания. - Новосибирск: СГГА, 2000 - 43 с.

38. Инженерная геодезия. Учеб для вузов/Е.Б. Клюшин, М.И. Киселев, Д.Ш. Михелев, В.Д. Фельдман; Под ред. Д.Ш. Михелева, - 3-е изд. испр. – М.: Высш. шк., 2002.- 464 с.

39. Система проектной документации для строительства. Условные графические изображения элементов зданий, сооружений и конструкций / ГОСТ 21.201-2011

40. Брилинг Н.С., Евсеев Ю.П., Задания по черчению: Учеб пособие для техникумов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 2014. - 256 с.; ил.

41. Геоинформационные системы (ГИС) в геодезии и картографии, Серова Ю.И. Молодой исследователь Дона, 5(14) 2018

42. Геодезические программы: виды и назначение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://geostart.ru/post/309 (дата обращения: 10.07.2020)

43. Геоинформационные системы: учебное пособие / Р.В. Ковин, Н.Г. Марков. - Томск: Изд-во Томск.политех. унив., 2008. - 175 с.

44. Проектирование общего оформления общегеографических и тематических карт, методическое пособие, Хохрякова А.А., Шевченко О.А.- Семей, 2008

45. Профессиональный стандарт «Геодезия и картография» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://tengrinews.kz/zakon/pravitelstvo_respubliki_kazahstan_premer_ministr_rk/ohrana_i_ispolzovanie_zemel/id-V1500010739/ (дата обращения: 10.07.2020)

46. Труд, трудовые отношения и их роль в системе управления предприятием [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://articlekz.com/article/13346 (дата обращения: 10.07.2020)

47. Закон Республики Казахстан от 3 июля 2002 года № 332-II О геодезии и картографии (с изменениями и дополнениями по состоянию на 06.05.2020 г.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://online.zakon.kz/document/?doc_id=1032001#pos=5;-108 (дата обращения: 10.07.2020)

48. Комитет геодезии и картографии Министерства цифрового развития, инноваций и аэрокосмической промышленности Республики Казахстан [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.gov.kz/memleket/entities/kgk/activities/132?lang=ru (дата обращения: 10.07.2020)

49. Тема 3 Организация, управление и технология производства. Основные принципы организации работ. Специфические особенности производства работ. Основные виды работ [Электронный ресурс]. – Режим доступа:http://lib.kstu.kz:8300/tb/books/2017/MDiG/Besimbaeva/teory/%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%B0%203.htm (дата обращения: 10.07.2020)

50. Земельный кодекс Республики Казахстан от 20 июня 2003 года № 442-II (с изменениями и дополнениями по состоянию на 14.07.2020 г.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://online.zakon.kz/document/?doc_id=1040583#pos=2899;-10 (дата обращения: 10.07.2020)

51. Инструкция по составлению технических проектов и смет на производство топографо-геодезических работ. - Астана, 2009. - 83 с.

52. СЦИ РК 8.03-04-2016. Инженерно-геодезические изыскания

53. СП РК 1.02-105-2014. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения

54. СН РК 1.02-02-2008. Инженерно-геодезические изыскания для строительства Общие правила выполнения работ

55. СТ РК 2.0-2018 Государственная система обеспечения единства измерений Республики Казахстан

56. Закон Республики Казахстан от 9 ноября 2004 года № 603-II «О техническом регулировании» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 16.04.2019 г.)

57. Закон Республики Казахстан «Об обеспечении единства измерений» от 7 июля 2000 года «53- II с изменениями и дополнениями по состоянию на 16.04.2019 г.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://online.zakon.kz/document/?doc_id=1018417 (дата обращения: 10.07.20)

58. Спиридонов А.И., Кулагин Ю.Н., Кузьмин М.В. Поверка геодезических приборов. – М.: Недра, 1981. – 159 с.

59. Спиридонов А.И. Основы геодезической метрологии. - М.: - Геодезиздат, 2003. – 248 с.

60. Классификация подземных горных выработок [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://rosmining.ru/wp-content/uploads/2014/11/ Классификация-подземных-горных-выработок.pdf (дата обращения: 10.07.20)

61. Рекомендации по инженерно-геологическим изысканиям для подземного гражданского и промышленного строительства, М.: Стройиздат, 1987

62. Лебедев Н.Н., Новак В.Е., Левчук Г.П. и др. Практикум по курсу прикладной геодезии. - М.: Недра, 1977. – 384 с.

63. Инженерно-геологическая съемка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.mining-enc.ru/i/inzhenerno-geologicheskaya-semka/ (дата обращения: 10.07.2020)

64. Левчук Г.П., Новак В.Е., Конусов В.Г. Прикладная геодезия: основные методы и принципы инженерно-геодезических работ: Учебник для вузов. - М.: Недра, 1981. – 446 с.

65. Инженерная геодезия: Учебник для вузов / Е. Б. Клюшин, М.И. Киселев, Д.Ш. Михелев, В.Д. Фельдман/ Под ред. Д. Ш. Михелева. - 4-е изд., испр. - М.: Издательский центр «Академия», 2004. - 480 с.

66. Геодезические работы при проектировании МНГП [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://portal.tpu.ru/SHARED/a/ANTROPOVA/UMKD/Tab1/Konspekt_Geodezicheskoe_proektirovanie.pdf (дата обращения: 10.07.2020)

67. Кузьминский Р.А. Гидрология, гидрометрия и гидротехнические сооружения: Уч. пос. – М.: РГОТУПС, 2008 – 262 с.

68. Масумов Р.Р. Методы измерения расхода воды на реках и каналах, в напорных трубопроводах насосных станций и оросительных систем. Обзор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.cawater-info.net/library/rus/watlib/watlib-11-2015.pdf (дата обращения: 10.07.2020)

69. Хаметов Т.И. Геодезическое обеспечение проектирования, строительства и эксплуатации зданий, сооружений: учеб. пособие / Т.И. Хаметов. – Пенза: ПГУАС, 2013. – 286 с.

70. Пример вычисления объема водохранилища [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.conatem.ru/geodeziya/primer-vychislenij-obema-vodoxranilishha.html (дата обращения: 10.07.2020)

71. Геодезическое обеспечение при строительстве мостовых переездов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studref.com/435691/stroitelstvo/geodezicheskoe_obespechenie_stroitelstve_mostovyh_pereezdov (дата обращения: 10.07.2020)

72. Жуков Б.Н. Геодезический контроль сооружений и оборудования промышленных предприятий: Монография. – Новосибирск: СГГА, 2003. –. 356 с.

73. Жуков Б.Н. Руководство по геодезическому контролю сооружений и оборудования промышленных предприятий при их эксплуатации. –. Новосибирск: СГГА, 2004. – 391 с.

74. Визгин А.А., Ганьшин В.Н., Коугия В.А., Купчинов И.И., Хренов Л.С. Инженерная геодезия – М.: Высшая школа, 1985

75. Исполнительная документация в строительстве. Справочное пособие. Санкт-Петербург, 2011

76. РДС РК 1.03-01-2018. Геодезическая служба и организация геодезических работ в строительстве

77. ГОСТ Р 51872-2019. Документация исполнительная геодезическая. Правила выполнения

78. Уставич Г.А. Геодезия. В 2-х кн. Кн. 2: учебник для вузов /Г.А. Уставич. – Новосибирск: СГГА, 2014. – 536 с.

79. Антонович К.М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии [Текст]. В 2 т. Т. 1. Монография / К.М. Антонович; ГОУ ВПО «Сибирская государственная геодезическая академия». – М.: ФГУП «Картгеоцентр», 2006. - 334 с.

80 Информационно-аналитический центр координатно-временного и навигационного обеспечения. Прикладной потребительский центр ГЛОНАСС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.glonass-iac.ru/guide/index.php (дата обращения: 10.07.2020)

81 Геодезические работы при строительстве тоннелей и подземных сооружений. Марфенко С.В. Учебное пособие. - М.: МИИГАиК, 2004. - 89 с.

82 Проходческий щит: самое важное и интересное [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

https://www.arkronix.ru/blog/prokhodcheskiy_shchit_samoe_vazhnoe_i_interesnoe/ (дата обращения: 10.07.2020)

83 Карпик А.П., Чешева И.Н., Дмитриев Д.В. Ориентирование подземной геодезической основы: Практикум. – Новосибирск: СГГА, 2000. –31 с.

84 СН РК 1.03-03-2018. Геодезические работы в строительстве.