**Лекция 15.**

**Тақырып: Түсірістің автоматтандырылған әдістері. Қорытынды.**

*Лекция жоспары:*

*15.1 Топографиялық түсірістің автоматтандырылған әдістері туралы жалпы түсінік.*

*15.2 Электрондық тахеометриялық түсіріс туралы түсінік.*

*15.3 Позициялаудың серіктестік жүйелері.*

*Қорытынды*.

**15.1 Топографиялық түсірістің автоматтандырылған әдістері туралы жалпы түсінік**.

 Топографиялық-геодезиялық ақпаратты алғашқы өңдеу және жинау жүйесінің жаңа тәсілдерін геодезиялық тәжірибеге енгізу топографиялық түсіріс жұмыстарын автоматтандыру процесін қамтамасыздандырады. Соның ішінде динамикалық топографиялық пен лазерлі-параллактикалық жүйелерді, электрондық тахеометрия мен өзі тұрған жерін анықтаудың немесе позициялау (позиционирования) серіктестік жүйесі ерекше ажыратылады.

 Динамикалық топографиялық жүйелер, жоспарлы координаталары ұзындық қиылыстыру (линейными засечками) әдісімен анықталатын, ал биіктігі лазелі жазықтықты пайдалана отырып геометриялық нивелирлеу әдісімен өлшенетін үздіксіз ауысып отыратын нысанды (визирной цели) пайдалануға негізденген. Мұндай жүйенің мысалы ретінде *автоматтаныдырылған топографиялық операциялық жүйе* (*автоматизированная топографическая операционная система* (АТОС) қарастыруға болады. Бүл жүйе жер бедері қимасының биіктігі 0,5 м, 1:2000 масштабтағы түсірісті орындауға арналған.

 АТОС дала кешені машинада орнатылған, оның құрамында тіреу лазерлік жазықтықтағы базасындағы биіктік-өлшеуіш, РДГВ типтегі 4 геодезиялық радио қашықтық-өлшеуіш және ақапаратты жартылай автоматтандырылған регистратор кіреді. Биіктік-өлшеуіш автомобильде орнатылатын фотоқабылдағыш рейка мен күшейту бөлігі (блок усилителя), түсіріс тіреу нүктелерінде орналастыратын лазерлік жазықтықты сәуле-шығарғыштан тұрады. Төрт радио қашықтық-өлшеуіштің екеуі автомобильде, екеуі түсіріс тіреу нүктелерінде орналастырылады, мұндай жағдай пикеттердің жоспарлы координаталарын кері ұзындық қиылыстыру (обратной линейной засечкой) тәсілімен анықтауға мүмкіндік беретін екі каналды жүйені қалыптастырады.

 Түсіріс барысында автомобиль доға бойынша жүреді, әрі радио қашықтық-өлшеуіштерідің жармалары (створы) 90° жақын бұрышпен қийылысу керек. Пикеттер, бір-бірінен 15 - 30 м қашықтықта шоғырлас доғалар (концентрическим дугам) бойынша 15 м сайын анықталады. Қозғалыстағы пикеттердің жоспарлы орнын анықтау дәльдігі 0,5 м (тоқтаған жағдайда - 0,13 м), биіктіктің дәльдігі 3,3 см.

 Дала жағдайында алынған ақпаратты тіркеу, өңдеу және сақтау үшін қазіргі ақпарат тіркеушілер микропроцессор, мәліметті еңгізуге арналған клавиатура, есептеуіш және жинақтаушыдан тұрады.

 **Лазерлі-параллактикалық жүйелер** лазерлік жазықтықты жасау принципін қолджанады. Хабарлағыш құрылғы (передающее устройство) горизонтальдық және көлбеу шоқ сәуле (наклонные пучки) қалыптастыратын айналма бастиегімен (с вращающей головкой) лазерлік таратқышты (лазерный передатчик) және радиотаратқышты қамтиды. Қабылдағыш құрылғы, телескоптық қарнақта (телескопическая штанга) орнатылған айналмалы шолу объектіві бар фотоқабылдағыш және онда бекітілген радиоқабылдағыш пен есептеу құрылғыдан (вычислительное устройство) тұрады. Хабарлағыш құрылғы тұрған станциясында, ал қабылдағыш құрылғы пикеттерде орнатылады.

 Пикеттердің биіктігі горизонтальдық сәуле бойынша есепті фотоқабылдағышпен тіркеу арқылы, ал ара қашықтықты горизонтальдық және көлбеу шоқ сәулемен құрастырылған параллактикалық бұрышты пайдалану арқылы анықталады. Айналма бастиегінің бұрылу бұрышы туралы ақпарат қабылдағыш құрылғының радиқабылдағышымен қабылданады. Пикеттердің координаталары есептелініп есептеу құрылғының дисплейінді көрсетіледі және тіркеледі.

 Түсірістің мұндай тәсілдері тек ашық жергілікті жерде ғана қолдануға болады. Бүл тәсілге салыстырғанда электрондық тахеометрия тәсілі универсалды болып табылады.

**15.2 Электрондық тахеометриялық түсіріс**.

 **Электрондық тахеометрия**. Бұрыштық және сызықтық өлшеулерді автоматтандырудың алғашқы кезеңі бір-біріне ерекше жүргізілді, алғаш сызықтық өлшеулер автоматтандырылған (радио және жарық қашықтық-өлшеуіштер). Кейін бұл бағыт бұрышөлшеуіш және қашықтықөлшеуіш кешендерін жасау жолымен дамыды, ол жарық қашықтық-өлшеуішті оптикалық теодолитке бекіту түрінде болды. Дала жағдайында есептеу үшін бағдарламалық микрокалькулятор қолданылды. Бір аспапта жарық қашықтық-өлшеуіш, теодолит және есептеу құрылғыны қатар қолданылатын электронды-оптикалық тахеометрлер геодезиялық өлшеу жұмыстарын автоматтандырудың келесі қадамы болды.

Қазіргі электрондық тахеометрлер электрондық теодолит, жарық қашықтық-өлшеуіш және қолданбалы бағдарламалар пакетімен ақпаратты тіркеуіші микроЭЕМ, яғни жадтың модулін қамтиды. Асапаптың жұмысын басқару үшін мәлімет енгізу және басқару сигналдарға арналған басқару клавиатурасы қызмет атқарады. Өлшеу нәтижелері дисплейге шығады және автоматтық түрде жад картасына енгізіледі (тіркеледі). Жиналған ақпаратты компьютерге хабарландыру жад картасынан тікелей немесе интерфейстік кабельдің көмегімен тахеометрді компьютермен біріктіру арқылы орындалады.

 Негізінде электрондық тахеометриялық түсіріс жасау тәртәбі оптикалық тахеометрлермен бірдей. Электрондық тахеометрді түсіргі станциясында жұмыс жасау жағдайына орнатылады; пикеттік нүктелерде шағылдырғышы бар аранайы қазықтарды (вешка) дәйекті (ізбе-ізділікпен - последовательно) түрде орнатылады, бұл қазықтарға нысаналауда ара қашықтық, горизонтальдық және вертикальдық бұрыштарды автоматтық түрде анықталады. Тахеометрдің микроЭЕМ өлшеулер нәтижесінде түзетулерді есепке ала отырып ***Δh*** және  ***Δx*** пен ***Δу*** координаталардың өсімшелерін есептейді. Өлшеу нәтижелері ақпарат жинаушыға енгізіледі, одан ақпарат ЭЕМ-ге жіберіледі. Арнайы бағдарлама бойынша жергілікті жердің сандық моделін немесе топографиялық план жасау үшін қажетті мәлімет алуымен соңғы өндеу орындалады.

**15.3 Позициялаудың серіктестік жүйелері**.

 Белгілі бір орбиталар бойынша қозғалатын Жердің арнайы серіктерден түсетін сигналдар бойынша нүктелердің координаталарын анықтау (поизициялау) әдістері жаңа геодезиялықтехнологияларға жатады.

 ХХ ғасырдың 70-ші жылдары жасалынған «Цикада» (ҚСРО) және «Транзит» (АҚШ) серіктестік радионавигациялық жүйелер теңізде жүзу, авиация, құрылықтағы көлік және әскери қызметтегі мәселелерін навигациялық қамтамасыздандыру үшін қолданылған. Ғылым мен техника дамуы және нүктелердің координаталарын анықтау дәльдігінің жоғарылауы барысында серіктестік навигациялық жүйелер кең ауқымды геодезиялық мәселелерді шешуде қолданыс тапты.

 Қазіргі таңда координаталарды анықтаудың екі негізгі серіктестік жүйе әрекетте: ресейлік ГЛОНАСС (Жаһандық (әлемдік) навигациялау серіктестік жүйесі) (Глобальная навигационная спутниковая система) және американдық NAVSTAR (Navigation Satellite Timing and Ranging) GPS (Clobal Position System) (ара қашықтық және уақытты анықтау үшін навигациялық жүйе, позициялаудың әлемдік (жаһандық) жүйесі). Сонымен қатар, дайындықтың әр түрлі деңгейіндегі бірнеше серіктестік навигациялық жүйе бар, олар: [Бэйдоу](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%8D%D0%B9%D0%B4%D0%BE%D1%83) (BeiDou)**,** [**DORIS**](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=DORIS&action=edit&redlink=1), [**Galileo**](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%BB%D0%B5%D0%BE_%28%D1%81%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D0%B3%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F%29), [**IRNSS**](https://ru.wikipedia.org/wiki/IRNSS), [**QZSS**](https://ru.wikipedia.org/wiki/QZSS).

 Серіктестік позициялау жүйесі үш сегменттен (бөліктен) тұрады: ғарыштық сегмент - ғарыштық аппараттар (серіктер), жер үстіндегі бақылау және басқару сегменті және қабылдағыш құрылғылар (қолданушылардың аппаратурасы) сегменті.

 *Ғарыштық аппараттар сегменті*. GPS и ГЛОНАСС серіктестік жүйелер Жерді шеңбер орбиталарымен айналатын 24 серіктен тұрады, оның 21 әрекетте болады, ал 3 резервте болады. GPS жүйесінің серіктерінің орбиталары 6 жазықтықтан өтеді. Әрбір жазықтықта 4 серіктен бар; орбитаның орташа биіктігі 20 180 шақырым, Жердің айналып шығу уақыты 11сағат 58 минут (сурет 15.1, а). Спутниктердің мұндай саны мен орналасуы, Жердің кез келген нүктесінде кез келген уақытта кем деген де 4 серіктен бір мезгілде (одновременный) сигнал алуын қамтамасыздандырады. 1983 жылы GPS жүйесін азаматтық тұтынушылар пайдалануға рұқсат берілді.

 

*Сурет 15.1 Жасанды серіктердің Жер орбитасында орналасуы:*

*а - NAVSTAR GPS; б - ГЛОНАСС*

 ГЛОНАСС жүйесінің серіктері 19 150 шақырым биіктікте 3 орбиталық жазықтықта Жерді айналады, әрбір орбитада 8 серік бар және олардың Жерді айналу кезеңі 11 сағат 16 минутты құрайды. 1996 жылдың қаңтар айында ГЛОНАСС жүйесі толық іске қосылды.

 Серіктестік жүйелердің әрбір серігінде қуат беру күн батареялары, қабылдағыш-хабарландырушы аппаратура, жиілік пен уақыт эталондары, борттық компьютерлер және лазерлік қашықтық-өлшеуіштер үшін бұрыштық шағылдырғыштар орнатылған.

 *Жер бетіндегі бақылау және басқару сегменті* жер беті бойынша біркелкі орналасқан серіктерді бақылау станциялары жүйесінен, дәл уақыттың қызметінен, есептеу орталығы орналасқан бас станциясынан және серіктерге ақпарат беретін станциялардан тұрады. Бақылау пункттерінен лазерлік қашықтық-өлшеуішпен тәулік бойы екі рет әрбір серікке дейін ара қашықтықы өлшейді. Орбитадағы серіктердің орналасу туралы (эфемеридтер) жиналған ақпарат әрбір серіктің борттық компьтеріне жеткізіледі. Серіктер тұтынушыларға өлшеу радиосигналдарды, жүйелі уақыт туралы ақпаратты, өзінің координаттарын т.б. мәліметтерді ұздіксіз жіберіп отырады.

 *Қабылдағыш құрылғылардың сегменті* серіктестік қабылдағышты, антеннаны, басқарушы контроллерді, қоректену көзін т.б. көмекші құралдарды қамтиды.

 Серіктер арқылы жер бетіндегі нүктелердің координаталырн анықтау, анықталатын нүктеде орнатылған қабылдағышқа дейін радио қашықтық-өлшеуішпен ара қашықтықты өлшеуге негізделінген.



*Сурет 15.2 Позициялаудың серіктестік жүйесінің принципиалдық схемасы.*

Егер, 15.2 суретте көрсетілген схема бойынша берілген уақытта координаталары белгілі үш серікке дейін R1, R2 және R3 қашықтықтарды өлшегенде, *Р* қабылдағышы орналасқан нүктенің координаталырын сызықтық кеңістікті бұрыштық қиылыстыру әдісімен анықтауға болады. Серіктегі және қабылдағаштағы сағаттардың бірдей жүрмегендіктен серіктерге дейінгі анықталған қашықтықтар дәл қашықтықтардан айырмашылығы болады. Мұндай қателіктерді төмендеті немесе жою үшін нүктелердің координаталарын кем дегенде 4 серіктен анықтау қажет.

 Серіктестік позициялау жүйелері басты нүктесі Жердің масса орталығымен (с центром масс Земли) сәйкес келетін гринвичтік кеңістіктік тік бұрышты координаталар жүйесінде жұмыс жасайды. GPS жүйесі WGS-84 деген (World Geodetic System, 1984 жылғы) әлемдік геодезиялық жүйесінің координаталарын, ал ГЛОНАСС ПЗ-90 деген (Параметры Земли, 1990 года) координаталар жүйесін қолданады. Екі координаталық жүйе жоғары дәльдікті геодезиялық және астрономиялық бақылау нәтижесінде бір-бірінен тәуелсіз анықталған. Бұл координаттық жүйелер әр түрлі эллипсоидтарға негізделінгендіктен және әр түрлі аумақтарға бағытталғандықтан осы жүйелермен анықталған Жер бетіндегі нүктенің координаталары бірдей болмайды. Қабылдағыштардың басым бөлігі GPS серіктерімен жұмыс істейді, сондықтан өлшенген нүктелердің координаталары WGS-84 жүйесінде алынады. Жергілікті координаталар жүйесіне өту үшін аспаптарда арнайы бағдарламалар болады. Соңғы геодезиялық серіктестік қабылдағыштарда әлемдегі кез келген координаталар жүйелерімен жұмыс жасауға арналған бағдарламалары орнатылған.

Қорытынды.

 Топография мен геодезияның зерттеу объектісі Жердің беті, оның сипаты, көлемі, жер бетін құрайтын элементтердің кеңістікті орналасуы болыпи табылады. Топографиялық және геодезиялық зерттеудің негізгі мақсаты топографиялық карта немесе план түріндегі Жер бетінің бейнелі-таңбалы жазықтық моделін жасау. Жер бетін зерттеудің негізгі әдісі - топографиялық әдіс.

 Жер бетін картада бейнелеу үшін Жердің пішіні мен көлемін білу қажет; картаға түсірілетін беттегі нүктелердің өзара орналасуын анықтайтын координаталар жүйесін орнату, жер эллипсоидын карта бетінде бейнелеу үшін оны қажетті кішірейту дәрежесін және оның бетін жазықтыққа проектілеу әдісін білу керек; бетті құрастыратын элементтердің айырмалық ерекшеліктерін, көлемін және өзара орналасуын білу керек; жер беті элементтерін графиктік түрде көрсету үшін шартты белгілер жүйесі мен қағидаларды анықтау қажет.

 Топографиялық карта жер бетінің жеке бөліктерінің (жергілікті жердің) толық бейнесі. Оның көмегімен жергілікті жердің сипаты, ондағы нысандар туралы және олардың сапалы және мөлшерлі айырмашылықтары туралы толық түсінік алуға болады. Қабылданған шартты белгіліер жүйесі жергілікті жердегі нысандар мен оларды бейнелеу арасындағы бір мағыналы байланысты орнатуға мүмкіндік береді.

 Карта бойынша өлщеудің дәльдігі қолданылатын аспаптарға және өлшеудің тәсіліне тәуелді. Олардың таңдалуы, берілген зерттеудің талаптарымен анықталады. Карта бойынша және жергілікті жердегі өлшеу процесі шарасыз (неизбежные погрешности) қателіктерімен болады. қателіктердің шамалары математикалық аппараттың көмегімен бағаланады.

 Өлшеу жұмыстары сызықтық және бұрыштық болып бөлінеді. Оларды орындау үшін дәльдігі әртүрлі болып келетін аспатарды қолданады. Сызықтық және бұрыштық өлшеулер топографиялық түсірістің негізін құрайды.

 Топографиялық план немесе карта жер бетін (жер ресурстарын) пайдалану мақсатында жүргізілетін жұмыстардың негізі болып табылады.