

ИНСТРУКЦИЯ ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА КООРДИНАТИТЕ НА ГЕОДЕЗИЧЕСКИ ТОЧКИ ЧРЕЗ ГЛОБАЛНА ПОЗИЦИОНИРАЩА СИСТЕМА (GPS)

Издадена от Министерството на териториалното развитие и строителството - Главно управление "Кадастър и геодезия" през 1995 г.

С тази инструкция се регламентират техническите дейности по определянето на геодезически точки с помощта на Глобална позиционираща система (GPS). В нея се посочват изискванията при проектирането, измерванията и математическата обработка на резултатите. Приложени са образци на основните документи, съставяни при работа с GPS.

Тъй като в инструкцията са включени изисквания от нормативни актове, които са в сила, на някои места в съдържанието са заимствани текстове от тях с цел да се избегнат противоречия и да не се налагат препратки. Наред с това, поради остаряване на някои постановления в тези нормативни документи, в инструкцията са включени и някои съвременни схващания за бъдещия строеж на основните геодезически мрежи.

Инструкцията е съставена от "Геопрециз-инженеринг" ООД и Военнотопографска служба.

Инструкцията е приета от Експертен съвет по геодезия, фотограмметрия, картография и кадастър на Министерството на териториалното развитие и строителството (Протокол от 30 март 1995 г.). Тя е задължителна за всички ведомства, служби, предприятия, фирми, организации и институции, които възлагат, планират, изпълняват, контролират и приемат работи по създаване и поддържане на основни геодезически мрежи чрез GPS.

Инструкцията влиза в сила от 1 януари 1996 г.

Глава първа ОБЩИ ПОЛОЖЕНИЯ

I. Глобална позиционираща система (GPS)

1. Глобалната позиционираща система "Навстар" (GPS) е многофункционална спътникова система, създадена и поддържана от Министерството на отбраната на САЩ, която служи за разпространение на координатно-временна информация до всички точки от земното кълбо 24 часа в денонощието, независимо от сезона и климатичните условия. Основното предназначение на системата е да осигури глобалната навигация, синхронизирането и координирането в реално време на статични и движещи се обекти на сушата, по море, във въздуха и околоземното космическо пространство.

2. GPS може да се прилага за геодезически цели от граждански потребители, които разполагат със съответната приемателна апаратура, програмни продукти и компютри. В общия случай не се изисква разрешение или допълнителна информация от американските власти, административни органи и специализирани институти.

II. Геодезически координатни системи, свързани с GPS

3. Всички координатни определения, извършвани с помощта на GPS без да се използва допълнителна орбитална или друга геодезическа информация, са свързани със Световната геодезическа система WGS 1984. Тази система е определена с точност 1 m спрямо геоцентъра и може да се използва за такива цели, където не се изисква абсолютно координиране в геодезическа система с точност, по-висока от посочената.

4. В резултат от дейността на Международната служба за въртенето на Земята (МСВЗ) се определя и поддържа с висока точност Международната земна референтна система (ITRS). Тази система се реализира чрез конкретни решения, базирани на космически и спътникови геодезически наблюдения, които се извършват на определени станции, разположени по целия свят. Чрез своите бюлетени МСВЗ разпространява тези решения под името ITRF-yy, където yy означава годината на публикуването им. Всяко решение съдържа изчислените координати на участващите станции и скоростите на тяхното изменение, отнесени за даден момент от

времето (епоха). Тези данни определят едноименната координатна система като поредна реализация на ITRS.

5. Реализациите на ITRS се фиксират и разпространяват върху дадена територия с помощта на съгъстващи мрежи, създавани с помощта на GPS. Въз основа на ITRF-89 за Европа е определена координатна система ETRF-89, която се материализира с точност 1-3 cm чрез координатите на точките от европейската GPS-мрежа EUREF, отнесени към началото на 1989 г.

III. GPS-МРЕЖИ

6. За осигуряване на изходна основа за геодезически, фотограметрични, картографски, инженерни и други работи, свързани с определянето на точки и обекти върху земната повърхност в дадена координатна система, се създават опорни геодезически мрежи с помощта на класически методи или GPS.

7. GPS-мрежата е съвкупност от трайно стабилизирани геодезически точки, определени с помощта на GPS-измервания, всички дейности по проектирането, изграждането, поддържането и съхранението на които се осъществяват в съответствие с изискванията на нормативните актове, издавани от Министерството на териториалното развитие и строителството (МТРС) и Министерството на отбраната (МО).

8. Освен по принципа на измерване GPS-мрежите се различават от съществуващите основни геодезически мрежи (държавни и с местно предназначение) по следното:

8.1. Новите точки се проектират на места, които позволяват безпрепятствен достъп с обикновено моторно превозно средство по всяко време на денонощието и годината - предимно край пътища и в държавни имоти.

8.2. Пространственото положение на точките се определя със сантиметрова точност в координатна система ETRF-89.

9. GPS-мрежите са изградени от няколко типа точки, които се различават предимно по начина на определянето им.

9.1. Точки от мрежата EUREF - седем броя точки, определени през 1992 и 1993 г. в рамките на дейността, организирана от едноименната комисия на МАГ, с помощта на които система ETRF-89 се материализира на територията на България ([прил. 2](#)).

9.2. Основни точки, които заедно с тези от EUREF изграждат мрежата "Булреф", покриваща сравнително равномерно територията на страната с цел да се разпространи координатна система ETRF-89. За осигуряване на подходяща изходна основа се предвижда плътността на тази мрежа да достигне средно отдалечение между точките 20-30 km. Нейното изграждане и поддържане се регламентира с отделен документ.

9.3. Редови точки, проектирането, измерването и изчислението на които е предмет на тази инструкция.

10. За осигуряване на връзка е държавните геодезически мрежи в страната, част от GPS-точките се проектират върху съществуващи триангулационни точки, нивелачни репери и гравиметрични точки или се определят спрямо тях с висока точност.

11. Всички дейности по изграждането, поддържането, опазването и ползването на GPS-точките се контролират съгласувано от Главно управление "Кадастър и геодезия" (ГУКГ) и Военотопографска служба (ВТС) и се възлагат за изпълнение на специализирани геодезически предприятия.

Глава втора ИЗИСКВАНИЯ КЪМ ТОЧКИТЕ ОПРЕДЕЛЯНИ С GPS

I. Проектиране

12. Изискванията при избора на точки от GPS-мрежите се отнасят както за съществуващи геодезически знаци, така и за нови точки, които предстои да бъдат стабилизирани.

13. Достъп и защитеност

13.1. Точките от GPS-мрежите се избират на места, достъпни за моторно превозно средство с един двигателен мост, независимо от метеорологичните условия, по всяко време на денонощието.

13.2. Точките от GPS-мрежите се разполагат на стабилни и защитени места край или в непосредствена близост до пътища, в сервитутни ивици, върху терени или сгради държавна собственост, където не е наложен ограничителен режим за достъп.

13.3. Не се допуска разполагането на точки в обработваеми земи.

13.4. Не се препоръчва разполагането на точки:

а) на планински върхове, хълмове и други трудно достъпни места;

б) в райони с гъста растителност - горски масиви, паркове и др.;

в) в райони с висока степен на урбанизация.

14. Пасивни смутители

14.1. Прегради. Точките на GPS-мрежите се избират на обзорни места, с напълно открито небе във всички посоки над 15° височина от хоризонта. Изключение се допуска само за отделни местни предмети: релеф, растителност, постройки и др., с височина до 30° над хоризонта, ако са на разстояние поне 50 m от точката и не закриват повече от 10% от панорамата.

14.2. Не се допуска извършването на GPS-измервания на точки, сигнализирани с трикраки пирамиди или други конструкции, закриващи вертикалната видимост. Необходимо е същите временно да се демонтират за извършване на измерванията.

14.3. Отразяващи повърхности. За избягване на въздействието на отразени сигнали върху антената на приемника точките се разполагат на разстояние не по-малко от 50 m от местни предмети със значителна хоризонтална или вертикална повърхност - водни басейни, метални покриви, стени и др., особено ако нивото им е равно или по-високо от това на антената ([прил. 6](#)).

15. Активни смутители

15.1. Интерференция. Точките от GPS-мрежите се разполагат на разстояние не по-малко от 200 m от предавателни антени, радиомачти или други излъчватели на радиочестоти, които може да доведат до интерференция със сигналите на спътниците от GPS.

15.2. Блокиране. Точките не се разполагат на места с пряка видимост към радиолокатори и други мощни насочени излъчватели, защото може да се блокира приемането на сигнали или да се повреди електрониката в GPS-приемника.

15.3. Екраниране. Точки, разположени на места с висок градиент на магнитното поле, създаден в резултат на паднал гръм, аномално намагнитване на някои скали и др., може да се окажат неподходящи за извършване на GPS-измервания.

16. Ориентирни точки

16.1. При необходимост към всяка точка, определена с помощта на GPS, може да се проектират две трайно стабилизиращи ориентирни точки, към които е осигурена пряка видимост.

16.2. Ориентирни точки на дадена точка от GPS-мрежата могат да бъдат:

а) съседни точки или репери, към които има пряка видимост;

б) характерни, ясно видими местни предмети, чиито координати могат да се определят с GPS съгласно изискванията на тази инструкция;

в) специално създадени за целта точки.

16.3. Допуска се една ориентирна точка да бъде обща за повече от една точка от GPS-мрежата.

16.4. Не се допуска две точки от GPS-мрежата да имат едни и същи ориентирни точки. Обща може да бъде само едната ориентирна точка, при положение че двете точки от GPS-мрежата не си служат взаимно една на друга като ориентирни точки.

17. Номериране на точките

17.1. Номерирането на новите GPS-точки и ориентирни точки се извършва в съответствие със съществуващите нормативни актове.

17.2. Съществуващите точки и репери, които се включват в GPS-мрежата, запазват своите номера.

18. Изисквания за безопасност

Точките от GPS-мрежите се избират на такива места, където опасността за живота и здравето на персонала е минимална. Когато се проектират точки до големи транспортни артерии, на покриви и други високи места, в близост до пропасти, сипеи, ерозирали брегове, под високоволтови далекопроводи и др., се обръща особено внимание на осигуряване безопасността при изпълнение на полската работа.

II. Стабилизиране и сигнализиране на точките

19. Стабилизиране

19.1. В GPS-мрежите се включват съществуващи точки от Държавната геодезическа мрежа (ДГМ), геодезическите мрежи с местно предназначение (ГММП), както и нови точки, стабилизиращи съгласно съществуващите нормативни документи.

19.2. Същото се отнася за ориентирните точки по точка 16.2.

20. Сигнализиране

20.1. Точките от GPS-мрежите не се нуждаят от сигнализиране, тъй като не се изисква взаимна видимост помежду им. Сигнализирането е необходимо, когато от тези точки или към тях се извършват измервания с традиционни геодезически инструменти.

20.2. Ако се налага сигнализиране, то трябва да се осъществи с разглобяеми сигнали, които могат да бъдат лесно и бързо монтирани и демонтирани (дървени вежи; винкелови или тръбни пирамиди или други конструкции).

20.3. Недопустимо е върху GPS-точка да се инсталира неразглобяема конструкция, независимо дали е от дърво или метал.

Глава трета

АПАРАТУРА ЗА НАБЛЮДЕНИЕ, ПЕРСОНАЛ И ЕКИПИРОВКА

I. Апаратура за наблюдение и програмно осигуряване

21. За изчисление на координатите на геодезически точки намират приложение единствено относителните фазови GPS-определения с фиксирано решение.

21.1. Не се допуска използване на:

- а) абсолютни (навигационни) кодови решения;
- б) диференциални координатни определения.

21.2. Фазови определения с плаващо решение се допускат единствено в случаите по т. 36.2, б.

22. Използват се геодезически GPS-приемници, които регистрират фазата на едната или двете носещи честоти на системата.

22.1. Измервания се правят най-малко с два приемника (независимо от типа им), които позволяват получаването на фиксирано решение.

22.2. Не се допуска използване:

- а) на кодови, навигационни, топографски и други негеодезически приемници;
- б) комбинация от геодезически и негеодезически приемници.

23. Резултатите от измерванията се обработват с помощта на програмни продукти, които позволяват въвеждането на регистрациите в първоначален (суров) вид или след преобразуване във [формат RINEX](#).

II. Персонал и оборудване за работа на местността

24. За извършване на измерванията се комплектува група за полска работа, чиито състав се определя от характера и обема на работата, както и от наличната GPS-апаратура и други технически средства.

24.1. Групата се състои от полски състави, които са снабдени с технически средства за самостоятелна работа на местността. Всеки състав включва:

- а) оператор - инженер или техник-геодезист с необходимата квалификация за работа с GPS-апаратура;
- б) шофьор; ако условията позволяват, задълженията на шофьор могат да се изпълняват от оператора.

24.2. В зависимост от обема на задачата и броя на съставите, координирането на работата на групата може да се възложи на специалист - инженер-геодезист с необходимия опит и квалификация в областта на геодезическите работи с GPS.

25. Всеки състав се комплектува със следната апаратура:

25.1. GPS-приемник съгласно т. 22.

25.2. Портативен компютър:

- а) техническите характеристики на портативния компютър се определят в зависимост от използваните програмни продукти;
- б) ако организацията на работата и обемът на измерванията позволяват, се допуска с един портативен компютър да се обслужват повече полски състави.

25.3. Транспортно средство - леко моторно превозно средство с повишена проходимост.

25.4. Средство за свързка, с което да се осигурява връзката между съставите в мрежов режим, или по отделни направления между всеки състав и координатора на групата.

25.5. Принадлежности:

- а) приспособления за центриране и укрепяване на антената на GPS-приемника върху тринога или стълб за наблюдение;
- б) инструменти за измерване на височината на антената над надземния център на точката;
- в) акумулаторни батерии с достатъчен капацитет, токозарядни устройства, резервни предпазители и др.;
- г) дребни инструменти и помощни средства.

Примерно минимално необходимо техническо оборудване на състава за GPS-измервания е дадено в [прил. 4](#).

III. Стационарни работни места

26. В стационарни условия се организират работни места за обработка на резултатите от GPS-измерванията и за поддържане на постоянна база данни за тях.

26.1. Изчислителни работни места се организират от изпълнителите, на които се възлагат задачи по цялостната обработка на данните, окончателното оформяне на резултатите и подготовката на архивни копия.

26.2. Централни работни места могат да се създават по указание на ГУКГ и ВТС. Работата им се организира под техния непосредствен контрол и включва всички операции по събирането, поддържането в актуален вид и съхранението на цялата информация, свързана с GPS-измерванията.

27. Стационарно работно място се изгражда въз основа на мощен персонален компютър или друга компютърна система с по-големи възможности.

27.1. Изчислителните работни места осигуряват:

- а) висока скорост на математическите операции;
- б) широки възможности за обработка и оформление на текстови и графически документи;
- в) необходимия капацитет за оперативен достъп на значителни информационни масиви и бази данни.

27.2. Освен възможностите, предвидени в т. 27.1, на централните работни места се осигурява устройство за вход/изход на информация върху компакт-диск.

Глава четвърта

ПРОЕКТИРАНЕ НА ИЗМЕРВАНИЯТА

I. Определяне продължителността на сеансите

28. Всички точки се определят с помощта на статични GPS-измервания, извършвани в рамките на един или повече сеанси.

29. Продължителността на един сеанс зависи от:

29.1. Дължината на хордите.

29.2. Типа на приемателната апаратура.

29.3. Състоянието на спътниковата система.

29.4. Условието за наблюдение.

Първите два фактора са основни при планирането на измерванията като количество и разпределение на работата, а останалите фактори оказват съществено влияние върху осъществяването на проекта в полски условия.

30. Продължителността на сеанса се определя при условие, че точките, на които се стационарира, и GPS-апаратурата отговарят на изискванията съответно на т.т. 14, 15 и 22.

30.1. Времетраенето на наблюденията се определя в зависимост от дължината на хордата при следните изходни данни:

а) брой на едновременно видимите спътници - поне четири;

б) стойност на [фактора GDOP](#) - по-малка от 7;

в) време за провеждане на сеанса - през деня;

г) минимален ъгъл над хоризонта - 15° ;

д) скорост на регистрацията на измерванията - 15 s;

е) качество на измерванията - без смущения и прекъсвания.

30.2. При спазване на тези условия продължителността на сеанса се определя в зависимост от вида на измерванията съгласно [прил. 7](#).

30.3. Продължителността на сеанса по предходната т. 30.2 може да се уточнява в зависимост от конкретните условия в хода на работата.

31. Продължителността на сеансите с участие на повече от два приемника се определя в зависимост от максималната дължина на пряко измерваната хорда.

II. Конфигурация на измерванията

32. При проектирането на GPS-измерванията се различават три вида точки.

32.1. Новоопределяеми точки - съществуващи или новопостроени точки, чиито координати се определят с помощта на GPS съгласно изискванията на тази инструкция.

32.2. Изходни точки, с помощта на които новите точки се определят в геодезическа координатна система (т. 5).

32.3. Трансформационни точки - точки от ДГМ и ГММП, които се включват в измерванията с цел да се осъществи връзка между GPS-мрежите и съществуващите геодезически мрежи, съответно координатните системи, в които те са определени.

33. Конфигурацията на измерванията за определяне на GPS-точки се проектира съгласно следните изисквания:

33.1. Определят се най-късите хорди, свързващи съседни точки.

33.2. Всяка новоопределяема точка се свързва поне с три други точки.

33.3. Всяка точка се свързва с ориентирните си точки чрез пряко измерени хорди.

33.4. Всяка изходна точка се свързва с най-близката до нея новоопределяема точка, ако по проект не е включена в измерванията с повече хорди.

34. В зависимост от броя на приемниците, сеансите се планират както следва:

34.1. При работа с два приемника се проектира мрежа от независими хорди.

34.2. Ако броят на приемниците е равен на броя на точките, върху които трябва да се стационарира, измерванията се осъществяват в един сеанс, в резултат на което се определят всички комбинации от хорди между точките като корелирани величини.

34.3. Ако приемниците са повече от два, но по-малко от броя на точките, сеансите се планират по едновременно определяеми фигури - триъгълници, геодезически четириъгълници и др., които се свързват помежду си най-малко с по една обща страна.

III. Избор на изходни и трансформационни точки

35. За изчисление на координатите на новите точки в геодезическа координатна система се осъществява връзка с изходни точки, чиито брой и разположение се определят както следва:

35.1. Брой на изходните точки. При определяне на единични точки се допуска броят на изходните точки да бъде три. Във всички останали случаи изходните точки са поне четири.

35.2. Разположение на изходните точки. Изходните точки се избират по такъв начин, че да обхващат района на новоопределяемите точки, при което центровете на тежестта на фигурите, образувани от изходните и от новоопределяемите точки, да са възможно най-близо.

36. За постигане на необходимата гъстота на мрежата от основни точки (т. 9.2), ако се окаже, че в района на измерванията липсва необходимият брой изходни точки се допуска създаването на една или повече временни опорни точки.

36.1. Избор на временни опорни точки. За временни опорни точки се избират такива новоопределяеми точки, които допълвайки изходните точки, позволяват да се постигне конфигурация съгласно т. 35.2.

36.2. Определяне на временни опорни точки. Всяка временна опорна точка се определя самостоятелно или във връзка с други временни опорни точки, като се изхожда от основните GPS-точки (т. 9.2) по един от следните начини:

а) с помощта на полигонови ходове от няколко хорди, преминаващи през трайно стабилизирани геодезически точки, които отговарят на изискванията на т. 14 и 15;

б) чрез преки измервания на дълги хорди, изчислявани с помощта на фиксирано или плаващо решение на честота L3.

36.3. Всяка временна опорна точка се определя независимо поне от две изходни точки. Временни опорни точки в една и съща мрежа могат да имат само една обща изходна точка, от която се определят. Продължителността на сеансите се определя съгласно т. 30.

37. Трансформационни точки

37.1. Брой и разположение. Трансформационните точки съвпадат с изходни или новоопределяеми точки от GPS-мрежите. Избират се по такъв начин, че:

- а) да бъдат поне 4 броя за всяка група нови GPS-точки;
- б) да са разположени съгласно изискванията на т. 35.2.

37.2. Изисквания към трансформационните точки:

- а) да са определени с точността на триангулационни точки;
- б) координатите им да съответстват на положението на надземните центрове. Избягват се точки, разположени на нестабилна основа или такива, които са с видими признаци за увреждане, преместване и др.

37.3. По възможност се избират точки от ДГМ I-IV клас. Сведения за състоянието на проектираните трансформационни точки, съвпадащи с точки от ДГМ и други данни за тях се осигуряват по заявка от ВТС.

Глава пета

ИЗМЕРВАНИЯ

I. Планиране на полската работа

38. Планирането на полската работа се състои преди всичко в съставянето на програма за наблюдение, с която се цели:

- 38.1. Да се уточни проектът на измерванията и да се осигурят предпоставки за успешното му изпълнение в съответствие с конкретните условия.
- 38.2. Да се създаде оптимална организация на работата на полските състави.

39. Основа за съставянето на програмата за наблюдение е графикът за видимостта на спътниците.

39.1. Графикът за видимостта на спътниците се съставя обикновено с помощта на фирмени програмни продукти (софтуер), предназначени за работа с определен модел приемателна апаратура.

39.2. За съставяне на графика е необходимо да се въведат следните данни:

- а) приблизителни координати на точката, за която се съставя графикът, с точност $0,1^\circ$ по дължина и ширина и 100 m по височина. Могат да се въведат данни за центъра на района, обхващан от измерванията;
- б) часова зона и дата;
- в) минимален ъгъл над хоризонта на наблюденията (15°);
- г) алманах на системата с давност не повече от една седмица.

39.3. За всеки момент от денонощието графикът на видимостта съдържа следната информация:

а) брой на видимите спътници и стойност на коефициента GDOP над зададения хоризонт ([прил. 5](#));

б) азимут и височина на всеки от видимите над зададения хоризонт спътници в табличен вид, с интервал 30 минути или по-малък.

40. При съставянето на програмата за наблюдение се търси най-подходящото време за осъществяване на сеансите, като се изхожда от проекта на измерванията и графика на видимостта на спътниците. Необходимо е да се спазват следните основни изисквания:

40.1. Сеансите се планират в периоди с видимост едновременно на четири, а най-добре на пет и повече спътници.

40.2. По време на сеанса факторът GDOP да не превишава 7, да бъде с устойчива стойност, без екстремуми и разкъсвания на графиката.

41. В програмата за наблюдение се отчита влиянието на следните по-важни фактори, които могат да доведат до промяна на продължителността на сеанса:

41.1. Антиспуфинг (A-S). При работа е двучестотна апаратура се следи дали е активирана системата A-S за защита на информацията на GPS чрез допълнително кодиране на сигнала. Ако системата е включена, P-код се заменя със секретния Y-код и по правило точността на измерванията се понижава, поради което времето за измерване, определено съгласно т. 30, се увеличава с 50%.

41.2. Системата A-S не трябва да се обърква със системата за избиращен достъп S/A, която ограничава възможността за определяне на координати с метрова точност в реално време, но не влияе съществено върху относителните фазови GPS-определения.

41.3. По правило наблюденията нощем протичат при по-благоприятни условия за разпространение на радиосигналите и позволяват времетраенето на сеанса да се съкрати значително или да се постигне висока точност при определянето на много дълги хорди.

42. При работа с повече от два приемника сеансите се организират с оглед на определянето на максимален брой независими фигури в мрежата, при което се има предвид следното:

42.1. При едновременни измервания с три приемника се определят две независими хорди, с четири приемника - три хорди и т.н.

42.2. За да се склучи една фигура в мрежата, е необходимо хордите, от които е построена, да не са в линейна зависимост помежду си.

42.3. Не е желателно една точка да се определя чрез измервания от един единствен сеанс.

43. При съставянето на програмата за наблюдение се имат предвид и следните допълнителни фактори:

43.1. Времетраене на наблюдателната кампания.

43.2. Брой на заетите хора и измерителна техника.

43.3. Брой, пробег и технически възможности на използваните моторни превозни средства.

43.4. Възможности на наличните средства за свързка съобразно дължината на хордите и профила на терена.

43.5. Особенности на сезона и местността и др.

II. Работа на местността

44. Измерванията се осъществяват от полски състави съгласно т. 24. За осигуряване на правилното изпълнение на измерванията и опазването на апаратурата всички етапи от работата на местността се осъществяват под непосредствения контрол на оператора.

45. Преди започване на измерванията операторът извършва следните подготвителни работи:

45.1. Проверява състоянието на надземния център на точката и на стълба за наблюдение (ако има такъв) и видимостта към проектираните ориентирни точки. Точка, която отговаря на условията, посочени в т.т. 13, 14 и 15, може да бъде негодна, ако не осигурява изпълнението на следните изисквания:

а) центриране на антената на приемателната апаратура с точност 5 mm или по-висока и фиксирането ѝ в неподвижно състояние по време на сеанса;

б) пряка видимост към проектираните ориентирни точки или към места, на които могат да се създадат такива точки.

Ако някое от тези изисквания не може да бъде спазено, е допустимо създаването на ексцентрична точка съгласно т. 49.

45.2. Разчиства района около точката и осигурява условия за монтиране на приемателната апаратура и извършване на наблюденията:

а) отстранява храсти, клонки и други дребни предмети, които могат да попречат на видимостта, особено в условия на повишена влажност, когато екраниращият им ефект е значително по-голям;

б) демонтира сигнала на точката (ако има такъв); триангулационни точки с неразглобяеми метални пирамиди или други сложни сигнали са неподходящи за GPS-измервания и трябва да се определят ексцентрично (т. 49).

в) избира място за разполагане на моторното превозно средство не по-близо от 10 m до точката и не по-високо от хоризонта на антената.

45.3. Подготвя апаратурата за наблюдение и разполага антената върху точката както следва:

а) центрира антената с точност не по-малка от 5 mm; ако се измерва ексцентрично, взема мерки за стабилизирането на точката на измерване;

б) измерва височината на фазовия център на антената над надземния център и я записва в дневника на наблюденията;

в) свързва елементите на апаратурата за наблюдение - приемник, антена, захранване и др.

45.4. Включва апаратурата и извършва подготвителните операции съгласно фирменото ръководство за оператора;

а) проверява захранването и връзката на приемника с антената;

б) проверява деня и часа по индикацията на апаратурата и, ако е необходимо, ги поправя;

в) въвежда данни за точката: номер, приблизителни координати, височина на антената и др.;

г) задава минимален ъгъл над хоризонта;

д) ако е необходимо приема нов алманах;

е) проверява интензивността на приеманите спътникови сигнали и в случай на нужда предприема допълнителни мерки за разчистване на местни предмети, оказващи влияние върху видимостта. Ако се установи наличието на екраниращ ефект (т. 15.3), точката се приема за негодна и се изоставя или се търси подходящо място за ексцентрично разполагане на антената.

45.5. Съобщава за започване на наблюденията по установения начин.

46. В хода на измерванията операторът следи показанията на апаратурата, извършва метеорологични измервания (ако се предвиждат по програма), съставя топографско описание на точката или актуализира съществуващото ([прил. 22](#)) и взема всички мерки за осигуряване на непрекъснати измервания по време на сеанса.

46.1. Захранване. Използват се източници на електрически ток с достатъчен капацитет за осигуряване на работата на приемателната апаратура по време на сеанса. В хода на наблюденията операторът следи състоянието им по показанията на апаратурата и чрез външен оглед на използваните кабели, куплунги, акумулатори и др. При това:

а) ако се извършват продължителни наблюдения, се препоръчва да се осигури двойно захранване на апаратурата; в случай че това не е възможно, използваният енергоизточник трябва да е с гарантирана надеждност и да има в резерв достатъчен капацитет;

б) не се препоръчва включването на апаратурата чрез преобразувател към мрежата или използването на други източници освен тези посочени във фирмената инструкция за експлоатация.

46.2. Свободна памет. Операторът осигурява достатъчно свободен капацитет на магнитния носител на приемателната апаратура за регистриране на измерванията по време на сеанса. В хода на наблюденията той следи ритмичността на регистрациите и запълването на паметта и преценява с какъв ресурс разполага приемникът. Освен това се препоръчва:

а) паметта да се освобождава веднага след като съдържанието ѝ се прехвърли за съхранение върху стандартен носител (т. 51);

б) да има на разположение винаги значителен запас от памет - резервни касети, дискети, картички или свободна RAM;

в) да не се записват в едни и същи структурни единици на паметта (файлове, директории и др.) наблюдения от различни сеанси;

г) по време на измерванията магнитният носител да се сменя или освобождава от съдържанието си.

46.3. При прекъсване на наблюденията поради някой от изброените в т. 46.2 фактори операторът предприема следните действия:

а) отстранява причината за прекъсването и подновява незабавно наблюденията;

б) регистрира в дневника на наблюденията момента на прекъсване и подновяване на наблюденията, показанията на апаратурата, както и причините за случилото се накратко, в свободен тест;

в) съобщава за прекъсването по уточнената схема за връзка между съставите.

46.4. Ако операторът не е в състояние сам да се справи с причината за прекъсването, прибира апаратурата и напуска точката, освен ако не получи други указания или предварително не е уговорено друго действие.

46.5. Метеорологични измервания:

- а) извършват се на всеки кръгъл час, в началото и края на измерванията;
- б) измерват се атмосферно налягане, температура и влажност на въздуха и се регистрират с точност съответно 0,5 mbar (mm), 0,2° и 1% (ако с измерва относителната влажност);
- в) използват се компарирани метеорологични прибори - барометър-анерод, аспирационен психрометър или прашков термометър и влагомер;
- г) измерванията се извършват на сянка, при което атмосферното налягане и влажността се отчитат за височината на антената, а температурата - на 2 m над земята;
- д) резултатите от измерванията се записват в дневника на наблюденията, като се отбелязват димензиите им, типът и фабричните номера на използваните инструменти;
- е) регистрациите се въвеждат в приемателната апаратура съгласно указанията за работа.

47. След изтичане на времето, запланувано за провеждане на сеанса, или ако се получат допълнителни указания, наблюденията се прекратяват, при което операторът извършва следните действия:

47.1. Отчита показанията на апаратурата: брой на измерванията, изразходвана и свободна памет, състояние на захранването, съобщения за грешки и др., които записва в дневника на наблюденията.

47.2. Измерва височината на фазовия център на антената и записва резултата в дневника на наблюденията.

47.3. Съобщава чрез средството за свръзка за намерението си да преустанови наблюденията и след като получи потвърждение, изключва апаратурата, освен ако по програма не се предвижда наблюденията на заемната точка да продължат.

47.4. Ако работата на заемната точка завършва, изключва и прибира в опаковката за транспортиране приемателната апаратура, всички кабели и другите използвани принадлежности.

47.5. Монтира разглобения сигнал на точката.

47.6. Прави последен оглед на точката и района около нея.

48. Дневник на наблюденията

По време на полската работа се води дневник на наблюденията, в който се отбелязва хронологията на измерванията, както следва ([прил. 8](#)):

48.1. Наименование на обекта (задачата), дата, име на оператора.

48.2. Данни за точката:

- а) номер и наименование;
- б) приблизителни координати;
- в) характерни особености, предимно такива, които влияят върху условията за наблюдение.

48.3. Височина и ексцентрицитет на антената със схема и резултати от измерването им.

48.4. Описание на наблюденията:

- а) началото и край;
- б) наблюдавани спътници;
- в) качество на приеманите сигнали;
- г) други бележки относно измерванията, особено ако е възникнала нестандартна ситуация.

48.5. Резултати от метеорологическите измервания, тип и фабричен номер на използваните метеорологически прибори.

49. Ексцентрични измервания

49.1. Когато се наложи да се измерват точки, върху които не е възможно да се постави антена, или не отговарят на изискванията на т.т. 14, 15 и 45, се избира и определя ексцентрична точка.

49.2. Ексцентричните измервания включват:

- а) ексцентричното разстояние; измерва се с точност 5 mm;
- б) хоризонталния ъгъл между посоката към центъра и посоката към друга точка, която се определя с GPS; измерва се с точност 3 mgon (10");
- в) зенитния ъгъл на посоката към центъра (с точност 3 mgon или 10") или превишението между центъра и ексцентричната точка (с точност 5 mm).

49.3. Привеждането на измерванията към центъра на геодезическата точка се извършва с помощта на поправки, изчислени съгласно [прил. 15](#).

50. Техника на безопасността

50.1. При приближаване на гръмотевична буря измерванията се преустановяват и точката се напуска.

50.2. При внезапно разразяване на гръмотевична буря измерванията незабавно се прекратяват, а персоналят и апаратурата се прибират в моторното превозно средство или на друго безопасно място в непосредствена близост.

III. Съхранение на измерванията

51. Заключителен етап от полските работи е презаписът на резултатите от измерванията върху стандартен магнитен носител.

51.1. Презаписът се извършва във възможно най-кратък срок след завършване на измерванията.

51.2. Данните се копират двукратно на различни томове (дискети и др.).

51.3. Не се допуска:

- а) районът на измерванията да се напуска преди данните да се презапишат от първоначалния носител;
- б) данните да се презаписват единствено върху твърдия диск на компютъра;

в) данните от първоначалния носител да се изтриват преди операторът да се увери, че презаписът върху стандартен носител е годен за по-нататъшна обработка.

52. Създават се копия на суровите данни в оригиналния формат на използваната приемателна апаратура и/или във формат RINEX ([прил. 26](#)).

53. Файловете върху стандартния носител се означават по следните правила.

53.1. Копията на сурови данни се разполагат в:

а) директории, означени с датата на измерването и поредния номер на сеанса за деня: ггммдд.ссс - година, месец, ден, номер на сеанса;

б) файлове, чиито имена могат да съдържат номерата на точките, а с разширенията им се означава типът на данните съгласно изискванията на използваната апаратура.

53.2. Копията във формат RINEX се маркират съгласно стандартните изисквания на формата ([прил. 26](#)).

Глава шеста

ОБРАБОТКА НА ИЗМЕРВАНИЯТА

I. Изчисление на отделни хорди

54. Изчислението на хорди обхваща етапите на математическата обработка на измерванията от въвеждането на суровите регистрации до получаването на пространствения вектор, свързващ две точки, измервани в един и същи сеанс. Осъществява се най-често със специални програмни продукти, предназначени за обработка на измервания от даден тип приемателна апаратура.

55. Изходни данни за изчислението на отделна хорда

55.1. Приблизителни координати на точките. Въвеждат се най-точните налични в момента координати в система WGS 1984 (ETRF-89) на двете крайни точки на хордата. Могат да се използват:

а) координати на точки от EUREF, основни и други определени вече с GPS точки (т. 9);

б) координати на точки, определени с помощта на спътникови доплерови измервания;

в) координати на триангулационни точки определени в система WGS 1984 (ETRF-89) чрез трансформация;

г) резултати от навигационните решения на точките (т. 56.4).

55.2. Орбитни данни. Могат да се използват:

а) Данни от навигационното съобщение. Позволяват обработката на резултатите да се осъществи непосредствено след извършване на измерванията и независимо от други източници на информация. Точността им е достатъчна за изчислението на хорди с дължина до няколко десетки километра. Въвеждат се от файл със сурови данни или във формат RINEX ;

б) Прецизни ефемериди. Определят се и се разпространяват от международни служби и научни програми като IGS, CIGNET и др. Осигуряват по-добри възможности за изчисление на дълги хорди и за получаване на абсолютните координати на крайните им точки. Структурата и формата на всеки тип данни е специфична и се предоставя заедно с орбитната информация.

55.3. Измервания. Въвеждат се от файл със сурови данни или във формат RINEX. Състоят се от:

- а) момент (епоха) на измерването;
- б) регистрации на фазата на носещите честоти;
- в) псевдоразстояния на наблюдаваните спътници;
- г) информация за интензивността на приеманите сигнали.

Интервалът на поредните регистрации е от 1 до 60 s (обикновено 5 s).

55.4. Допълнителна информация. Съдържа:

- а) височина и ексцентрицитет на антената;
- б) параметри на приемателната апаратура, определени във фабрични условия или чрез еталониране; необходими са при обработка на измервания с различен тип приемници или за други по-специални цели;
- в) метеорологични данни (ако са регистрирани); съдържат се в отделен файл със специфичен зададения модел апаратура, формат или във формат RINEX.

56. Основни етапи на обработката

56.1. Въвеждане на данните. Необходимо е да се вземат под внимание следните особености:

- а) ако се използват апаратура и програмни продукти от един и същи производител, данните могат да се въведат в суров вид, без никакви преобразувания;
- б) във всички останали случаи е необходимо суровите данни най-напред да се преобразуват във формат RINEX;
- в) възможно е използваният програмен продукт да не е пригоден за въвеждане на други данни, освен измерванията; типа апаратура, за който е специално предназначен.

56.2. Редактиране на входната информация. Проверят се и се уточняват данните, въведени от оператора по време на измерванията. Извършва се по два начина:

- а) с помощта на използвания програмен продукт може да се редактира само информацията за наблюдаваните точки - идентификатори, приблизителни координати, височина на антената и др.;
- б) с помощта на текстов редактор може да се внасят корекции във всички данни, съдържащи се във файловете с формат RINEX.

56.3. Изчисление на стандартни орбити. Независимо от какъв източник са получени, орбиталните данни се възпроизвеждат чрез полиноми, които дават възможност да се интерполират спътниковите координати за моментите на измерване. Извършва се автоматично или полуавтоматично, обикновено без активната намеса на оператора.

56.4. Единични определения на точки (навигационно решение). Изхождайки от измерените псевдоразстояния и изчислените орбитални полиноми, се определят:

- а) координатите на всяка точка поотделно с точност до няколко десетки метра, в зависимост от използваната апаратура, състоянието на спътниковата система, условията и продължителността на наблюденията:

б) параметрите на скалата за време на приемателната апаратура по време на сеанса, които са необходими за следващите етапи на обработката. При получаване на незадоволителни резултати данните могат да се редактират и обработката да се повтори.

56.5. Образуване на фазови разлики и редактиране. Изчисляват се единични и двойни фазови разлики, които се проверяват автоматично или полуавтоматично за циклични грешки. Където е възможно, установените грешки се поправят.

56.6. Решение. Изчисляват се координатите на "определяемата" спрямо "изходната" точка при следната постановка:

а) изходни данни: координати на точките (т. 55.1), параметри на апаратурата, орбитални полиноми;

б) измерени величини - единични или двойни фазови разлики;

в) търсят се координатите на "определяемата" точка с помощта на фиксирано решение.

57. Анализ на резултатите. Полученото решение се оценява въз основа на следните основни критерии:

57.1. Фиксирано или плаващо решение. С изключение на случаите, посочени в т. 36, когато се допуска плаващо решение честота L3, GPS-хордите се определят чрез фиксирано решение. Ако такова решение не е получено, причините се търсят в продължителността и качеството на наблюденията, както и в точността на изходните данни. Допустими са следните начини за редактиране на данните:

а) ограничаване на продължителността на сеанса или разделянето му на две или повече части, всяка от които се обработва самостоятелно;

б) изключване на наблюденията (или на части от тях) на някой спътник, при което не се допуска нарушаване на непрекъснатостта на наблюдателния ред;

в) поправяне на цикличните грешки в наблюдателните редове или локализирането и изключването им от обработката, ако възможностите на програмния продукт позволяват;

г) уточняване на въведените приблизителни координати на точките, ако се различават значително от получените им стойности.

Ако в резултат на редактирането са настъпили промени във входните данни, съответните етапи от изчислението се повтарят.

57.2. Прекъсвания и циклични грешки. Получават се в резултат от смущения при приемането на сигналите, имат характера на груби грешки и могат съществено да затруднят обработката на резултатите. Наблюденията със значителни прекъсвания и груби грешки се отстраняват при обработката.

57.3. Продължителност и шум на наблюдателните редове:

а) спътниците с къси наблюдателни редове, съдържащи само няколко измервания се отстраняват при обработката;

б) "шумните" измервания се характеризират със сравнително по-ниска точност, но не затрудняват съществено обработката и не се отстраняват, ако не съдържат циклични грешки.

57.4. Обусловеност на решението. Неблагоприятното разположение на спътниците, показател за което е високата стойност на коефициента GDOP, прави невъзможно получаването на решение с необходимите качества. Редактирането на измерванията трябва да се извършва по такъв начин, че да не се допускат високи стойности и скокообразно изменение на GDOP.

58. Оформяне на крайните резултати

58.1. Резултатите от обработката на хорда включват:

- а) име на обекта и номера на точките;
- б) начало и край на сеанса;
- в) височина на антената и ексцентрични елементи;
- г) брой на спътниците и измерванията в обработката;
- д) правоъгълни и географски координати (референтен елипсоид WGS 1984) на двете точки, приведени към надземните им центрове;
- е) средни квадратни грешки на координатите на определяемата точка;
- ж) координатни разлики и наклонено разстояние между точките;
- з) средна квадратна грешка на едно измерване и корелационна матрица на координатите на определяемата точка.

58.2. Крайните резултати от обработката се записват във формуляр ([прил. 9](#)).

II. Изчисление координатите на точки

59. Изчислението на координатите на точки се извършва след определянето на хордите с помощта на алгоритми за обработка на измервания в тримерното пространство.

59.1. Състои се от няколко етапа, които са аналогични във всеки от разглежданите случаи - отделна точка, полигон и мрежа:

- а) проверка на геометричните условия;
- б) предварителна оценка на точността;
- в) изравнение по метода на най-малките квадрати;
- г) оформяне на крайните резултати.

59.2. Измерени величини са резултатите от обработката на хордите: пространствени координатни разлики и съответната им ковариационна матрица (т. 58).

60. Проверката на геометричните условия се извършва чрез сключване на затворени фигури в GPS-мрежата.

60.1. Извършва се в специален формуляр ([прил. 10](#)), където координатните разлики на точките, свързани в геометрични фигури чрез независимо определени хорди (т. 42) се сумират по отделните оси X , Y , Z .

60.2. За определяне на знаците на координатните разлики и несвързките на точките, които образуват затворена фигура се обикалят по посока на часовниковата стрелка, като се започва от точката с най-малък номер.

60.3. Допустимата стойност на неключването по всяка координатна ос се определя по формулата

$$\delta = 6\sqrt{k} \text{ [cm]},$$

където k е броят на върховете на затворената фигура.

60.4. При установяване на недопустими несклучвания погрешната хорда може да се локализира като се има предвид, че ако е участвала в две съседни фигури, фигурите ще имат несклучвания от един и същ порядък, но с обратни знаци по съответната координатна ос.

60.5. Резултатите от изчислението на хордите под съмнение или с установени значителни грешки се проверяват. При необходимост такива хорди се преизчисляват и анализират отново, и ако не се получат задоволителни резултати, те се бракуват. В последния случай може да се наложи извършване на нови измервания.

61. Предварителна оценка на точността

61.1. Извършва се по резултатите от склучването на три или повече затворени геометрични фигури (т. 60).

61.2. По начина посочен в [прил. 10](#) се оценяват:

- а) средната квадратна грешка по всяка координатна ос и общата средна грешка;
- б) средната квадратна грешка по всяка координатна ос за един километър дължина на хордата и общата средна километрова грешка.

62. Изравнение. Извършва се по параметричен (посредствен) начин в Декартова пространствена правоъгълна координатна система. Обхваща няколко етапа, както следва:

62.1. За изходни се избират проектираните основни точки и временни опорни точки (т.т. 35, 36).

62.2. Изчислението на приблизителни координати на определяемите точки се извършва по един от следните начини:

- а) чрез последователни прави задачи с GPS-хордите, решавани от изходните към определяемите точки;
- б) при недостатъчен брой, неподходящо разположение или друга причина, поради която изходните точки не могат да се използват пълноценно, приблизителните координати се изчисляват съгласно т. 55.1.

62.3. Допуска се измерените хорди да се изравнят в свободна или включена мрежа, при което се разграничават следните случаи:

- а) когато изходните точки са определени със значително по-висока точност от определяемите, мрежата се изравнява като включена;
- б) когато изходните точки са с недостатъчен брой или точност, мрежата може да се изравни с една изходна точка; в този случай се избира най-точно определената точка от мрежата;
- в) в случаите по предходната точка може да се приложи изравнение на свободна мрежа и тогава Хелмертовото минимизационно условие се прилага към координатите на всички точки или на онези от тях, чиито приблизителни стойности са определени с най-висока точност;
- г) в случаите, когато точността на координатите на определяемите и изходните точки е съпоставима и стойността на изходните точки подлежи на уточнение, същите се въвеждат в изравнението със съответната им ковариационна матрица; ако данни за тази матрица липсват,

се прилага т. 62.3. б или т. 62.3. в, като дадените координати на изходните точки се приемат за приблизителни.

62.4. Априорната средна квадратна грешка на едно измерване се определя по резултатите от предварителната оценка на точността (т. 61).

62.5. В случаите по т. 62.3. б, в крайния резултат се получава, след като изравнените координати се трансформират в системата на изходните точки с помощта на S-трансформация ([прил. 20](#)), когато това стане възможно.

63. Оформление на крайните резултати

63.1. Резултатите от изравнението включват:

- а) наименование на обекта, начална и крайна дата на наблюденията;
- б) брой на изходните и определяемите точки, брой на измерените хорди;
- в) списък на изравнените правоъгълни и географски координати в система WGS 1984 с оценка на точността им;
- г) списък на изравнените координатни разлики и наклонени разстояния по измерени хорди;
- д) средна квадратна грешка за единица тежест и ковариационна матрица;
- е) други оценки на точността, свързани с положението на точките.

63.2. Крайните резултати от изравнението се записват във формуляр ([прил. 11](#)), към който се прилага схема ([прил. 13](#)).

Глава седма

ТРАНСФОРМИРАНЕ И ОПРЕДЕЛЯНЕ ПО ПОЛОЖЕНИЕ И ВИСОЧИНА

I. Трансформация на координати

64. Координатите на точките, определени с GPS, се трансформират в координатна система "1950 г." или "1970 г." и се представят в съответната проекционна равнина.

64.1. Координатна система "1950 г." е свързана с референтния елипсоид на Красовский и Гаусовата проекция, чрез която се определят два типа координатни зони - 3 и 6-градусови с осови меридиани съответно 24°, 27° и 21°, 27°.

64.2. Координатна система "1970 г." се състои от 4 зони, представляващи конични проекционни равнини със специално подбрани параметри, различни за всяка зона.

64.3. Ако са на разположение параметрите и формулите за преминаване от система "1970 г." в система "1950 г." и обратно, трансформирането на точките, определени с GPS в система "1970 г.", се извършва по реда на т. 65 след предварителното им преобразуване в система "1950 г.".

65. Изчисление на параметри за трансформиране на точки, определени с GPS в координатна система "1950 г."

65.1. Изчислението на трансформационните параметри се извършва по следния начин:

- а) избират се трансформационни точки съгласно т. 37;

б) Гаусовите координати на трансформационните точки се преобразуват в географски ([прил. 16](#));

в) изчисляват се геодезическите височини на трансформационните точки, ако е известно превишението на квазигеоида над елипсоида на Красовский ([прил. 3](#)); в противен случай, както и при недостатъчна точност на данните, геодезическите височини се приемат за равни на нула;

г) изчисляват се Декартовите пространствени координати на трансформационните точки ([прил. 17](#));

д) ако по преходните точки (т. 65.1. в, г) геодезическите височини на точките са приети за равни на нула, Декартовите пространствени координати на трансформационните точки, определени с GPS, се редуцират върху референтен елипсоид WGS 1984 по начина показан в [прил. 18](#);

е) поне с 4 трансформационни точки, определени по гореописания ред, се изчисляват параметрите на S-трансформация, с помощта на които точките, определени с GPS, се трансформират в система "1950 г." ([прил. 20](#)).

65.2. Получените трансформационни параметри се анализират по следния начин:

а) разглеждат се: оценката на точността на трансформационните параметри, средната квадратна грешка на едно измерване и остатъчните отклонения по координатните оси на точките;

б) изчислената стойност на средната квадратна грешка на едно измерване трябва да бъде в границите на 5-6 cm;

в) ако се получат големи стойности на средните квадратни грешки на трансформационните параметри, както и рязко отклоняващи се остатъчни отклонения, изходните данни и резултатите от обработката на GPS-измерванията се проверяват и ако е необходимо могат да се преизчислят.

г) ако след проверката на изходните данни и резултатите от обработката отново не се получат приемливи резултати, изчислението на трансформационните параметри се повтаря, след като се отстрани височинната информация (т. 65.1. в, д) или онази трансформационна точка, която получава най-големи по стойност остатъчни отклонения;

д) ако чрез отстраняване на трансформационни точки не може да се получат приемливи резултати, то е необходимо да се планира измерване с GPS на допълнителни трансформационни точки.

66. Трансформиране на координатите на GPS-точките в система "1950 г."

66.1. Ако се използват изчислените по реда на т. 65 параметри, трансформацията се извършва както следва:

а) Декартовите пространствени координати на точките, определени с GPS, се трансформират в Декартови пространствени координати в система "1950 г.", съгласно [прил. 20](#);

б) Декартовите пространствени координати в система "1950 г." се трансформират в географски ([прил. 17](#)) и в Гаусови ([прил. 16](#));

в) трансформационните параметри са валидни само в района, който се обхваща от трансформационните точки.

66.2. Ако се използват параметри и работни формули, предоставени от компетентните органи - ГУГКК и ВТС, трансформацията се извършва при изпълнение на дадените от тях указания.

67. Изчисление на параметри за трансформиране на точки, определени с GPS в координатна система "1970 г."

67.1. Изчислението на трансформационни параметри се извършва по следния начин:

а) избират се трансформационни точки съгласно т. 37;

б) ако е възможно преобразуването на координатите в система "1970 г." в географски и обратно, изчисленията продължават по реда на т. 65.1. в-е, т. 65.2 и т. 66;

в) с параметрите на елипсоид WGS 1984 Декартовите пространствени координати на трансформационните точки, определени с GPS, се преобразуват в географски ([прил. 17](#)), ако това не е направено преди (т.т. 58.1. д; т. 63.1. в);

г) географските координати, определени с GPS, се преобразуват в равнинни по начина посочен в [прил. 19](#);

д) поне с 4 трансформационни точки, определени по горния ред, се изчисляват параметрите на полиномна трансформация ([прил. 21](#));

е) препоръчва се използването на полиномна трансформация от втора степен; допускат се също полиноми от първа степен, когато обхванатият район е достатъчно малък.

67.2. Параметрите на полиномната трансформация се анализират по следния начин:

а) разглеждат се остатъчните отклонения на координатите на трансформационните точки; ако стойностите им са значителни или ако следват определена закономерност, степента на полиномите трябва да се повиши в случай, че броят на трансформационните точки позволява;

б) при възможност се препоръчва изчислението на параметрите в няколко варианта, с изменение на състава на трансформационните точки, а също така изключването на една от тях от изчисленията, с цел да се осигури външен контрол;

в) ако по реда на преходните точки от тази инструкция не могат да се получат устойчиви остатъчни отклонения със стойност до 5-6 см, изходните данни и резултатите от обработката на GPS-измерванията се проверяват; ако е необходимо, последните могат да се преизчислят;

г) ако след проверката на изходните данни и изчисленията отново не се получат приемливи резултати, то е необходимо да се планира измерване с GPS на допълнителни трансформационни точки.

68. Трансформиране на координатите на GPS-точките в система "1970 г."

68.1. Ако параметрите на полиномната трансформация са изчислени по реда на т. 67.1. д, координатите на точките, определени с GPS, се трансформират в система "1970 г.", съгласно [прил. 21](#).

68.2. Ако трансформацията в система "1970 г." се извършва чрез междинно преобразуване в система "1950 г." (т.т. 64.3, 67.1. б), трябва да се използва обратният преход между двете системи.

68.3. Ако се използват параметри и формули, предоставени от компетентните органи - ГУГК и ВТС, трансформацията се извършва при изпълнение на дадените от тях указания.

68.4. Тъй като в първите два случая (т.т. 68.1 и 68.2) трансформационните параметри са изцяло зависими от избора на трансформационни точки, използването им извън обхванатия от измерванията район е недопустимо.

69. Оформяне на резултатите от трансформацията

69.1. Когато не са определени трансформационни параметри, резултатите включват:

- а) работни формули и стойности на използваните трансформационни параметри, както и източникът, който ги е предоставил;
- б) в случай че е използван готов програмен продукт - наименование, версия, контролен номер и източникът, който го е предоставил;
- в) списък на трансформираниите координати.

69.2. Когато са определяни трансформационни параметри, резултатите включват:

- а) вид на трансформацията;
- б) стойности на изчислените параметри и оценка на точността им;
- в) изчислената средна квадратна грешка на едно измерване;
- г) остатъчните отклонения на трансформационните точки;
- д) списък на трансформираниите координати.

Трансформационните точки се отбелязват на схемата на GPS-мрежата със съответния символ ([прил. 13](#)).

69.3. Резултатите се оформят във формуляри за изчисление на трансформационни параметри и трансформираниите координати ([прил. 12](#)).

II. Изчисление на превишения и височини

70. Геодезическите височини на точките, определени с GPS, се отнасят към повърхността на референтния елипсоид WGS 1984. Преобразуването им в приетата височинна система се осъществява с помощта на стойностите на аномалията на височината, отчетени за всяка точка от модела на геоида (квазигеоида) за територията на страната или част от нея.

71. Преобразуване на височините, определени с GPS, при наличие на модел на геоида (квазигеоида)

71.1. Аномалията на височината се отчита от аналоговия (цифровия) модел на геоида по координати за всяка точка.

71.2. Модел на геоида може да се използва при следните условия:

- а) координатите на точките, измерени с GPS, да са определени в система WGS 1984 (ETRF-89);
- б) аномалията да се отчита спрямо референтен елипсоид WGS 1984 или да се преобразува към него с използване на допълнителна информация;
- в) отчетените аномалии да съответстват по точност на височините, определяни с GPS, а тази на разликата между аномалиите на съседни точки - на елипсоидните превишения, определяни с GPS.

72. Ако модел на геоида (квазигеоида) липсва или не може да се използва, се различават следните два случая за преобразуване на височините на точки, определени с GPS.

72.1. Координатите на точките, измерени с GPS, са определени в система WGS 1984 (ETRF-89). Аномалията на височината се изчислява като разлика между геодезическата и ортометричната (нормалната) височина на всяка трансформационна точка ([прил. 3](#)). Изхождайки от тези стойности, аномалията се интерполира числено или графически за новоопределяемите точки, при което:

а) броят на трансформационните точки е поне 4;

б) ако се обхваща площ, по-голяма от 10 x 10 km, особено в планински и полупланински райони, е необходимо да се включат допълнителни трансформационни точки;

в) числено интерполиране се осъществява с полиноми от първа или втора степен по координатите на точките, определени с GPS ([прил. 21](#)); получените резултати се анализират по реда на т. 67.2.

72.2. Координатите на точките, измерени с GPS, не са определени в система WGS 1984 (ETRF-89). Ортометричните (нормалните) височини на точките се определят чрез полиномна трансформация, изхождайки от тези на трансформационните точки, при което:

а) изчисляват се разликите между височините, определени с GPS, над елипсоид WGS 1984 и ортометричните (нормалните) височини на 8-10 трансформационни точки;

б) ако измерванията обхващат площ по-голяма от 10 x 10 km, се включват допълнителни трансформационни точки, а в планинските и полупланински райони разстоянието между тях не трябва да превишава 5 km;

в) построяват се интерполационни полиноми от втора степен ([прил. 21](#)) по координатите на точките, определени с GPS, и се анализират по реда на т. 67.2, след което се изчисляват височините на новоопределяемите точки;

г) използването на полиноми от първа степен се допуска само в равнинен район с размери до 5 x 5 km.

Глава осма

ОПАЗВАНЕ И ПОДДЪРЖАНЕ НА ТОЧКИТЕ ОТ GPS-МРЕЖИТЕ

I. Статут на точките от GPS-мрежите

73. Всички точки, определени с GPS и стабилизирани съгласно нормативните документи за основни геодезически мрежи, издадени от МТРС и МО, са държавна собственост. Те имат важно значение за икономиката и отбраната на страната, намират се под особена защита и подлежат на регистриране, проверка и поддържане.

74. Точките, определени с GPS, се стопанисват от МТРС-ГУКГ и МО-ВТС.

74.1. ВТС стопанисва точките, определени с GPS, които:

а) съвпадат с точки от ДГМ;

б) съвпадат с точки от мрежи със специално предназначение за нуждите на отбраната;

в) други точки и репери, построени от ВТС.

74.2. ГУКГ стопанисва точките, определени с GPS, които:

а) съвпадат с точки от ГММП, е изключение на онези, построени от ВТС по преходната точка 74.1;

б) съвпадат с репери от Държавната нивелация;

в) съвпадат с точки от Държавната гравиметрична мрежа.

75. Всички точки, определени с GPS, се опазват от органите на общинската администрация.

75.1. Предаването и приемането на точките за опазване се извършва с акт ([прил. 23](#)), съставен в два екземпляра. Единият екземпляр се съхранява от общинската администрация, а другият - от стопанисващия орган.

75.2. Стопанисващият орган извършва контрол по стопанисването на точките чрез своите специализирани служби.

76. Площта, върху която са построени точките, определени е GPS, е с ограничено ползване.

76.1. Върху такава площ не се допуска:

а) складиране на строителни материали, земеделска, промишлена и друга продукция;

б) изхвърлянето на отпадъци;

в) извършването на всякакво строителство без разрешение на съответния стопанисващ орган.

76.2. Инженерно-техническият персонал, извършващ геодезически и топографски работи:

а) има право на достъп до всяка точка, определени с GPS, за ползване, проверка или възстановяване; ако е необходимо, предварително се уведомява собственикът на мястото, където е разположена точката;

б) се задължава след завършване на работата на дадена точка да възстанови реда и оформлението на района около нея; той носи отговорност за нанесени щети и недобросъвестно отношение.

77. Промяна на положението на съществуващи точки, определени с GPS, може да се извършва единствено с разрешение на съответния стопанисващ орган.

77.1. При провеждане на мероприятия, в резултат на които се налага увреждане или унищожаване на точка, определени е GPS, изпълнителят на тези мероприятия съгласувано с органите на общинската администрация е длъжен да уведоми предварително органа, стопанисващ тази точка.

77.2. Възстановяването на повредени или унищожени точки се извършва с разрешение на съответния стопанисващ орган.

78. При установяване на повреда или унищожаване на точка вследствие на човешка дейност или природно бедствие общинската администрация или специализираната служба съставя констативен протокол, с който уведомява своевременно съответния стопанисващ орган.

79. При всички случаи на установени повреди или унищожаване на точки, вследствие на човешка дейност се съставя акт в четири екземпляра ([прил. 24](#)).

79.1. Когато повредата или унищожаването на точка, определени с GPS, е следствие на непредумишлено действие, извършителите заплащат глоба и обезщетение по реда на Закона за административните нарушения и наказания.

79.2. Размерът на обезщетението по т. 79.1 се определя въз основа на действителната стойност на материалите и работата, която трябва да се извърши за възстановяването на точката.

79.3. В случай на доказани умишлени действия за унищожаване на точка, определени с GPS, виновното лице носи наказателна отговорност.

II. Регистриране и проверка на състоянието на точките

80. Точките, определени с GPS, се регистрират и водят на отчет в ГУКГ и ВТС.

80.1. Въз основа на материалите и данните относно построяването, определянето, проверките и настъпилите промени в състоянието на точките стопанисващата специализирана служба създава и поддържа архивен фонд за GPS-мрежите.

80.2. Стопанисващата специализирана служба съставя и поддържа каталог (регистър) на точките, определени с GPS, и схеми на тяхното разположение в мащаб 1:50 000 ([прил. 14](#)).

81. Работите по проверка на състоянието на точките, определени с GPS, се извършва от ГУКГ и ВТС или се възлагат от тях на специализирани предприятия.

81.1. Проверката на състоянието включва:

а) откриване на точките;

б) възстановяване на външното оформление на точките и терена около тях;

в) откриване на подземните центрове на разрушени точки и възстановяване на надземните им центрове; извършва се съгласно действащите нормативни документи за поддържане на геодезическите мрежи;

г) съставяне или актуализиране на топографското описание на точките ([прил. 22](#)).

81.2. Точка с разрушен надземен център се счита за унищожена в следните случаи:

а) ако точката е била без подземен център;

б) ако се установи разрушаване на подземния център;

в) при явни признаци за унищожаване на точката - строеж, изземване на земни маси и др.;

г) когато взетите мерки за откриване на центровете не са дали резултат.

82. За резултатите от проверката на състоянието на точките се съставя акт ([прил. 25](#)), който се предава за съхранение в стопанисващата специализирана служба.

Приложение 1

РЕЧНИК НА ТЕРМИНИТЕ И СЪКРАЩЕНИЯТА

АБСОЛЮТНО КООРДИНАТНО ОПРЕДЕЛЕНИЕ - геодезическа задача, в която се търсят координатите на определяемата точка в дадена координатна система.

АЛМАНАХ - част от спътниковото съобщение, която съдържа данни за състоянието на спътниците от системата и приблизителни параметри на орбитите им.

АНТИСПУФИНГ (А-S) - мярка за защита на информацията, съдържаща се в спътниковите сигнали (вж. У-код). Служи за ограничаване на възможностите на потребителите на двучестотна апаратура, особено тези на кодови определения.

ГЕОДЕЗИЧЕСКИ ПРИЕМНИК - GPS-апаратура за високоточни относителни координатни определения с помощта на фазови измервания на носещата честота L1, или L1 и L2 на сигнала, приеман от спътниците.

ГИС - Географска информационна система.

ГММП - Геодезически мрежи с местно предназначение.

ГРАЖДАНСКИ ПОТЕРБИТЕЛ - вж. Несанкциониран потребител.

ДВОЙНА ФАЗОВА РАЗЛИКА - величина, получена като разлика между две единични фазови разлики, образувани от фазовите регистрации на сигнала на дадена честота от два различни спътника, приета в даден момент на две станции.

ДВУЧЕСТОТНИ ИЗМЕРВАНИЯ - GPS-измервания, при които се приемат честоти L1 и L2 и се регистрират съответните им кодове и (или) фази.

ДГМ - Държавна геодезическа мрежа.

ДИФЕРЕНЦИАЛНО GPS-ОПРЕДЕЛЕНИЕ - вид кодово определение, при което измерванията на неизвестната точка се коригират с тези на опорен приемник, работещ по същото време на точка с известни координати.

ЕДИНИЧНА ФАЗОВА РАЗЛИКА - величина, получена като разлика между фазовите измервания на сигнала от даден спътник на дадена честота, приет в определен момент на две различни станции.

ЕДНОЗНАЧНО РЕШЕНИЕ - вж. Фиксирано решение.

ЕДНОЧЕСТОТНИ ИЗМЕРВАНИЯ - GPS-измервания, при които се приема и регистрира C/A-код или C/A-код и фазата на носещата честота L1.

КОДОВ ПРИЕМНИК - апаратура за извършване на кодови GPS-определения (вж. също навигационен, негеодезически, топографски приемник).

КОДОВО GPS-ОПРЕДЕЛЕНИЕ - начин за определяне на координати с помощта на GPS, осъществяван с помощта на измервания на модулиращите кодове на спътниковия сигнал C/A-код и (или) P-код. Различават се диференциални и абсолютни кодови определения.

МАГ - Международна асоциация по геодезия (International Association of Geodesy - IAG).

МО - Министерство на отбраната.

МСВЗ - Международна служба за въртенето на Земята (International Earth Rotation Service - IERS).

МСГГ - Международен съюз по геодезия и геофизика (International Union of Geodesy and Geophysics - IUGG).

МТРС - Министерство на териториалното развитие и строителството.

НАВИГАЦИОНЕН ПРИЕМНИК - навигационна GPS-апаратура, функционираща въз основа на кодови измервания (вж. също кодов, негеодезически, топографски приемник).

НАВИГАЦИОННО РЕШЕНИЕ - абсолютно кодово определение на дадена точка, което обикновено се получава като подготвителен етап към фазовото определение.

НАВСТАР (NAVSTAR) - вж. GPS.

НЕГЕОДЕЗИЧЕСКИ ПРИЕМНИК - GPS-апаратура, предназначена за навигация или координатни определения с понижена точност посредством кодови измервания (вж. също кодов, навигационен, топографски приемник).

НЕЕДНОЗНАЧНО РЕШЕНИЕ - вж. Плаващо решение.

НЕСАНКЦИОНИРАН ПОТРЕБИТЕЛ - статут на всички потребители на GPS, които нямат права и технически средства за използване на пълните възможности на системата (вж. Антиспуфинг, S/A). Такива права се дават само на потребители, свързани с отбраната и сигурността на САЩ, и осигуряват значително по-големи възможности за координатни определения с метрова точност в реално време.

ОТНОСИТЕЛНО КООРДИНАТНО ОПРЕДЕЛЕНИЕ - геодезическа задача, при която положението на една точка се определя по отношение на друга, приета за известна в дадена координатна система.

ОТНОСИТЕЛНО GPS-ОПРЕДЕЛЕНИЕ - относително координатно определение, осъществено с помощта на едновременни наблюдения с геодезически приемници.

ПЛАВАЩО РЕШЕНИЕ - решение, при което координатите се получават, без да е определен точният брой на циклите (вълните) на носещата честота.

ПСЕВДОРАЗСТОЯНИЕ - регистрация на закъснението на сигнала от излъчването му от спътника до приемането му в антената, изразена в метрична мерна система (метри). Получава се в резултата на кодови измервания.

СЕАНС - период от време, в който се извършват GPS-измервания по определен план.

ТОПОГРАФСКИ ПРИЕМНИК - GPS-апаратура за кодови координатни определения на неподвижни или движещи се обекти, с приложение предимно в топографията и ГИС (вж. също кодов, навигационен, топографски приемник).

ФАЗОВО ИЗМЕРВАНЕ - регистрация на фазата на една от носещите честоти, приети от даден спътник, на дадена станция, в даден момент.

ФАЗОВА РАЗЛИКА - линейна комбинация от фазови измервания (вж. единична фазова разлика, двойна фазова разлика).

ФАЗОВО GPS-ОПРЕДЕЛЕНИЕ - физическа задача, осъществявана с помощта на измервания на фазата на носещата честота - L1 и (или) L2.

ФИКСИРАНО РЕШЕНИЕ - решение, при което координатите се получават при условие, че броят на циклите (вълните) на носещата честота е определен предварително.

ХЕЛМЕРТОВО УСЛОВИЕ - допълнително минимизационно условие в случаите на непълна определеност на изравняваната мрежа, водеща до непълен ранг на решаваната система уравнения. В GPS-мрежите обикновено се приема $X'X = \min$, където X е вектор на поправките към координатите на определяемите точки.

ХОРДА - правата линия, която свързва две геодезически точки (определени с едновременни GPS-измервания).

ЦИКЛИЧЕН ПАРАМЕТЪР - броят на циклите (вълните) на носещата честота, съдържащ се в уравнението на фазовото измерване или фазовата разлика.

ЦИКЛИЧНА ГРЕШКА - грешка на фазовите измервания, при която се нарушава следенето (броенето) на циклите (вълните) на носещата честота.

A-S (ANTI-SPOOFING) - вж. Антиспуфинг.

C/A-КОД - (Coarse Acquisition Code) - един от кодовете на GPS, с който се модулира честотата L1.

CIGNET (Cooperative International GPS Network) - мрежа от постоянни станции за GPS-наблюдения разположени в различни страни, създадена по инициатива на Националната геодезическа служба на САЩ за определяне на точни орбити на спътниците.

ETRF-89 (European Terrestrial Reference Frame) - Европейска геодезическа (земна) координатна система 1989 г. Съвпада с ITRF-89 за епоха 1989.

EUREF (European Reference Frame):

1) Общоевропейска координатна система "Еврореф"; материализира се едноименната мрежа; реализация на ETRF-89;

2) Наблюдателни кампании за разширяване на обхвата и усъвършенстване на едноименната координатна система.

GDOP (Geometric Dilution Of Precision) - фактор, който представя доколко разположението на спътниците е благоприятно за координатни определения. В идеалния случай $GDOP=1$, но е допустимо да се правят измервания и при по-големи стойности, до $GDOP=7$.

GPS (Global Positioning System или NAVSTAR) - Глобална система за координатни определения и навигация. Създадена от Министерството на отбраната на САЩ. Предстои официално да се въведе в експлоатация. Състои се от три дяла: космически, управленски и потребителски. Космическият дял включва 24 спътника в орбита (21 и 3 резерв), с период на една обиколка около 12 часа (височина средно 20-200 km над земната повърхност), разположени в шест орбитални равнини с наклон 55° . Всеки спътник излъчва две носещи честоти, $L1 = 1575,42$ MHz и $L2 = 1227,60$ MHz, модулирани с шумоподобни кодове с честоти, съответно C/A-код - 1,023 MHz и P-код - 10,23 MHz, както и с т. нар. спътниково съобщение - навигационни и други данни, които позволяват определянето на координатите на спътниците за момента на наблюдение. Кодовете позволяват да се измерва закъснението на сигналите по трасето от спътника до приемателната антена, откъдето чрез наблюдение на 4 спътника едновременно може в реално време да се изчислят координатите на движещи се и статични обекти с метрова точност. Измерването на фазата на носещите сигнали позволява определянето на относителното положение на едновременно наблюдаващите приемници с висока точност.

IGS (International GPS Geodynamic Service) - международна служба, създадена с одобрението на МСГГ и МАГ, която включва няколко десетки постоянни станции за GPS-измервания по света и цели решаването на различни фундаментални и приложни задачи, в т.ч. определянето на високоточни орбити на спътниците.

ITRF (International Terrestrial Reference Frame) - реализация на ITRS. Конкретизира се с годината на публикуването ѝ във формат ITRF-yy; yy - последните две цифри на годината: ITRF -89, ITRF -90,...

ITRS (International Terrestrial Reference System) - международна геодезическа (земна) координатна система, препоръчана от МСГГ и МАГ в качеството на световна геодезическа координатна система.

L1 - първа носеща честота на GPS, $L1=1575$ MHz. Модулирана с C/A- код, P-код и спътниково съобщение (вж. GPS).

L2 - втора носеща честота на GPS, $L2=122,60$ MHz. Модулирана с P-код и спътниково съобщение (вж. GPS).

L3 - линейна комбинация на $L1$ и $L2$, освободена от влиянието на йоносферната рефракция.

P-код (Precise Code) - един от кодовете на GPS, с който се модулират честоти $L1$ и $L2$. По команда от центъра за управление може да бъде заменен със секретния Y-код.

RAM (Random Access Memory) - запаметяващо устройство с възможност за записване на информация и възпроизвеждане; оперативна памет.

RINEX (Receiver Independent Exchange Format) - унифициран, международно приет формат за обмен на GPS-измервания.

S/A (Selective Availability) - умишлено огрубяване на информацията, съдържаща се в C/A-код, и спътниковото съобщение, постигано чрез допълнително модулиране на сигнала по команда от центъра за управление с цел ограничаване на възможностите на несанкционирани потребители на реално време координатни определения с метрова точност.

S-ТРАНСФОРМАЦИЯ (Similarity Transformation) - подобна (Хелмертова) трансформация: начин за привеждане на координати от една система в друга с помощта на ортогонални преобразувания (транслация и ротация) и еднакво изменение на мащаба по двете координатни оси.

WGS 1984 (World Geodetic System 1984):

1) Световна геодезическа система, определена по отношение на координатното начало с точност около 1 m. Използването ѝ се препоръчва от МСГГ и МАГ в случаите, когато се изисква точност на абсолютните координатни определения в рамките на 1 m. В тези граници съвпада с ITRS и ETRF-89.

2) Общоземен геоцентричен референтен елипсоид с параметри: $a = 6378\ 137$ m, $1/f = 298,257\ 223\ 563$.

Y-КОД - секретен код, с който се прави невъзможно приемането на P-код от граждански потребители. Може да се активира по команда от центъра за управление на GPS като мярка за допълнителна защита на информацията, съдържаща се в спътниковия сигнал и за предпазване от имитационни сигнали. Известен също като "Антиспуфинг".

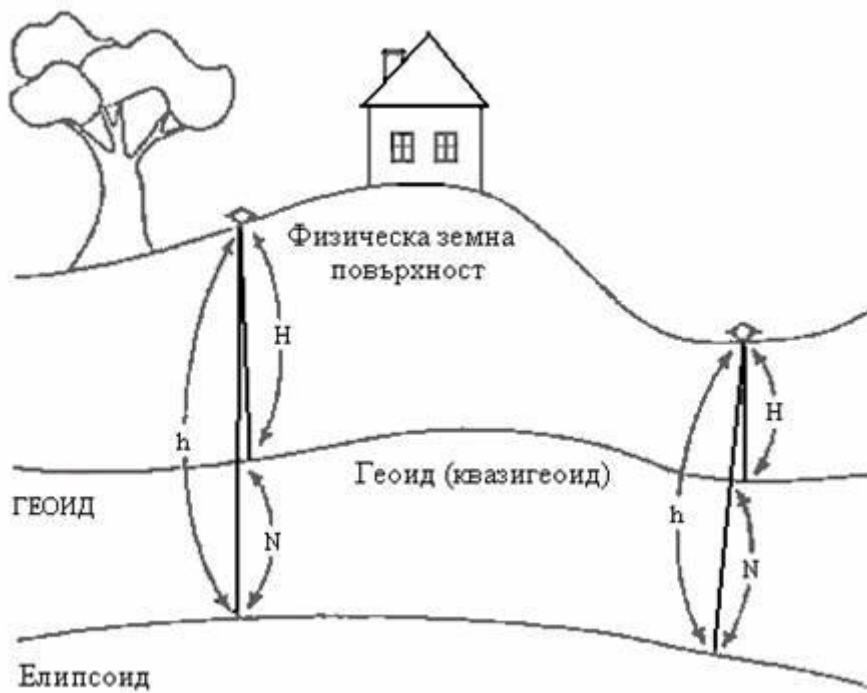
Приложение 2 (към т. 9)

СХЕМА НА ТОЧКИТЕ ОТ МРЕЖАТА EUREF В БЪЛГАРИЯ



Приложение 3 (към т. 65 и 72)

ОРТОМЕТРИЧНИ И ГЕОДЕЗИЧЕСКИ ВИСОЧИНИ



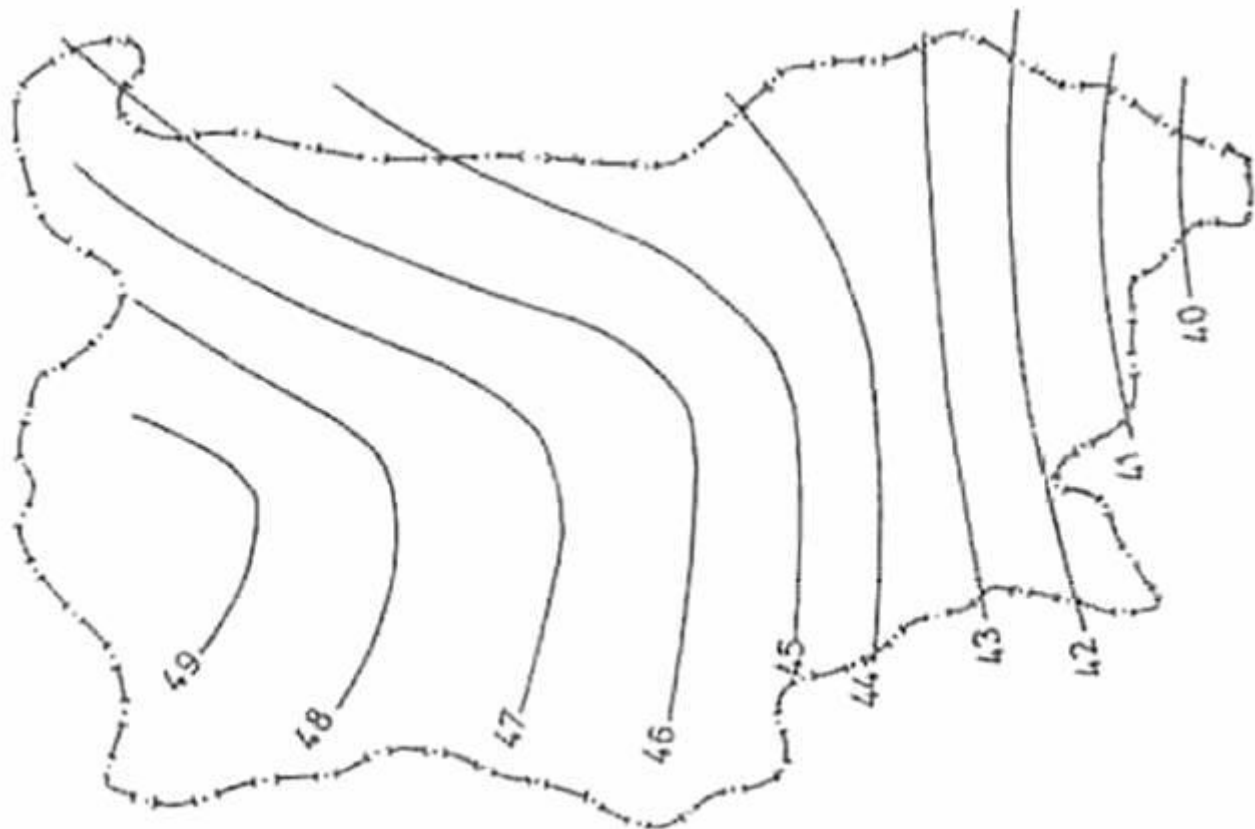
$$N+H=h$$

N - Височина на геоида

H - Ортометрична (нормална) височина

h - Геодезическа (елипсоидна) височина

**ВИСОЧИНА НА КВАЗИГЕОИДА N НА ТЕРИТОРИЯТА НА БЪЛГАРИЯ [m]
РЕФЕРЕНТЕН ЕЛИПСОИД WGS 1984**



Приложение 4 (към т. 25)

ПРИМЕРНО ОБОРУДВАНЕ НА СЪСТАВА ЗА GPS-ИЗМЕРВАНИЯ

1. Апаратура и принадлежности:

- GPS-приемници 2
- портативен компютър 2
- радиотелефони 2
- автомобили 2
- спомагателни принадлежности:
- аккумулятори 2
- устройства за зареждане на аккумулятори 1-2
- триноги 2
- приспособление за центриране върху стълб 2
- дребни инструменти -
- отвеси, ролетки и пр. по два броя
- консумативи (носител на информация) -
- дискети, касети, картички по преценка

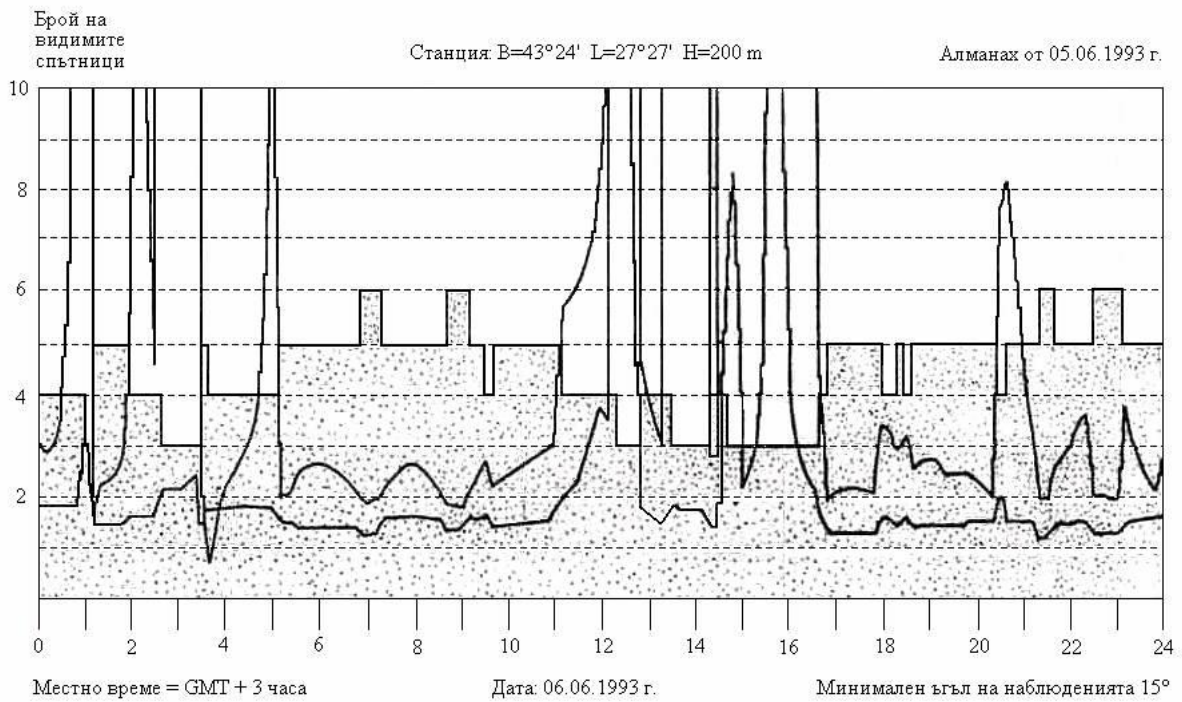
2. Препоръчителна минимална конфигурация на компютрите

	портативен:	стационарен:
- процесор/честота	DX 486/33 MHz	DX 486/50 MHz
- твърд диск	120 MB	300 MB

- флопи диск	1/3,5"	1/3,5"
- серийни портове	1-2	1-2
- мишка	1	1
- паралелни портове	1	1
- принтер	-	матричен
- стример	-	1/250 MB
- компакт-диск		желателно

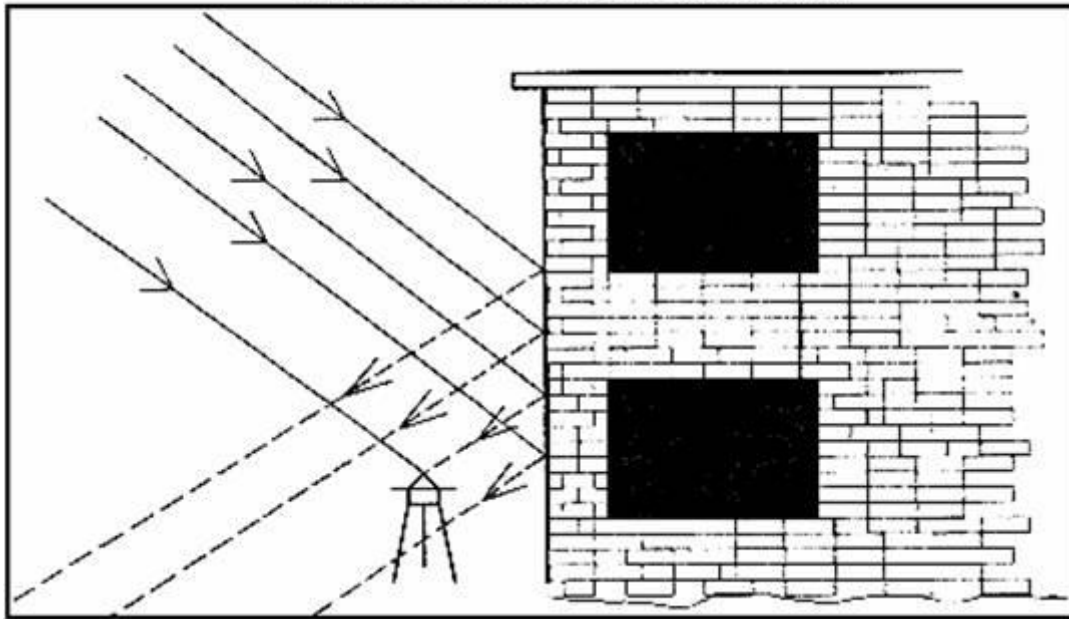
Приложение 5 (към т. 39)

ГРАФИК НА ВИДИМОСТТА НА СПЪТНИЦИТЕ

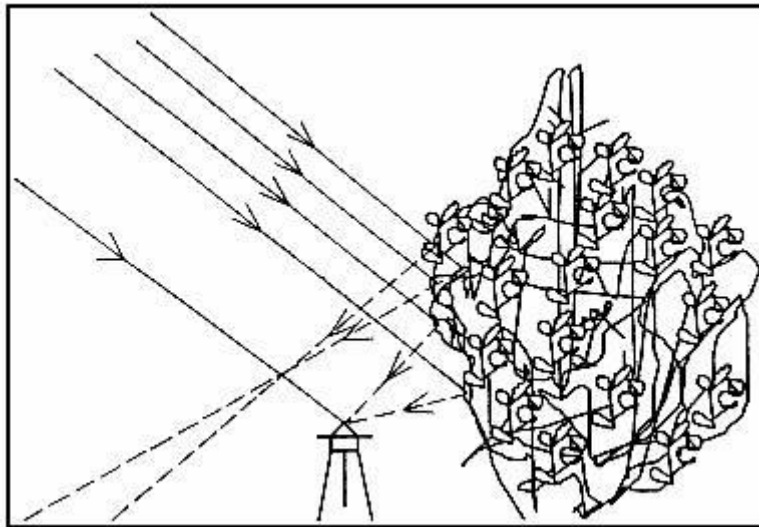


Приложение 6 (към т. 14)

ПРЕКИ И ОТРАЗЕНИ СИГНАЛИ



А. В населено място



Б. Отразени сигнали от растителната покривка – дървета, храсти и др.

- Прям сигнал от спътника
- - - - - Отразен сигнал
- Огряваща повърхност

Приложение 9 (към т. 58)

ФОРМУЛЯР ЗА ИЗЧИСЛЕНИЕ НА ХОРДА

Задача	Обект
Дата на измерване	Сеанс от _____ до _____ часа

Хорда
 -

Приемници

Тип	No.	Тип	No.
-----	-----	-----	-----

Ексцентрични елементи

X/j	X/j
Y/l	Y/l
Z/h	Z/h

Програмен продукт	Версия
-------------------	--------

Формат на изходните данни	Вътрешен	£	RINEX	£					
Орбитни данни	Навигационно съобщение		£		Други				
Тип на решението	L1	£	L2	£	L1+ L2	£	L3	£	Друго
Брой спътници	Цели/Половинки цикли			L1	L2				
Брой измервания	D ¹		D ²		Скорост на регистрация				
Координатна система	WGS 1984		£	Друга					

Резултати от изчислението

Хорда		Оценка на точността	
DX	[m]	S _{DX}	[m]
DY	[m]	S _{DY}	[m]
DZ	[m]	S _{DZ}	[m]

Средна квадратна грешка на едно измерване: [m]

Корелационна матрица

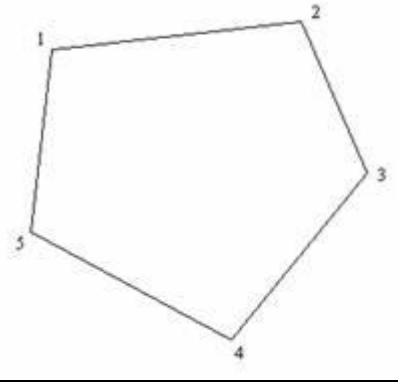
	Q _{DX}	Q _{DY}	Q _{DZ}
Q _{DX}			
Q _{DY}			
Q _{DZ}			

..... Изчислил:

гр. (с.) (.....)

Приложение 10 (към т.т. 60 и 61)

ФОРМУЛЯР ЗА СКЛЮЧВАНЕ НА ФИГУРИ

№ на фиг.	Схема на фигурата	Хорда	Координатни разлики			Дължина на хордата
			DX [m]	DY [m]	DZ [m]	S [m]
j		(1-2) (2-3) (3-4) (4-5) (5-1)				
		Сума:	w _x	w _y	w _z	P

Предварителна оценка на точността по несъвпаденията във фигурите

- | | |
|---|---|
| n - брой на фигурите | w _i - несъвпадение в i-та фигура |
| i - номер на фигурата (i=1, 2, n) | P _i - периметър на фигурата (km) |
| k _i - брой на върховете на i-та фигура | S _j - дължини на хордите (j=1, 2, k _i) |

$$m_x = \sqrt{\frac{1}{n} \left[\frac{w_x w_x}{k} \right]}$$

$$m_x = \sqrt{\frac{1}{n} \left[\frac{w_x w_x}{P_i} \right]}$$

$$m_x = \sqrt{\frac{1}{n} \left[\frac{w_x w_x}{k} \right]}$$

$$m_x' = \sqrt{\frac{1}{n} \left[\frac{w_x w_x}{P_x} \right]}$$

$$m_y = \sqrt{\frac{1}{n} \left[\frac{w_y w_y}{k} \right]}$$

$$m_y' = \sqrt{\frac{1}{n} \left[\frac{w_y w_y}{P_y} \right]}$$

$$M = \sqrt{\frac{1}{3} (m_x^2 + m_y^2 + m_z^2)}$$

$$M' = \sqrt{\frac{1}{3} (m_x'^2 + m_y'^2 + m_z'^2)}$$

.....

Съставил:

гр. (с.)

(.....)

Приложение 11 (към т. 63)

ФОРМУЛЯР ЗА РЕЗУЛТАТИТЕ ОТ ИЗРАВНЕНИЕТО

Програмен продукт		Версия		Дата	
Вид на изравнението		Включена мрежа	£	Свободна мрежа	£
Брой на точките:		Общ	Изходни	Определяеми	
Брой на хордите:					
Координатна система		WGS 1984		Друга	
Изходни точки	X (j)	Y (l)	Z (h)	Източник на данните	

РЕЗУЛТАТИ ОТ ИЗРАВНЕНИЕТО

Средна квадратна грешка на едно измерване	Преди изравнението	След изравнението

Правоъгълни координати

Номер на точка	X	m_x	Y	m_y	Z	m_z

Корелационна матрица

Номер на точка	(1)			(2)			(3)		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
(1)	(1,1)								
	(1,2)	(2,2)							
	(1,3)	(2,3)	(3,3)						
(2)	(1,4)	(2,4)	(3,4)	(4,4)					
	(1,5)	(2,5)	(3,5)	(4,5)	(5,5)				
	(1,6)	(2,6)	(3,6)	(4,6)	(5,6)	(6,6)			
(3)	(1,7)	(2,7)	(3,7)	(4,7)	(5,7)	(6,7)	(7,7)		
	(1,8)	(2,8)	(3,8)	(4,8)	(5,8)	(6,8)	(7,8)	(8,8)	
	(1,9)	(2,9)	(3,9)	(4,9)	(5,9)	(6,9)	(7,9)	(8,9)	(9,9)
(4)	(1,10)	(2,10)	(3,10)	(4,10)	(5,10)	(6,10)	(7,10)	(8,10)	(9,10)
	(10,10)								
	(1,11)	(2,11)	(3,11)	(4,11)	(5,11)	(6,11)	(7,11)	(8,11)	(9,11)
	(10,11)	(11,11)							
	(1,12)	(2,12)	(3,12)	(4,12)	(5,12)	(6,12)	(7,12)	(8,12)	(9,12)
	(10,12)	(11,12)	(12,12)						

.....

Изчислил:

гр. (с.)

(.....)

Приложение 12 (към т. 69)

**Ф о р м у л я р
за трансформация на координати и височини от една система в друга**

а) за координати

Идентични точки - регистър

№ на точка	Изходна система		Система за трансформация		Остатъци	
	X	Y	x	y	v_x	v_y
1						
2						
3						
4						

Трансформационни параметри

Означение	Стойност	Средна грешка
a_0		
a_1		
a_2		
a_3		
a_4		
a_5		
b_0		
b_1		
b_2		
b_3		
b_4		
b_5		

Стандартно отклонение

$m_e =$

Трансформирани координати

№ точка	Изходна система		Трансформирани координати в система	
	X	Y	x	y
1				
2				
3				
4				

б) за височините

Идентични точки - регистър

№ точка	Изходни координати и височини			Система за трансформация
	X	Y	H	h
1				
2				
3				
4				

Трансформационни параметри

Означение	Стойност	Средна грешка
c_0		
c_1		
c_2		
c_3		
c_4		
c_5		

Стандартно отклонение

$m_e =$

Трансформирани височини

№ точка	Изходни координати и височини			Трансформирани височини
	X	Y	H	h
1				
2				
3				
4				

.....

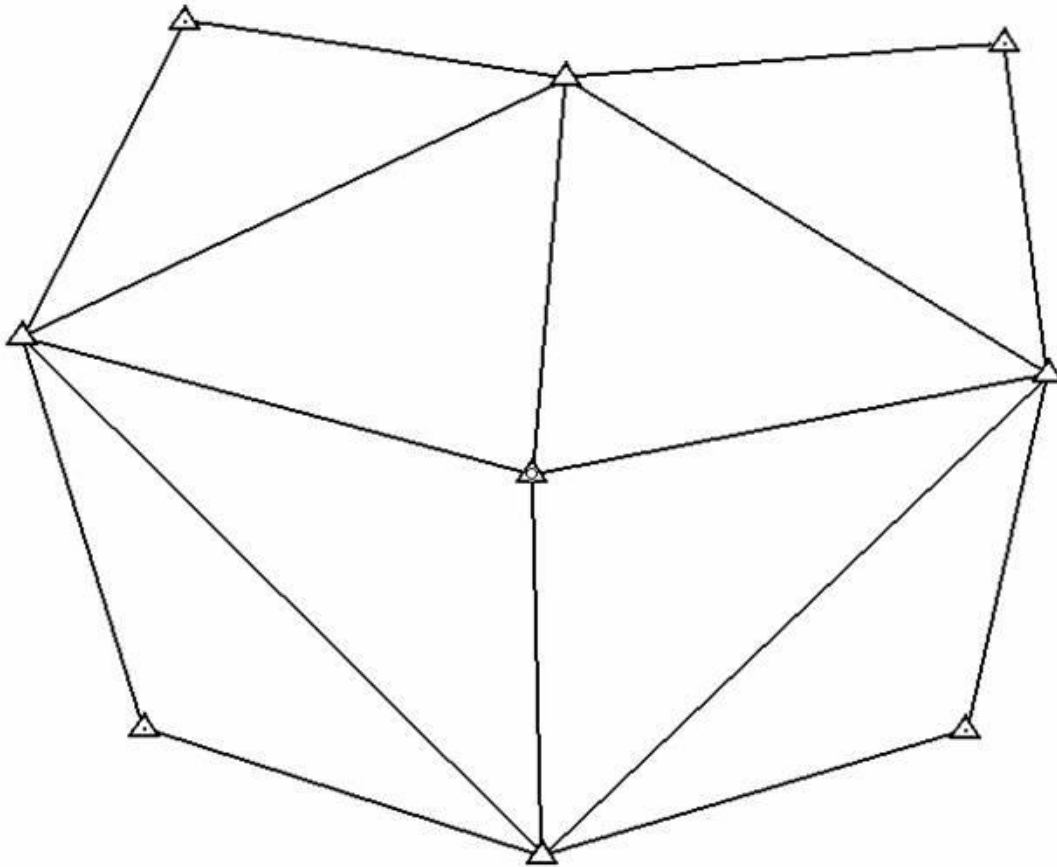
Изчислил:

гр. (с.)

(.....)

Приложение 13 (към т.т. 65 и 69)

СХЕМА НА GPS-МРЕЖАТА



Легенда



Определяема точка



Изходна точка



Трансформационна точка

.....

Съставил:

гр. (с.)

(.....)

Приложение 14 (към т. 80)

РЕГИСТЪР НА КООРДИНАТИТЕ И ВИСОЧИНИТЕ НА ТОЧКИТЕ

1. Изчислени координати

Координатна система "WGS 1984"

№ по ред	Номер на точките	Правоъгълни координати			Геодезически координати		
		X	Y	Z	φ	λ	h

2. Трансформирани координати

Координатна система "1970 г."

№ по ред	Проекционни координати		Нормална (ортометрична) височина	Височина на геоида N	Картен лист в мащаб 1:5000
	x	y			

.....

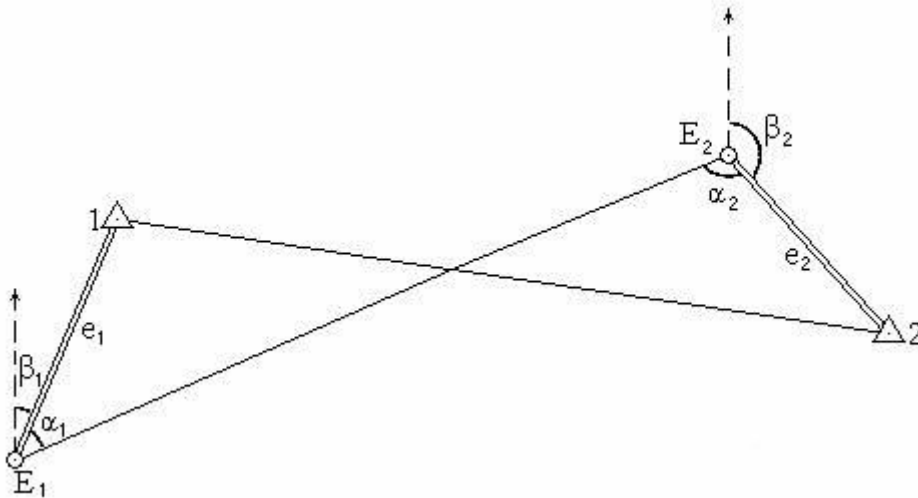
Съставил:

гр. (с.)

(.....)

Приложение 15 (към т. 49)

ПРИВЕЖДАНЕ НА ЕКСЦЕНТРИЧНИ GPS-ИЗМЕРВАНИЯ КЪМ ЦЕНТРОВЕТЕ НА ГЕОДЕЗИЧЕСКИТЕ ЗНАЦИ



ИЗМЕРЕНИ И ДАДЕНИ ВЕЛИЧИНИ

1. Измерена GPS-хорда между ексцентричните точки E_1 и E_2 :

$$r_e(\Delta X_e, \Delta Y_e, \Delta Z_e)$$

2. Измерени ексцентрични елементи:

e_1, e_2 – ексцентрични разстояния;

α_1, α_2 – ексцентрични хоризонтални ъгли;

β_1, β_2 – ексцентрични зенитни ъгли.

3. Приблизителни GPS-координати на определяемите точки:

т. 1 (X_1, Y_1, Z_1)

т. 2 (X_2, Y_2, Z_2)

4. Приблизителни географски координати на ексцентричните точки:

$E_1 - (\varphi_1, \lambda_1);$

$E_2 - (\varphi_2, \lambda_2);$

ИЗЧИСЛЕНИЯ

1. Изчисленията на векторите \mathbf{n} , \mathbf{t} и \mathbf{b} в точките E_1 и E_2 :

$$\mathbf{n}_i (\cos\varphi_i \cos\lambda_i, \cos\varphi_i \sin\lambda_i, \sin\varphi_i)$$

$$\mathbf{t}_i (-\sin\varphi_i \cos\lambda_i, -\sin\varphi_i \sin\lambda_i, \cos\varphi_i)$$

$$\mathbf{b}_i (\sin\lambda_i, \cos\lambda_i, 0)$$

2. Изчисление на единичните хордови вектори \mathbf{I}_{ik} от ексцентричните точки към центровете:

$$\mathbf{I}_{ik} = \mathbf{n}_i \cos \beta_{ik} + (\mathbf{t}_i \cos A_{ik} + \mathbf{b}_i \sin A_{ik}) \sin \beta_{ik}$$

$$\operatorname{tg} A_{ik} = \frac{b_1^x \Delta X_{ik} + b_1^y \Delta Y_{ik}}{t_1^x \Delta X_{ik} + t_1^y \Delta Y_{ik} + t_1^z \Delta Z_{ik}}$$

$$A_1 = A_{12} - \alpha_1$$

$$A_2 = A_{12} - \alpha_2$$

3. Изчисление на единичните хордови вектори \mathbf{I}_{ik} от ексцентричните точки към центровете:

$$\Delta X_1 = l_x^1 e_1$$

$$\Delta Y_1 = l_y^1 e_1$$

$$\Delta Z_1 = l_z^1 e_1$$

$$\Delta X_2 = l_x^2 e_2$$

$$\Delta Y_2 = l_y^2 e_2$$

$$\Delta Z_2 = l_z^2 e_2$$

.....

Изчислил:

гр. (с.)

(.....)

Приложение 16 (към т.т. 65 и 66)

ТРАНСФОРМАЦИЯ НА ГЕОДЕЗИЧЕСКИ ГЕОГРАФСКИ КООРДИНАТИ (φ, λ) В ГАУСОВИ КООРДИНАТИ (x, y) И ОБРАТНО

1. Трансформация на геодезически географски координати (φ, λ) в Гаусови координати (x, y)

$$x = x_0 + dx$$

$$y = y_0 + dy,$$

където:

$$dx = \frac{1}{2} N \cos^2 \varphi t l^2 + \frac{1}{24} N \cos^4 \varphi t (5 - t^2 + 9\eta^2 + 4\eta^4) \gamma^4 + \frac{1}{720} N \cos^6 \varphi t (61 - 58t^2 + t^4) \gamma^6$$

$$dy = N \cos \varphi l + \frac{1}{6} N \cos^3 \varphi (1 - t^2 + \eta^2) l^3 + \frac{1}{120} N \cos^5 \varphi (5 - 18t^2 + t^4 + 14\eta^2 - 58t^2\eta^2) l^5$$

при $t = tg \varphi$, $l = \lambda - \lambda_0$;

$$\begin{aligned} x_0 = & a(1 - e^2) \left(1 - \frac{3}{4} e^2 + \frac{45}{64} e^4 + \frac{350}{512} e^6 + \frac{11025}{16384} e^8 \right) \varphi - \\ & - \frac{1}{2} a(1 - e^2) \left(\frac{3}{4} e^2 + \frac{60}{64} e^4 + \frac{525}{512} e^6 + \frac{17640}{16384} e^8 \right) \sin 2\varphi + \\ & + \frac{1}{4} a(1 - e^2) \left(\frac{15}{64} e^4 + \frac{210}{512} e^6 + \frac{8820}{16384} e^8 \right) \sin 4\varphi - \\ & - \frac{1}{6} a(1 - e^2) \left(\frac{35}{512} e^2 + \frac{2520}{16384} e^8 \right) \sin 6\varphi + \frac{1}{8} a(1 - e^2) \frac{315}{16384} e^8 \sin 8\varphi \end{aligned}$$

$$y_0 = N_0 \cdot 10^4 + 5 \cdot 10^3,$$

където N_0 – номер на зоната: за 6^о-ова зона $N_0 = (\lambda_0 + 3^\circ) / 6$, за 3^о-ова зона $N_0 = \lambda_0 / 3$; λ_0 – осев меридиан на зоната.

2. Трансформация на Гаусови координати (x, y) в геодезически географски координати (φ, λ)

$$\varphi = \varphi_0 + A_2 dy^2 + A_4 dy^4 + A_6 dy^6$$

$$\lambda = \lambda_0 + B_1 dy + B_3 dy^3 + B_5 dy^5$$

където:

$$dy = y - y_0$$

$$y_0 = N_0 \cdot 10^4 + 5 \cdot 10^3,$$

$$A_2 = -\frac{t(1 + \eta^2)}{2N^2},$$

$$A_4 = \frac{t}{24N^4} (5 + 3t^3 + 6\eta^2 - 6t^2\eta^2 - 3\eta^4 - 9t^2\eta^4),$$

$$A_6 = -\frac{t}{720N^6} (61 + 90t^2 + 45t^4),$$

$$B_1 = \frac{1}{N \cos \varphi_0},$$

$$B_3 = -\frac{1}{6N^3 \cos \varphi_0} (1 + 2t^2 + \eta^2)$$

$$B_3 = \frac{1}{120N^3 \cos \varphi_0} (5 + 28t^2 + 24t^4 + 6\eta^2 + 8t^2\eta^2)$$

$$t = tg \varphi$$

Величината φ_0 се изчислява итеративно

$$\varphi_0^{(i)} = \varphi_0^{(i-1)} + (S_2 \sin 2\varphi_0^{(i-1)} - S_3 \sin 4\varphi_0^{(i-1)} + S_4 \sin 6\varphi_0^{(i-1)} - S_5 \sin 8\varphi_0^{(i-1)}) / S_1$$

за $i = 1, 2, \dots$, след като се приеме

$$\varphi_0^{(0)} = \frac{x}{S_1 \alpha (1 - e^2)}$$

и се изчисляват коефициентите:

$$S_1 = 1 + \frac{3}{4}e^2 + \frac{45}{64}e^4 + \frac{175}{256}e^6 + \frac{11025}{16384}e^8$$

$$S_2 = \frac{3}{8}e^2 + \frac{15}{32}e^4 + \frac{525}{1024}e^6 + \frac{2205}{4096}e^8$$

$$S_3 = \frac{15}{256}e^4 + \frac{105}{1024}e^6 + \frac{2205}{16384}e^8$$

$$S_4 = \frac{35}{3072}e^6 + \frac{105}{4096}e^8$$

$$S_5 = \frac{315}{131072}e^8$$

до постигане на необходимата точност, т.е. $|\varphi_0^{(i)} - \varphi_0^{(i-1)}| < \varepsilon$, където ε – достатъчно малко положително число.

Номерът на зоната N_0 се определя както следва: за 6° зона $N_0 = (\lambda_0 + 3^\circ) / 6$, за 3° зона $N_0 = \lambda_0 / 3$; λ_0 – осев меридиан на зоната.

3. Параметри на референтния елипсоид ("Красовский"):

$$a = 6378245 \text{ m,}$$

$$e^2 = 6.693421623E-3,$$

$$N = \frac{a}{\sqrt{(1 - e^2 \sin^2 \varphi)}},$$

$$\eta^2 = e'^2 \cos^2 \varphi.$$

Приложение 17 (към т.т. 65-67)

**ТРАНСФОРМАЦИЯ
НА ГЕОДЕЗИЧЕСКИ ГЕОГРАФСКИ КООРДИНАТИ (φ, λ, h)
В ПРАВОЪГЪЛНИ ПРОСТРАНСТВЕНИ КООРДИНАТИ (X, Y, Z)
И ОБРАТНО**

1. Трансформация на геодезически географски координати (φ, λ, h) в правоъгълни пространствени координати (X, Y, Z):

$$X = (N+h) \cos \varphi \cos \lambda$$

$$Y = (N+h) \cos \varphi \sin \lambda$$

$$Z = (N+h - e^2 N) \sin \varphi,$$

където:

$$N = \frac{a}{\sqrt{(1 - e^2 \sin^2 \varphi)}}.$$

2. Трансформация на правоъгълни пространствени координати (X, Y, Z) в геодезически географски координати (φ, λ, h).

а) итеративен начин

$$\varphi^0 = \arctg \frac{Z}{(1 - e^2) \sqrt{X^2 + Y^2}};$$

За $i=1, 2, \dots$ се извършват итерациите:

$$N^{(i)} = \frac{a}{\sqrt{(1 - e^2 \sin^2 \varphi^{(i-1)})}},$$

$$\varphi^{(i)} = \arctg \frac{Z + e^2 N^{(i)} \sin \varphi^{(i-1)}}{\sqrt{X^2 + Y^2}},$$

до удовлетворяване на неравенството $|\varphi^{(i)} - \varphi^{(i-1)}| < \varepsilon$, където ε - достатъчно малко положително число, отговарящо на необходимата точност (например 0.00005").

$$h = \sqrt{X^2 + Y^2} \cos \varphi + (Z + e^2 N \sin \varphi) \sin \varphi - N$$

$$\lambda = \operatorname{arctg} \frac{Y}{X}$$

б) пряк начин

$$h = \frac{A}{N'}(A - a),$$

където:

$$A^2 = X^2 + Y^2 + Z^2(1 + e'^2),$$

$$N'^2 = X^2 + Y^2 + Z^2(1 + e'^2)^2;$$

$$\operatorname{tg} \varphi' = \frac{Z(1 + e'^2)}{\sqrt{X^2 + Y^2}},$$

$$\varphi = \operatorname{arctg}(k \operatorname{tg} \varphi'),$$

където:

$$k = \frac{1}{1 + \frac{h}{N'} e'^2};$$

$$\lambda = \operatorname{arctg} \frac{Y}{X}.$$

3. Параметрите на референтния елипсоид а, е и е' имат следните стойности

Елипсоид	"Красовский"	"WGS 1984"
a	6 378 245 m	6 378 137 m
e ²	6.693 421 623E-3	6.694 379 990E-3
e' ²	6.378 525 415E-3	6.739 496 742E-3

Приложение 18 (към т.65)

ТРАНСФОРМАЦИЯ НА ПРАВОЪГЪЛНИ ПРОСТРАНСТВЕНИ КООРДИНАТИ В ПРАВОЪГЪЛНИ ПРОСТРАНСТВЕНИ КООРДИНАТИ ВЪРХУ ПОВЪРХНОСТТА НА ЕЛИПСОИДА

I начин:

а) Трансформират се X , Y и Z във φ , λ и h (**приложение 17**);

б) Изчисляват се X_0 , Y_0 , Z_0 ;

$$X_0 = N \cos \varphi \cos \lambda$$

$$Y_0 = N \cos \varphi \sin \lambda$$

$$Z_0 = N(1 - e^2) \sin \varphi$$

II начин:

Решава се системата от две уравнения с две неизвестни r_0 и Z_0

$$r_0^2 + Z_0^2(1 + e'^2) - a^2 = 0$$

$$r_0(Z - Z_0) - Z_0(r - r_0)(1 + e'^2) = 0$$

където:

$$r^2 = X^2 + Y^2$$

$$r_0^2 = X_0^2 + Y_0^2$$

Решението на системата се свежда до решаване на уравнение от четвърта степен, откъдето се получава неизвестното r_0

$$r_0^4 + Ar_0^3 + Br_0^2 + Cr_0^2 + D = 0$$

където:

$$A = -\frac{2r}{e'^2}$$

$$B = \frac{r^2}{e'^4} + \frac{Z^2}{e'^2 e'^2} - a^2$$

$$C = -Aa^2$$

$$D = \frac{AC}{4}$$

С помощта на r_0 се изчисляват и координатите X_0, Y_0, Z_0 .

$$X_0 = \frac{r_0}{r} X$$

$$Y_0 = \frac{r_0}{r} Y$$

$$Z_0 = \sqrt{(a^2 - r_0^2)(1 - e^2)}$$

Приложение 19 (към т.67)

ТРАНСФОРМАЦИЯ НА ГЕОДЕЗИЧЕСКИ ГЕОГРАФСКИ КООРДИНАТИ (φ, λ) В КОНИЧНИ ЛАМБЕРТОВИ КООРДИНАТИ (X_L, Y_L)

Формули:

$$X_L = X_0 - \rho \cos \delta$$

$$Y_L = Y_0 + \rho \sin \delta,$$

където:

$$\delta = \alpha(\lambda - \lambda_0),$$

$$\rho = \frac{\rho_1}{U^\alpha}$$

$$\rho_1 = \frac{r_0 U_0^\alpha}{\alpha}$$

$$\alpha = \sin \varphi_0$$

$$U = \operatorname{tg} \left(\frac{\varphi}{2} + \frac{\pi}{4} \right) \left(\frac{1 - e \sin \varphi}{1 + e \sin \varphi} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$r_0 = \frac{a \cos \varphi_0}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi_0}}$$

U_0 се изчислява като U , но с аргумент φ_0

Препоръчителни приблизителни параметри за зоните:

Зона	φ_0	λ_0	$X_0(m)$	$Y_0(m)$
K3	43° 32' 00"	26° 14' 00"	11 444 702	8 503 568
K5	42° 16' 00"	23° 25' 00"	11 584 124	9 506 414
K7	43° 32' 00"	26° 13' 00"	11 444 702	9 503 568
K9	42° 16' 00"	23° 25' 00"	11 584 124	8 506 414

ТРАНСФОРМАЦИЯ НА КОНИЧНИ ЛАМБЕРТОВИ КООРДИНАТИ XL и YL В ГЕОДЕЗИЧЕСКИ ГЕОГРАФСКИ КООРДИНАТИ φ и λ

Изчисляват се с помощните величини:

$$U_0 = \operatorname{tg} \left(\frac{\varphi_0}{2} + \frac{\pi}{4} \right) \left(\frac{1 - e \sin \varphi_0}{1 + e \sin \varphi_0} \right)^{\frac{e}{2}}$$

$$\rho_\alpha = \frac{r_0 U_\alpha}{\alpha}; \quad r_0 = \frac{a \cos \alpha_0}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \alpha_0}}$$

Изчислението се извършва по формулите:

$$x = X_\alpha - X_L = \rho \cos \delta$$

$$y = Y_L - Y_\alpha = \rho \sin \delta,$$

където:

$$\rho = \sqrt{x^2 + y^2}; \quad \operatorname{tg} \delta = \frac{y}{x}$$

Тогава за географската дължина получаваме:

$$\lambda = \lambda_\alpha + \frac{\delta}{\alpha}.$$

Изчислението на φ се извършва чрез итерации по формулите:

$$\ln U = (\ln \rho_\alpha - \ln \rho) / \alpha; \quad U = \exp(\ln U),$$

Първо приближение:

$$\varphi' = 2 \operatorname{arctg} \left[U \left(\frac{1 + e \sin \varphi_0}{1 - e \sin \varphi_0} \right)^{\frac{e}{2}} \right] - \frac{\pi}{2}$$

Второ приближение:

$$\varphi'' = 2 \operatorname{arctg} \left[U \left(\frac{1 + e \sin \varphi'}{1 - e \sin \varphi'} \right)^{\frac{e}{2}} \right] - \frac{\pi}{2}$$

n-то приближение:

$$\varphi^{(n)} = 2 \operatorname{arctg} \left[U \left(\frac{1 + e \sin \varphi^{(n-1)}}{1 - e \sin \varphi^{(n-1)}} \right)^{\frac{e}{2}} \right] - \frac{\pi}{2}$$

Итерациите продължават, докато се постигне желаната точност, т.е. $|\varphi^{(n)} - \varphi^{(n-1)}| < \varepsilon$, където ε е предварително зададено малко число, например $\varepsilon = 0.0001''$

Приложение 20 (към т.т.62,65 и 66)

S – ТРАНСФОРМАЦИЯ

1. Определяне на параметрите на трансформация

$$v_x = 1X_0 + 0Y_0 + 0Z_0 + 0\varepsilon_x + Z\varepsilon_y - Y\varepsilon_z + Xm - x$$

$$v_y = 0X_0 + 1Y_0 + 0Z_0 - Z\varepsilon_x + 0\varepsilon_y + X\varepsilon_z + Ym - y$$

$$v_z = 0X_0 + 0Y_0 + 1Z_0 + Y\varepsilon_x - X\varepsilon_y + 0\varepsilon_z + Zm - z$$

2. Трансформиране на координатите на точките.

$$X = T + mR_{(x,y,z)}X,$$

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{bmatrix} + m \begin{bmatrix} 1 & \varepsilon_z & -\varepsilon_y \\ -\varepsilon_z & 1 & \varepsilon_x \\ \varepsilon_y & -\varepsilon_x & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$$

$$x = 1X_0 + 0Y_0 + 0Z_0 + 0\varepsilon_x + Z\varepsilon_y - Y\varepsilon_z + Xm$$

$$y = 0X_0 + 1Y_0 + 0Z_0 - Z\varepsilon_x + 0\varepsilon_y + X\varepsilon_z + Ym$$

$$z = 0X_0 + 0Y_0 + 1Z_0 + Y\varepsilon_x - X\varepsilon_y + 0\varepsilon_z + Zm$$

Приложение 21 (към т.т.67, 68 и 72)

ПОЛИНОМНА ТРАНСФОРМАЦИЯ НА РАВНИННИ КООРДИНАТИ И ВИСОЧИНИ ОТ ЕДНА СИСТЕМА В ДРУГА

1. Определяне на параметрите за трансформация

а) уравнения на поправките за координатите

$$v_x = a_0 + a_1X + a_2Y + a_3X^2 + a_4XY + a_5Y^2 + \dots - x$$

$$v_y = b_0 + b_1X + b_2Y + b_3X^2 + b_4XY + b_5Y^2 + \dots - y$$

б) уравнения за поправките на височините

$$v_h = c_0 + c_1X + c_2Y + c_3X^2 + c_4XY + c_5Y^2 + \dots - (H - h)$$

2. Трансформация

а) на координати

$$x = a_0 + a_1X + a_2Y + a_3X^2 + a_4XY + a_5Y^2 + \dots$$

$$y = b_0 + b_1X + b_2Y + b_3X^2 + b_4XY + b_5Y^2 + \dots$$

б) на височини

$$h = H + c_0 + c_1X + c_2Y + c_3X^2 + c_4XY + c_5Y^2 + \dots$$

Приложение 22 (към т.т. 46 и 81)

ТОПОГРАФСКО ОПИСАНИЕ НА ТОЧКИТЕ ОТ GPS-МРЕЖИТЕ

1. Топографските описания на точките от GPS-мрежите съдържат изчерпателна информация за местонахождението на точките, начина за достигането им, начина на стабилизирането им и други данни, които позволяват:

а) планирането на маршрути за придвижване по време на полска работа и лесно откриване на точките на местността;

б) успешно търсене на надземния и подземен център на точките при значителни изменения, настъпили в района, в който се намират, или в случай че са увредени;

в) анализ и интерпретация на резултатите от обработката на измерванията.

2. Топографските описания се състоят от три части:

а) схема на пътищата за достигане на точката в мащаб 1:200 000 или друг подходящ мащаб, в зависимост от специфичните условия, но избран по такъв начин, че да съдържа най-близките населени места и връзката на местните пътища с първостепенната пътна мрежа на страната;

б) подробна схема на разположението на точката (кроки) с необходимите текстове и коментари. При наличие на характерни дълготрайни местни предмети в близост до точката се посочват заснетите реперажни данни;

в) данни за точката в съответствие с приложения образец.

При възможност към описанието се прилага скица от топографска карта в мащаб 1:25 000 или по-едър, обхващащ района на точката.

ОПИСАНИЕ НА ТРИАНГУЛАЧНА ТОЧКА N....

НАДЗЕМЕН ЦЕНТЪР

Тип:

принудително центриране

паяк F, плочка с дупка F, винт F, фланец F

камък

с дупка F, без дупка F

с кръст F, без кръст F

метална марка

с кръст F

Състояние: запазен F, частично увреден F, разрушен F

Позволява да се центрира:

точно – 1mm и по-добре F

сравнително точно – до 2 - 3 mm F

приблизително - 5 mm F

центрирането невъзможно F

СТЪЛБ ЗА НАБЛЮДЕНИЕ

Тип:

бетон F / зидария F / етернитова тръба F

кух F / плътен F

с F / без марка F

Височина:m

Състояние:

прав F, наклонен F, разрушен F

стабилен F, нестабилен F

Горна повърхност:

запазена F, увредена F, разрушена F

Позволява да се центрира:

да F,

след допълнително укрепване с подръчни средства F,

след "вдигане" на надземен център F,

не позволява да се укрепи F, (центрира F),

възможно F (невъзможно F) да се използва след:

циментиране на горната повърхност F,

доиззиждане F,

строеж отново F.

Необходима ли е стълба

не F,

малка, но може и с подръчни материали F,

висока F,

необходима е площадка F.

СИГНАЛ

Метална пирамида

разглобяема F, неразглобяема F,

до F / над 5m F,

запазена F / частично повредена F / разрушена F,

височина:m (до съединението на гредите).

ТОЧКАТА Е РАЗПОЛОЖЕНА НА:

- равно място F
- висока F / невисока F могила (.....m)
- скала F (чукар F)
- постройка F
- скат F
- тясно било F
- остър връх F

ТОЧКАТА Е СТАБИЛИЗИРАНА В:

- пясък F
- нива F
- камениста почва F
- скала F
- стабилна постройка F
- друго.....

ДО ТОЧКА СЕ СТИГА:

- само пеша (.....min) F
- с обикновено моторно транспортно средство (МТС) F
- с МТС с повишена проходимост F

С обикновено F / специално МТС F се стига на

5 m F / 10 m F / 20 m F / 50 m F

до 5 min F / 10 min F / 15 min F / 30 min F / 1h F / повече пеша F

Да се стигне с МТС пречи:

- голяма стръмнина F
- обработваема площ F
- непроходим терен (камъни, оврази, мочурище,.....) F

- непроходима растителност (храсти, гора,.....) F
- изкуствени препятствия (ограда, сграда,) F
- влизането забранено (.....) F

Забележка: Правилният отговор да се отбележи със знак **X** в съответното квадратче.

...../.....
гр.,с.....

Съставил:
/...../

Приложение 23 (към т.75)

Картен лист М 1:25 000

Геодезически знаци:

/номер и клас/

АКТ

за предаване на GPS-точки за опазване, намиращи се в землището на гр.(с.).....област..... по обект....., изработен от.....през 19.....г.

На основание Указ No 90 на Президиума на Народното събрание за държавните геодезически знаци и раздел II от 96-то ПМС /в.Известия, бр.25 от 26.03.1954 г./ относно опазването и поддържането на държавните геодезически знаци, днес19.....г. в гр.(с.)....., област се състави този акт от на длъжност.....при /учреждение, организация/, който предава на/об. съвет/, представяни от на длъжностпри..... /об.съвет/ и последният приема за опазване GPS-точките, както следва:.....

.....

.....

.....

.....
.....
.....
..... Този акт се състави в два екземпляра, първият от които за ГУКГ – “Национален център по кадастър” (Геокартфонда), а вторият за.....
...../об.съвет/....., заведен с вх. No.....от.....19....г.

Предал геодезическите знаци:..... (.....)

Приел геодезическите. знаци: (.....)

Приложение 24 (към т.79)

АКТ

за установени нарушения по Указ No 90 / 20.03.1954 г.

На основание Указа за държавните геодезически знаци на19....г, в гр./с/
....., област
подписаният..... на длъжност
..... при....., живущ в гр./с/
.....ул., съставих този акт в присъствието
на.....

..... /име,
презиме, фамилия, длъжност и точен адрес на лицата, присъствували при съставянето на акта/

1. Вид на нарушението, как и с какво е било извършено, /умишлено или поради небрежност/, номер и клас на точката:.....
.....

2. Място, където е извършено

3. От кого е извършено.....
.....

/име, презиме и фамилия на извършителя, ЕГН, занятие и точен адрес /

4. Показания на лицето, открило нарушението
.....

Подпис:

5. Обяснения на извършителя на нарушението или отбелязване на отказа му да даде обяснения и да подпише акта.....
.....
.....

Подпис:

6. Свидетели, присъствували при съставянето на акта:

1..... Подпис:

2..... Подпис:

Този акт се състави в четири екземпляра, по един за общинския съвет, главно управление "Кадастър и геодезия", съставителя и нарушителя.

Съставил акта: Получил екземпляр от акта:

/подпис/

/нарушител, подпис/

Приложение 25 (към т.81)

Картен лист М 1:25 000.....

Геодезически знаци:.....

/номер и клас/

АКТ

за проверка на състояние на GPS точки

На основание указ No 90 на Президиума на НС за Държавните геодезически знаци и раздел III от 96-то ПМС /в.Известия, бр.25 от 26 март 1954 г./, днес.....19.....г. в гр.(с.)..... област..... подписаният..... на длъжност при /учреждение, организация/ съставих този акт в присъствието на..... на длъжност..... при..... /об.съвет, учреждение, организация /

Съгласно т.6 от раздел III на 96-то ПМС проверих състоянието на GPS- точките в землището на гр.(с.)....., област....., в резултат на което установих:

1. Знаците се намират в следното състояние:
.....
.....
.....
.....

2. За да се приведат знаците в изправност е необходимо:.....
.....
.....

Този акт се състави в два екземпляра, първият от които за ГУКГ - "Национален център по кадастър" (Геокартфонда), а вторият за /об. съвет/, заведен с вх. No..... от.....19.....г.

Съставил акта:.....(.....)

Представител на общинския съвет.....
(.....)

Приложение 26 (към т.т. 52 и 53)

ОПИСАНИЕ НА ФОРМАТ RINEX

Версия 2

1. Файловете, в които се записват резултати от GPS-измервания във формат RINEX са текстови, в ASCII код, с фиксирана дължина на записа 80 байта.

2. Образуване на имената на файловете

RINEX – файловете са три вида и носят типови имена с конструкция:

ssssdddf.yyt ,

където: ssss е номерът на точката

ddd - поредният ден в годината;

yy - годината на измерването;

f - поредният номер на файла за деня;

t - видът на съдържащите се данни (O – наблюдения, N – навигационно съобщение, M – метеорологични данни).

3. В RINEX – файл с наблюдения (O) се съдържа заглавната част и резултати от измерванията. Форматът на данните е представен в [таблици 1](#) и [2](#).

4. В RINEX – файл с навигационни данни (N) се съдържа заглавна част и резултати от измерванията. Форматът на данните е представен в [таблици 3 и 4](#).

5. В RINEX – файл с метеорологични данни (M) се съдържа заглавна част и резултати от измерванията. Форматът на данните е представен в [таблици 5 и 6](#).

6. Пример за представяне за резултати от GPS – измервания във формат RINEX е даден в [таблици 7, 8 и 9](#).

Таблица 1.

Наблюдения във формат RINEX – Заглавна част

Формат	Описание	Етикет
I6,14X,	Версия на RINEX (2)	RINEX VERSION / TYPE
A1,19X,	Вид на данните (0)	
A1,19X	Спътникова система: (G)	
A20,	Използван софтуер	PGM / RUN BY / DATE
A20,	Организация, създава файла	
A20	Дата на създаване на файла	
A60	Коментар	COMMENT
A60	Име на точката	MARKER NAME
A20	Номер на точката	MARKER NUMBER
A20,A40	Наблюдател / Организация	OBSERVER / AGENCY
3A20	Номер и тип на приемника, версия на системния софтуер	REC # / TYPE / VERS
2A20	Номер и тип на антената	ANT # / TYPE
3F14.4	Приблизителни координати	APPROX POSITION XYZ
3F14.4	Височина и ексцентрицитет	ANTENNA: DELTA H/E/N
2I6,	Мащаб на фазовите измервания на L1 и L2	WAVELENGTH FACT L 1/2
I6,	Брой на спътниците	
7(3X,A1,I2)	Списък на спътниците	
I6	Брой на видовете измервания	# / TYPES OF OBSERV
9(4X,A2)	Видове измервания	
I6	Интервал между измерванията	INTERVAL

5I6,F12.6	Време на първото измерване (месец, ден, час, мин, сек)	TIME OF FIRST OBS
5I6,F12.6	Време на последния запис (месец, ден, час, мин, сек)	TIME OF LAST OBS
I6	Брой на спътниците, за които има наблюдения във файла	# OF SATELLITES
3X,A1, I2,9I6	Номер на спътник, брой на измерванията от всеки тип, означен в запис # / TYPES OF OBSERV	PRN / # OF OBS
60X	Последен запис в заглавието	END OF HEADER

Пояснения към таблица 1:

Във всеки запис данните се разполагат от 1 до 60 колона, етикетът – от 61 до 80.

Запис 1. Спътниковата система се кодира както следва:

GPS – G, Транзит – T, Глонас – R. Ако във файла се съдържат смесени данни – M.

Запис 3. Не е задължителен.

Запис 5. Не е задължителен.

Запис 9. Приблизителните координати на точката се представят в система WGS 1984.

Запис 10. Ексцентрицитетът на антената се представя чрез компонентите по меридиана и в първия вертикал.

Запис 11. Мащабът на фазовите измервания се кодира за L1 и L2 както следва:

1 – цели цикли, 2 – половинки цикли; 0 за L2 означава едночестотни измервания.

Ако наблюдаваните спътници са повече от 7, изреждането на номерата им продължава в следващия запис.

Запис 12. Видове измервания:

- L1, L2 – фазови измервания на L1 и L2;
- C1 – псевдоразстояние по C/A-код на L1;
- C2 – псевдоразстояние по C/A-код на L1 и разликата P2-P1;
- P2,P1 – псевдоразстояние по P-код на L1 и L2;
- D1,D2 – доплерова честота на L1 и L2;
- T1,T2 – интегрирани доплерови числа на честоти 150 и 400 MHz (Транзит).

Мерни единици: фазови измервания – цели цикли, псевдоразстояния – метри, доплерова честота – херци, доплерови числа – цикли.

Изброената последователност на видовете измервания съответства на последователността на измерванията по формата в таблица 2.

Запис 13. Не е задължителен. Интервалът между измерванията се дава в секунди.

Запис 15. Не е задължителен.

Запис 16. Не е задължителен. Повтаря се за всеки спътник във файла.

Таблица 4.

Навигационни данни във формат RINEX – данни

Формат	Описание	Тип
I2,5I3,F5.1	Номер на спътника	PRN/EPOCH/
,3D19.12	Епоха ТОС (Time Of Clock) (месец, ден, час, мин, сек) Грешка на часовника (сек) Ход на часовника (сек/сек) Вариация на хода (сек/сек ²)	SV CLK
3X,4D19.12	Давност на ефемеридите AODE	BROADCAST
	Crs [m]	ORBIT -1
	n [rad/sec]	
	Mo [rad]	
3X,4D19.12	Cus [rad]	BROADCAST
	Ексцентрицитет на орбитата	ORBIT -2
	Cus [rad]	
	\sqrt{A} [\sqrt{m}]	
3X,4D19.12	Епоха на ефемеридата [sec в седмицата]	BROADCAST
	Cic [m]	ORBIT -3
	Omega [rad]	
	Cis [rad]	
3X,4D19.12	io [rad]	BROADCAST
	Crc [m]	ORBIT -4
	omega [rad]	
	d(Omega)/dt [rad/sec]	
3X,4D19.12	di/dt [rad/sec]	BROADCAST
	Кодиране на L2	ORBIT -5

	Номер на GPS-седмицата	
	Флаг за P-код на L2	
3X,4D19.12	Точност на спътника	BROADCAST
	Състояние на спътника	ORBIT -6
	TGD [sec]	
	AODC [sec]	
3X,4D19.12	Време за предаване на данните	BROADCAST
	резерв	ORBIT -7
	резерв	
	резерв	

Пояснения към таблица 4:

Данните съдържат:

- кеплерови елементи: квадратен корен от голямата полуос (\sqrt{A}), ексцентрицитет (e), наклон ($55^\circ+i$), аргумент на перигея (omega), средна аномалия (Mo), дължина на възходящия възел (Omega);

- корекция към средното движение (n);

- скорости на изменението на наклона на орбитата и ректасцензията на възходящия възел;

- корекции към положението в подвижна орбитална координатна система: Crc, Crs, Cus, Cus, Cic, Cis;

Запис 7. В "Състоянието на спътника" е валиден само най-старшият байт.

Запис 8. Дава се времето за предаване на данните, получено от числото Z в думата NOW.

Таблица 5.

Метеорологични данни във формат RINEX - Заглавна част

Формат	Описание	Тип
I6,14X,	Версия на RINEX (2)	RINEX VERSION / TYPE
A1,19X	Вид на данните (M)	
A60	Коментар	COMMENT
A20,	Използван софтуер	PGM / RUN BY / DATE
A20,	Организация, създава файла	
A20	Дата на създаване на файла	
A60	Име на точката	MARKER NAME
16,9(4X,A2)	Брой на видовете наблюдения	# / TYPES OF OBSERV
	Видове наблюдения	
60X	Последен запис в заглавието	END OF HEADER

Пояснения към таблица 5:

Данните във всеки запис са разположени в колони 1 до 60, етикет - от 61 до 80.

Запис 3. Не е задължителен.

Запис 5. Метеорологичните данни са следните видове:

- PR - атмосферно налягане [mbdr];
- TD - температура на сухия въздух [°C];
- HR - относителна влажност [%];
- ZW - закъснение в зенита заради влажността [mm].

Таблица 6.

Метеорологични данни във формат RINEX - данни		
Формат	Описание	Тип
6I3,mF7.1	Епоха (месец, ден, час, мин, сек)	EPOCH / MET
Метеорологични данни		

Пояснения към таблица 6:

Епохата се задава в световно време.

Метеорологичните данни съответстват на зададеното в заглавния запис.

Таблица 7.

Измервания във формат RINEX – Пример

1I0	2I0	3I0	4I0	5I0	6I0	7I0	8I0
2	OBSERVATION DATA			RINEX VERSION / TYPE			
TRINEX V2.0	MTS	19 JULY 1994 22:15		PGM / RUN BY / DATE			
TESTDATA	COMMENT						
SITE101	MARKER NAME						
101	MARKER NUMBER						
JOHN SMIT	MTS	OBSERVER / AGENCY					
234876	CR233	2.30		REC # / TYPE / VERS			
199654	SR299	2.10			ANT # / TYPE		
4299765.	2005437.	4457403.		APPROX POSITION XYZ			

.854	0.			0.															ANTENNA: DELTA H/E/N
1	2	4	6	9	12	11													WAVELENGTH FACT
L1/2																			
3	C1	L1	L2																# / TYPES OF OBSERV
30																			INTERVAL
1989	1	18	19	15	0.000000														TIME OF FIRST OBS
																			END OF HEADER

89	1	18	19	15	.0000000	0	4	6	9	12	11								

89	1	18	19	15	30.0000000	0	4	6	9	12	11								

89	1	18	19	16	.0000000	0	4	6	9	12	11								

	1I0		2I0		3I0		4I0		5I0		6I0		7I0		8I0
--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----

Таблица 8.

Навигационен файл RINEX – Пример

1IO	2IO	3IO	4IO	5IO	6IO	7IO	8IO			
2	NAVIGATION DATA				RINEX VERSION / TYPE					
TRINEX V2.0	MTS	19 JULY 1994 22:15			PGM / RUN BY / DATE					
TESTDATA							COMMENT			
.1676D-07	.2235D-07	-.1192D-06	-.1192D-06				ION ALPHA			
.1208D+06	.1310D+06	-.1310D+06	-.1966D+06				ION BETA			
.133179128170D-06	.107469588780D-12	552960	551				DELTA-UTC: A0,A1,T,W			
6							LEAP SECONDS			
							END OF HEADER			
6	90	8	2	17	51	44.0	-.839701388031D-03	-.165982783074D-10	.000000000000D+00	
							.910000000000D+02	.934062500000D+02	.116040547840D-08	.162092304801D+00
							.484101474285D-05	.626740318375D-02	.652112066746D-05	.515365489006D+04
							.409904000000D+06	-.242143869400D-07	.329237003460D+00	-.596046447754D-07
							.111541663136D+01	.326593750000D+03	.206958726335D+01	-.638312302555D-08
							.307155651140D-09	.000000000000D+00	.551000000000D+03	.000000000000D+00
							.000000000000D+00	.000000000000D+00	.000000000000D+00	.910000000000D+02
							.406800000000D+06			
13	90	8	2	18	59	60.0	.490025617182D-03	.204636307899D-11	.000000000000D+00	
							.133000000000D+03	-.963125000000D+02	.146970407622D-08	.292961152146D+01
							-.498816370964D-05	.200239347760D-02	.928156077862D-05	.515328476143D+04
							.414000000000D+06	-.279396772385D-07	.243031939942D+01	-.558793544769D-07
							.110192796930D+01	.271187500000D+03	-.232757915425D+01	-.619632953057D-08
							-.785747015231D-11	.000000000000D+00	.551000000000D+03	.000000000000D+00
							.000000000000D+00	.000000000000D+00	.000000000000D+00	.910000000000D+02
							.410400000000D+06			

Таблица 9.

Метеорологичен файл RINEX – Пример

1I0	2I0	3I0	4I0	5I0	6I0	7I0	8I0
2	METEOROLOGICAL DATA				RINEX VERSION / TYPE		
TRINEX V2.0	MTS	19 JULY 1994 22:15		PGM / RUN BY / DATE			
TESTDATA	COMMENT						
3	PR	TD	HR	# / TYPES OF OBSERV			
SITE101	MARKER NAME						
							END OF HEADER
89	1	18	19	15	0	987.1	10.6 89.5
89	1	18	19	20	0	987.2	11.2 87.0
89	1	18	19	25	0	987.3	11.5 85.0