

ИНСТРУКЦИЯ № РД-02-20-12 от 03 август 2012 г.
за преобразуване на съществуващите геодезически и картографски
материали и данни в „Българска геодезическа система 2005“

В сила от 17.08.2012 г.

Издадена от Министерството на регионалното развитие и благоустройството
Обн. ДВ. бр.63 от 17 Август 2012 г.

Глава първа
ОБЩИ ПОЛОЖЕНИЯ

Чл. 1 С тази инструкция се определят условията, редът и начинът за преобразуване на съществуващите геодезически и картографски материали и данни в „Българска геодезическа система 2005“ (БГС2005).

Чл. 2 (1) За реализация на БГС2005, въведена за територията на Република България с Постановление на Министерския съвет № 153 от 29.07.2010 г. за въвеждане на "Българска геодезическа система 2005"(ДВ бр. 61 от 2010 г.) допринасят:

1. определянето на 7 точки от Европейската GPS мрежа EUREF и приемането им за реализацията на територията на страната на Европейската земна координатна система ETRS89 (симпозиум на EUREF в Анкара, 1996 г.), както и последвалото им съгъстяване до 25 точки (симпозиум на EUREF в Рига, 2006 г.);

2. въвеждането на постоянно действаща ГНСС станция край София в състава на перманентната EUREF мрежа (EPN), а по-късно – и на световната мрежа IGS;

3. изграждането на Държавната GPS мрежа в непосредствена връзка с EPN;

4. свързването на Държавната нивелация с Единната европейска нивелачна мрежа EUVN;

5. включването на страната в дейностите по определяне на европейския геоид и др.

(2) Чрез БГС 2005 в страната са въведени геодезически стандарти, съответстващи на резолюциите на подкомисията за EUREF на Международната асоциация по геодезия IAG и осигуряващи съвместимост на геодезическата основа на пространствените данни в рамките на Европейския съюз.

Чл. 3. В страната се създават и поддържат следните видове пространствени данни:

1. геодезически мрежи, определени с ГНСС и класически геодезически технологии;

2. топографски карти и планове;

3. кадастрална карта и кадастрални регистри;

4. тематични и специализирани карти и регистри;

5. карта на възстановената собственост на земеделските земи;

6. лесоустройствени планове и карти за горския фонд;

7. различни видове геоложки карти;

8. карти на земното покритие, ландшафтни, геоморфоложки и други видове специализирани географски карти;

9. карти на природни местообитания и различни видове екологични карти;

10. морски карти, карти на реките и териториалните води;

11. карти на линията на държавната граница;

12. навигационни и аеронавигационни карти и др.

Чл. 4. Геодезическата основа на пространствените данни по чл. 3. е различна, в зависимост от спецификата и териториалния им обхват, периода на създаване, статута и технологичните възможности на организациите, отговорни за създаването и поддържането им.

Чл. 5. Поддържането на пространствени данни, чиято геодезическа основа е извън технологичен и нормативен контрол, е свързано с редица рискове по отношение на тяхната оперативна съвместимост, възможности за актуализация и цялост.

Глава втора **ОСНОВНИ ДЕФИНИЦИИ И ПРОЦЕДУРИ**

Раздел I **Основни дефиниции, свързани с БГС2005**

Чл. 6. Българската геодезическа система включва следните компоненти:

1. фундаментални геодезически параметри според геодезическата референтна система GRS80, съгласно Приложение № 1;
2. геодезическа координатна система ETRS89;
3. височинна система, реализирана чрез нивелачните репери от Държавната нивелачна мрежа I клас и точки от европейският проект EUVN_DA, включени в Обединената европейска нивелачна мрежа UELN и определени в Европейската вертикална референтна система EVRS с помощта на данни за силата на тежестта в унифицирана гравиметрична система IGSN71;
4. геодезическа проекция – универсална напречна цилиндрична проекция на Меркатор (UTM) и въведената чрез нея система от правоъгълни равнинни координати;
5. система за разграфка и номенклатура на картите листове, базирана на международната карта на света в мащаб 1:1000000, съгласно решенията на Лондонския конгрес на географите, 1909 г.

Чл. 7. Основен компонент на БГС2005 е геодезическата координатна система,

1. материализирана чрез координатите на основните и второстепенните точки от Държавната GPS мрежа, общо 473 бр.;
2. определена в епоха 2005.0 г. въз основа на Европейската земна координатна система ETRS89.

Чл. 8. Българската геодезическа система 2005:

1. е хармонизирана със стандартите, дейностите и продуктите на Европейската референтна система (EUREF);
2. се въвежда като основа за всички приложения, свързани със създаване и поддържане на геоинформация в страната;
3. осигурява хомогенност и съвместимост на геоинформацията в рамките на Европейският съюз;
4. допуска използването на геодезически проекции, различни от тези по чл. 6, т. 4, за нуждите на кадастралното картиране, както и за други приложения, свързани с мащаби по-едри от 1:5000 и съответните им цифрови продукти.

Раздел II **Дефиниции на класическите координатни системи в България**

Чл. 9. (1) Система „1930 г.” е българска геодезическа координатна система, въведена в началото на 30-те години на XX век. Система „1930 г.” е материализирана с помощта на Държавната триангулация, която е:

1. ориентирана върху елипсоида на Хейфорд с минимален брой астрономически измервания, с изходна точка Черни връх и изходен азимут Черни връх – Мечи камък;
2. мащабирана с помощта на четири бази;
3. структурирана в три класа.

(2) В система „1930 г.” са дефинирани следните видове координати:

1. географски координати;
2. кадастрални координати - Гаусови координати в две триградусови зони – с осевидни меридиани 24° и 27°, мащаб по меридиана 0.9999 и начало на абсцисите от 41-вия паралел;
3. проекционни координати – същите като т. 2, с начало на абсцисите от екватора.

Чл. 10. (1) Система „1950 г.” е българска геодезическа координатна система, въведена в началото на 50-те години на XX век, която е:

1. базирана изцяло на геодезическата основа на система „1930 г.”;
2. ориентирана върху елипсоида на Красовски, с нови координати на изходна точка.

(2) В система „1950 г.” са дефинирани следните видове координати:

1. географски координати;
2. проекционни Гаусови координати в две шестградусови зони – с осев меридиани 21° и 27° , и две триградусови зони – с осев меридиани 24° и 27° , мащаб по меридиана – единица и начало на абсцисите от екватора.

Чл. 11 (1) Система „1942 г.” е руска геодезическа координатна система, въведена в източноевропейските страни.

(2) Система „1942 г.” е разпространена в България в началото на 60-те години на XX век чрез Държавната триангулация, след:

1. допълване на първокласната мрежа с Лапласови азимути, свързането ѝ с тази на Румъния и ново изравнение върху елипсоида на Красовски, с изходни точки от тогавашната руска първокласна мрежа;

2. усъвършенстване и ново изравнение на второкласната мрежа;

3. усъвършенстване, реструктуриране и изравнение на мрежите III и IV клас.

(3) На територията на България, в система „1942 г.” са дефинирани следните видове координати:

1. географски координати върху елипсоида на Красовски;

2. проекционни Гаусови координати в две шестградусови зони – с осев меридиани 21° и 27° , мащаб по меридиана – единица и начало на абсцисите от екватора.

Чл. 12. Система „1970 г.” е дефинирана въз основа на система „1950 г.”, след въвеждане на следните допълнителни изисквания:

1. разделяне на страната на четири зони – северозападна (К-3), югоизточна (К-5), североизточна (К-7) и югозападна (К-9), съгласно Приложение № 2;

2. избор на фиктивни централни точки и ъгли на завъртане около тях във всяка зона, и преизчисляване на географските координати по метода на разгъването;

3. въвеждане на конични конформни проекции във всяка зона с един стандартен паралел и условни правоъгълни координати на централните точки;

4. преобразуване на преизчислените географски координати от всяка зона в правоъгълни.

Чл. 13. (1) Система „1942/83 г.” е руска координатна система, въведена в източноевропейските страни и разпространена в България през 80-те години на XX век чрез Държавната геодезическа мрежа, състояща се от:

1. реконструираната триангулация I и II клас, допълнена с астрономически и линейни измервания, включена в Единната астрономо-геодезическа мрежа на източноевропейските страни, изравнена върху елипсоида на Красовски с изходна точка Пулково и изходен азимут до съседна точка;

2. модернизирани и изравнени наново мрежи III и IV клас.

(2) На територията на България, в система „1942/83 г.” са дефинирани следните видове координати:

1. географски координати върху елипсоида на Красовски;

2. проекционни Гаусови координати в две шестградусови зони – с осев меридиани 21° и 27° , мащаб по меридиана – единица и начало на абсцисите от екватора.

Раздел III

Връзки между класическите координатни системи в България

Чл. 14. Координатите в система „1930 г.” могат да се трансформират и преобразуват както следва:

1. географските координати в система „1930 г.” се преобразуват в проекционни и обратно;

2. проекционните координати в система „1930 г.” се преобразуват от една зона в друга зона;

3. проекционните координати от дадена зона в система „1930 г.” се трансформират в триградусови Гаусови координати от същата зона в система „1950 г.” и обратно.

Чл. 15. Координатите в система „1950 г.” могат да се трансформират и преобразуват както следва:

1. географските координати в система „1950 г.” се преобразуват в проекционни – триградусови или шестградусови Гаусови координати, и обратно;

2. проекционните координати в система „1950 г.” се преобразуват от една зона в друга зона;

3. триградусовите Гаусови координати от дадена зона в система „1950 г.” се трансформират в проекционни координати от същата зона в система „1930 г.” и обратно;

4. шестградусовите Гаусови координати от дадена зона в система „1950 г.” се трансформират в проекционни координати от същата зона в система „1942 г.” и обратно;

5. географските координати в система „1950 г.” се преобразуват в проекционни координати в система „1970 г.” и обратно;

6. шестградусовите Гаусови координати от дадена зона в система „1950 г.” се трансформират в проекционни координати от същата зона в система „1942/83 г.” и обратно.

Чл. 16. Координатите в система „1942 г.” могат да се трансформират и преобразуват както следва:

1. географските координати в система „1942 г.” се преобразуват в проекционни и обратно;

2. проекционните координати в система „1942 г.” се преобразуват от една зона в друга зона;

3. проекционните координати от дадена зона в система „1942 г.” се трансформират в шестградусови Гаусови координати от същата зона в система „1950 г.” и обратно;

4. проекционните координати от дадена зона в система „1942 г.” се трансформират в проекционни координати от същата зона в система „1942/83 г.” и обратно;

Чл. 17. Координатите в система „1970 г.” могат да се преобразуват както следва:

1. проекционните координати в система „1970 г.” се преобразуват от една зона в друга зона;

2. проекционните координати в система „1970 г.” се преобразуват в географски координати в система „1950 г.” и обратно.

Чл. 18. Координатите в система „1942/83 г.” могат да се трансформират и преобразуват както следва:

1. географските координати в система „1942/83 г.” се преобразуват в проекционни и обратно;

2. проекционните координати в система „1942/83 г.” се преобразуват от една зона в друга зона;

3. проекционните координати от дадена зона в система „1942/83 г.” се трансформират в проекционни координати от същата зона в система „1942 г.” и обратно;

4. проекционните координати от дадена зона в система „1942/83 г.” се трансформират в проекционни координати от същата зона в система „1950 г.” и обратно.

Раздел IV

Глобални и европейските земни координатни системи и преходи между тях

Чл. 19. (1) Международната земна координатна система (ITRS) се реализира чрез координатите на множество точки и техните скорости на изменение, разположени по цялата Земя, определени за дадена епоха по методите на космическата геодезия.

(2) Реализациите на ITRS се идентифицират с етикети с формат ITRF_{уу}, където уу е година на създаването на съответната реализация.

(3) Преходът между различните реализации на Международната земна координатна система се осъществява чрез конформна трансформация със следните параметри:

1. трансляции – 3 бр.;
2. ротации – 3 бр.;
3. мащабен множител.

(4) В трансформацията участват и производните по времето на посочените по-горе параметри.

(5) В рамките на дадена реализация ITRF_{yy} на Международната земна координатна система, координатите на точките се преизчисляват от една епоха в друга епоха с помощта на скоростите на изменението им.

(6) Дейността по поддържането на Международната земна координатна система, нейните реализации и определянето на параметрите на прехода между тях се координира от Международната служба за въртенето на Земята и референтните системи (IERS).

(7) Работните формули за трансформация между различните реализации на ITRS, стойностите на трансформационните параметри и техните производни, както и работните формули за преизчисляване на координатите на точките от една епоха в друга епоха са посочени в Приложение № 3 и Приложение № 4.

(8) Работните формули по ал. 7 се прилагат и за трансформация между ITRS и WGS84, с трансформационни параметри съгласно Приложение № 5.

Чл. 20 (1) Европейската земна координатна система ETRS89, въведена като част от дейностите по създаване и поддържане на Европейската геодезическа референтна система EUREF е:

1. фиксирана към стабилната част на Евразийската континентална плоча;
2. с първоначална реализация основана на Международната земна координатна система ITRF89, за епоха 1989.0 г.

(2) Реализациите на Европейската земна координатна система ETRS89, означавани като ETRF_{yy}, се определят въз основа на съответните им реализации ITRF_{yy} на Международната земна координатна система ITRS.

(3) Координатите и скоростите, определени в ITRS се трансформират в ETRS89 както следва:

1. определят се координатите в ITRS, епоха 1989.0;
2. изчисляват се координатите в ETRS89, епоха 1989.0;
3. изчисляват се скоростите на изменение на координатите в ETRS89;
4. определят се координатите в ETRS89 за произволен момент.

(4) Работните формули за трансформация между различните реализации на ITRS и ETRF89 и стойностите на трансформационните параметри са посочени в Приложение № 6 и Приложение № 7.

Раздел V

Височинни системи

Чл. 21 (1) Европейската височинна референтна система (EVRS) е кинематична нулево-приливна височинна референтна система, в която превишенията се задават чрез геопотенциалните коти на точките по отношение на Амстердамския пегел на Северно море. За определяне на нормалните височини се въвежда конвенционално дефинирано нормално референтно гравитационно поле.

(2) Реализациите на EVRS се:

1. идентифицират с етикет EVRF_{yyyy}, където с yyyy се означава годината на създаването им;
2. състоят от резултатите от изравнението на геопотенциалните коти на реперите от Единната европейска нивелационна мрежа UELN.

(3) България участва в реализацията EVRF2007 с:

1. Държавната нивелация I клас чрез връзките ѝ с тази на Румъния – 5 бр., осъществени през 1974-77 г.;
2. допълнителни точки, включени в проекта EUVN-DA и реперите за тяхното определяне.

Чл. 22. Черноморската височинна система е система ортометрични височини свързана с нулата на Варненския пегел на Черно море, въведена с Държавната нивелация I клас, завършена към началото на 1930 година.

Чл. 23. (1) Балтийската височинна система е система нормални височини, свързани с квазигеоида на Молоденски, с изходно начало - нулата на Кронщадския пегел на Балтийско море.

(2) Балтийската височинна система е въведена в България през 50-те години на XX век:

1. посредством връзката на Държавната нивелация I клас с тази на Румъния, а от там - с бившия Съветски съюз;

2. рез въвеждане на нормални поправки към измерените превишения между реперите.

(3) Разликата между балтийските и черноморските височини за Варненския пегел е минус 24 cm.

Чл. 24. (1) Трансформационните параметри между Балтийската височинна система и EVRS, реализация EVRF2007, са изведени на базата на 58 идентични репера от Държавната нивелация I клас.

(2) Средната разлика между нормалните височини в Балтийска система и EVRS, реализация EVRF2007, е +228 mm.

Глава трета **ПРОЦЕДУРИ ЗА ТРАНСФОРМИРАНЕ НА КООРДИНАТИ И ВИСОЧИНИ В** **БГС2005**

Раздел I **Трансформиране на класическите координатни системи в БГС2005**

Чл. 25. Процедурата за трансформиране на координати от класическите системи използвани в страната в БГС2005 се състои от три етапа:

1. трансформиране на изходните координати в шестградусови Гаусови координати в система „1950 г.”;

2. трансформиране на шестградусовите Гаусови координати в система „1950 г.” в географски координати в система „1942/83 г.”;

3. трансформиране на географските координати в система „1942/83 г.” в БГС2005.

Чл. 26. (1) Първият етап на трансформацията протича в различни варианти в зависимост от координатната система на изходните данни.

(2) Координатите в система „1930 г.” се трансформират в шестградусови Гаусови координати в система „1950 г.” както следва:

1. ако са зададени географски координати в система „1930 г.”, те се преобразуват в проекционни координати съгласно Приложение № 8 и Приложение № 10;

2. проекционните координати в система „1930 г.” се трансформират в едноименната им триградусова Гаусова зона в система „1950 г.” съгласно Приложение № 11 и Приложение № 12;

3. триградусовите Гаусови координати в система „1950 г.” се преобразуват в географски координати съгласно Приложение № 8 и Приложение № 10;

4. Географските координати в система „1950 г.” се преобразуват в шестградусови Гаусови координати съгласно Приложение № 8 и Приложение № 10.

(3) Координатите в система „1950 г.” се трансформират в шестградусови Гаусови координати в система „1950 г.” както следва:

1. ако са зададени триградусови Гаусови координати в система „1950 г.”, те се преобразуват в географски координати съгласно Приложение № 8 и Приложение № 10;

2. географските координати в система „1950 г.” се преобразуват в шестградусови Гаусови координати съгласно Приложение № 8 и Приложение № 10;

(4) Координатите в система „1970 г.” се трансформират в шестградусови Гаусови координати в система „1950 г.” както следва:

1. проекционните координати в система „1970 г.“ се трансформират в географски координати в система „1950 г.“ съгласно Приложение № 14;

2. географските координати в система „1950 г.“ се преобразуват в шестградусови Гаусови координати съгласно Приложение № 8 и Приложение № 10.

Чл. 27. Вторият етап на трансформацията протича в следния ред:

1. Шестградусовите Гаусови координати в система „1950 г.“ се трансформират в проекционни координати от същата зона в система „1942/83 г.“ съгласно Приложение №11 и Приложение № 13;

2. проекционните координати в система „1942/83 г.“ се преобразуват в географски координати съгласно Приложение № 8 и Приложение № 10.

Чл. 28. Третият етап се състои в трансформация на географските координати в система „1942/83 г.“ в БГС2005 както следва:

1. географските координати в система „1942/83 г.“ се преобразуват в пространствени Декартови върху елипсоида на Красовски съгласно Приложение № 8 и Приложение № 15;

2. пространствените Декартови координати върху елипсоида на Красовски в система „1942/83 г.“ се трансформират в пространствени Декартови координати върху елипсоида GRS80 в система БГС2005 съгласно Приложение № 16 и Приложение № 17;

3. пространствените Декартови координати върху елипсоида GRS80 в система БГС2005 се преобразуват в географски координати съгласно Приложение № 15;

4. географските координати в БГС2005 се преобразуват в проекционни координати съгласно Приложение № 9 и Приложение № 10, а случаите по чл. 8, т. 4 – съгласно Приложение № 20.

Раздел II

Трансформиране на височини от Балтийска система в EVRS

Чл. 29. Трансформация между геодезически височини в БГС2005 и нормални височини в EVRS се осъществява с помощта на височинна референтна повърхнина, генерирана въз основа на гравиметрични и/или GPS/нивелачни данни (Приложение № 18). Точността на трансформираните височини в EVRS е до 20 cm за територията на страната.

Чл. 30. Трансформацията на височини от Балтийска система в EVRS и обратно се извършва по работните формули и трансформационните параметри, дадени в Приложение № 19. Точността на трансформираните височини в EVRS е около 5 mm средно за територията на страната.

Глава четвърта

ТРАНСФОРМИРАНЕ НА ПРОСТРАНСТВЕНИ ДАННИ В БГС 2005

Раздел I

Видове и формати пространствени данни

Чл. 31. В зависимост от природата им, продуктите и данните по чл. 3, към които са относими разпоредбите на настоящата инструкция, се класифицират като:

1. данни за геодезическата основа;
2. цифрови продукти;
3. графични продукти.

Чл. 32. (1) Форматите на пространствените данни, прилагани масово в страната за съхранение на цифрови геодезически продукти и данни са специфични български формати, общоприети САД и ГИС формати и стандартни формати за изображения, таблични и текстови данни.

(2) Специфични български формати са:

1. САД – формат за поддържане на данните за кадастралната карта;
2. ZEM – формат за поддържане на данните в Министерството на земеделието и горите.

(3) Общоприети САД и ГИС формати са:

1. ESRI Shape;
2. MapInfo mif;
3. AutoDesk dxf и др.
- (4) Стандартни формати за изображения, таблични и текстови данни са:
 1. TIFF, JPEG, BMP и други растерни формати;
 2. DBF, XLS и други формати за таблични данни;
 3. TXT – текстов формат за съхранение различни географски данни и др.

Раздел II

Трансформиране на данни от геодезическата основа в БГС 2005

Чл. 33. (1) Съществуват следните видове данни за геодезическата основа:

1. Държавна GPS мрежа;
2. Държавна геодезическа мрежа (ДГМ) I – IV клас и геодезически мрежи с местно предназначение (ГММП) V – VII кл.;
3. Геодезически мрежи с местно предназначение и работна геодезическа основа (РГО), определени с ГНСС;
4. Нивелачни мрежи.

(2) Данните за геодезическата основа са представени в таблични и текстови формати по Чл.32, ал.4.

Чл. 34. (1) Държавната GPS мрежа служи за материализиране и разпространение на ETRS89 на територията на страната, като елемент на БГС2005. Изходни данни в геодезическите работи, осъществявани с помощта на традиционни и ГНСС технологии са координатите на точки от:

1. Основния и второстепенния клас на Държавната GPS мрежа;
2. Други точки, на които е даден статут на точки от Държавната GPS мрежа,

(2) Височините на точките по ал. 1, които не са свързани с Държавната нивелация се трансформират от Балтийска в система в EVRS съгласно чл.30.

(3) Височините на точките по ал. 1, които са свързани с Държавната нивелация се определят в EVRS по реда на чл. 37.

(4) Координатите на точките от мрежата „Булреф” (15 бр.), включени в Държавната GPS мрежа са известни в система:

1. БГС2005;
2. ETRF93, епоха 1989.0.

Чл. 35. Данните за точките от ДГМ I – IV кл. и ГММП V – VII кл. се третираат както следва:

1. Координатите на точките от държавните геодезически мрежи I – IV клас и геодезическите мрежи с местно предназначение V – VII кл., определени с помощта на традиционни геодезически технологии в координатните системи по чл. 9 – чл. 13 се трансформират в БГС2005 по реда на чл. 26 – чл. 28.

2. Височините на точките от ДГМ I – IV кл. и ГММП V – VII кл., които не са свързани с Държавната нивелация се трансформират от Балтийска в система в EVRS съгласно чл. 30.

3. Височините на точките от ДГМ I – IV кл. и ГММП V – VII кл., които са свързани с Държавната нивелация се определят в EVRS по реда на чл. 37.

4. Горните разпоредби се отнасят за всички точки от геодезически мрежи със специално предназначение и отделни геодезически точки, определени с помощта на традиционни геодезически технологии, изхождайки от ДГМ I – IV кл. и ГММП V – VII кл.

Чл. 36. (1) Геодезическите мрежи с местно предназначение и Работната геодезическа основа се определят с ГНСС технологии във връзка с дейностите по създаването и поддържането на кадастралната карта и кадастралните регистри, възлагани от Агенцията по геодезия, картография и кадастър (АГКК). За всички точки от ГММП и РГО са налични:

1. пространствени Декартови координати, геодезически географски координати и геодезически височини, определени в резултат на обработката на ГНСС измерванията;

2. координати в система „1970 г.” или друга система по чл. 9 – чл. 13, определени по трансформационен път, изхождайки от близко разположени точки от ДГМ I – IV кл.;

3. Балтийски височини, определени по трансформационен път, изхождайки от близко разположени нивелачни репери или геодезически точки, свързани с Държавната нивелация.

(2) Данните по ал. 1, изчислени

1. изхождайки от минимум три точки по чл.34, ал. 1, намиращи се в района на измерванията или не по-далеч от 50 km от него, са определени в БГС2005;

2. изхождайки от минимум три точки от чл.34, ал. 4, т. 2, намиращи се в района на измерванията или не по-далеч от 50 km от него, са определени в ETRS89, реализация ETRF93, епоха 1989.0 и се трансформират в БГС2005 по реда на чл. 20.

3. по начини различни от указанияте в т. т. 1 и 2, се определят в БГС2005 след включване на минимум три изходни точки по чл. 34, ал. 1, намиращи се в района на измерванията или не по-далеч от 50 km от него и нова обработка на измерванията.

(3) Координатите по чл. 9 – чл. 13, получени без оглед на изискванията на ал. 2 и/или трансформирани по начин различен от посочения в чл. 26 – чл. 28, не отговарят на изискванията за по-нататъшно приложение.

(4) Височините по чл.36, ал. 1, т. 3, се третират както следва:

1. трансформират се от Балтийска в система в EVRS съгласно чл. 30;

2. изчисляват се разликите между геодезическите височини в БГС2005 и височините в EVRS на всяка точка;

3. изчисляват се превишенията на височинната референтната повърхнина над елипсоида GRS80 във всяка точка, съгласно чл. 29;

4. ако стойностите на величините по т. т. 2 и 3 се различават до 25 cm, височините в EVRS определени по т. 1 се приемат за по-нататъшно приложение. В противен случай се постъпва по реда на ал. 5.

(5) Ако височините по чл.36, ал. 1, т. 3 не са определени, геодезическите височини по чл.36, ал. 1, т. 1 се трансформират в EVRS съгласно чл. 29.

(6) Височините на точките от ГММП и РГО, които са свързани с Държавната нивелация се определят в EVRS по реда на чл. 37.

Чл. 37. Данните за реперите от нивелачните мрежи се определят както следва:

1. Височините на всички нивелачни репери и геодезически точки, свързани с Държавната нивелация I – IV клас се определят в съответствие с действащите технологични указания, изхождайки от репери с височини известни в EVRS.

2. Координатите на нивелачните репери се трансформират в БГС2005 по реда на чл. 26 – чл. 28.

Раздел III

Трансформиране на векторни данни в БГС 2005

Чл. 38. Трансформацията на векторни данни в БГС2005 се извършва чрез специализирани софтуерни продукти, позволяващи въвеждането им от форматите в които са представени и трансформирането им по реда на глава трета на тази инструкция.

Чл. 39. Съществуващите векторни продукти, създадени изхождайки от геодезическа основа по реда на:

1. чл. 34, ал. 1 или чл. 36, ал. 2, т. 1 са определени в БГС2005;

2. чл. 36, ал. 2, т. 2 са определени в БГС2005 с точност до 15 cm. За постигане на по-висока точност е необходимо да се трансформират по реда на чл. 20, ал. 4.

Чл. 40. Съществуващите векторни продукти, определени в координатна система по реда на чл. 9 - чл. 13 се трансформират в БГС2005 в зависимост от геодезическата им основа както следва:

1. Продуктите с геодезическа основа по чл. 36, могат да се трансформират в БГС2005 съгласно чл. 26 - чл. 28 с точност до 50 cm. За постигане на по-висока точност е необходимо точките от геодезическата основа да се преизчислят в БГС2005 по реда на чл. 36, ал. 2, т. 3, след което да се определят разликите в сравнение с трансформираните им координати.

Осреднените стойности на разликите се въвеждат с обратен знак към трансформираните координати на всички точки от продукта;

2. Продуктите с геодезическа основа по чл. 35 могат да се трансформират в БГС2005 съгласно чл. 26 - чл. 28 със средна точност за страната около 10 см.

Раздел IV

Трансформиране на растерни данни в БГС 2005

Чл. 41. Трансформацията на растерни данни се извършва чрез специализирани софтуерни продукти, позволяващи растерно трансформиране.

Чл. 42. Трансформационната процедура протича в два етапа:

1. подготвителен, състоящ се в избор на идентични точки и определяне на трансформационните параметри;

2. трансформация на растерния продукт.

Чл. 43. (1) Подготвителният етап включва определяне на трансформационни параметри чрез идентични точки, за които са налице:

1. образни координати, снети от растерния продукт;

2. геодезически координати в БГС2005, трансформирани от изходната система на растерния продукт по реда на чл. 26 – чл. 28 или известни от други източници.

(2) Изборът на идентични точки в зависимост от вида на растерните продукти е както следва:

1. в растерните карти и планове – върховете на вътрешната рамка и други стандартни графични символи от математическата основа, с известни координати в системата на аналоговия оригинал;

2. в други растерни продукти – надеждно идентифицирани обекти от изображението, чиито координати в система на аналоговия оригинал са известни или могат да се определят с пренебрежима грешка, в сравнение с графичната точност на продукта;

3. ако подходящи елементи от математическата основа на растерните карти и планове липсват или са неизползваеми, идентични точки се избират по реда на т. 2;

4. броят и разположението на идентичните точки се определят в зависимост от вида на трансформацията.

Чл. 44. Трансформационният етап протича в следния ред:

1. растерното изображение се трансформира чрез афинна трансформация между образните координати и координатите в БГС2005 на идентичните точки;

2. ако точността на трансформираното по т. 1 изображение не съответства на графичната точност на аналоговия оригинал, трансформацията в БГС2005 се извършва чрез полиноми от втора степен.

Раздел V

Трансформиране на други данни в БГС 2005

Чл. 45. Трансформацията на таблични данни в БГС2005 се извършва чрез специализирани софтуерни продукти, позволяващи въвеждането им от форматите в които са представени и трансформирането им по реда на глава трета на тази инструкция.

Чл. 46. Трансформирането на графични данни се осъществява както следва:

1. аналоговите графични продукти по чл. 3 – карти, планове, схеми и други графични материали и документи, се трансформират в БГС2005 след като се преобразуват в цифров вид, при което:

а) сканираните графични продукти се трансформират по реда на чл. 41 - чл. 44;

б) данните, получени чрез оцифряване на графични продукти с дигитайзер, или след векторизиране на материалите по буква „а” се трансформират по реда на чл. 38 - чл. 40.

2. аналоговите графични продукти не подлежат на трансформация в БГС2005 в оригиналния им вид, независимо от носителя им.

ДОПЪЛНИТЕЛНА РАЗПОРЕДБА

§ 1. По смисъла на инструкцията:

1. „Афинна трансформация” е точкова, взаимно еднозначна трансформация, при която правите линии преминават в прави линии, респективно успоредните прави преминават в успоредни прави;
2. „Булреф” е мрежа от точки, периодически определяни с ГНСС измервания, която представлява българската част в европейската мрежа EUREF;
3. „Векторизиране” е процедура за преобразуване на растерни данни във векторни;
4. „Векторни данни” са вид цифрови географски данни, представящи обектите като точки, линии, полилинии, полигони и пр., определени в дадена координатна система;
5. „Височинна референтна повърхнина” е виртуална повърхнина, близка до геоида, определена въз основа на гравиметричния геоид и GPS/нивелационни данни;
6. „Геодезическа височина” е геометрически определена височина, измервана от повърхността на референтния елипсоид по нормалата към него;
7. „ГНСС” (Глобална Навигационна Спътникова Система – в ед. ч. и мн. ч.) е съкращение, с което се означават глобалните навигационни спътникови системи като GPS, „Глонас”, „Галилей” и пр.;
8. „Дигитайзер” е уред за ръчно оцифряване на аналогови оригинали, записани върху твърд носител;
9. „Метод на разгъването” е метод за ориентиране на астрономо-геодезическа мрежа върху референтния елипсоид;
10. „Нормална височина” е вид височина, свързана с повърхността на квазигеоида на Молоденски;
11. „Преобразуване на координати” е преход от един тип координати към друг тип координати, без промяна на началото и ориентацията на осите;
12. „Растерни данни” е вид цифрови географски данни, чиято структура наподобява мозайка. Разделителната способност на растерните данни се ограничава от размера на елементарната клетка (пиксел);
13. „Трансформиране на координати” е преход от една координатна система с дадено начало и ориентация на осите, към друга координатна система, с различно начало и ориентация на осите;
14. „CAD” (Computer-Aided Design) са системи за автоматизирано проектиране;
15. „EPN” (Euref Permanent Network) е мрежа от перманентни ГНСС станции в рамките на EUREF;
16. „EUREF” (European Reference Frame) е общо име на дейностите по създаването и поддържането на Европейската земна референтна система и продуктите от тях. Координират се от едноименната подкомисия на Международната асоциация по геодезия;
17. „ETRFyy” (European Terrestrial Reference Frame YY) е етикет за означаване на реализациите на ETRS;
18. „ETRS” (European Terrestrial Reference System) е Европейска земна референтна система, създадена и поддържана въз основа на продуктите на ITRS, фиксирана към стабилната част на Евроазиатската континентална плоча;
19. „EUVN” (European Unified Vertical Network) е ГНСС мрежа, базирана на EPN, която включва пегели и възлови нивелачни репери в европейските страни, с цел създаване и поддържане на единна височинна система;
20. „EUVN_DA” (European Unified Vertical Network Densification Action) е ГНСС кампания за съгъстяване и усъвършенстване на EUVN;
21. „EVRFyyyy” (European Vertical Reference Frame YYYYY) е етикет за означаване на реализациите на EVRS;
22. „EVRS” (European Vertical Reference System) е европейска височинна референтна система;
23. „GPS” (Global Positioning System) е ГНСС, създадена и поддържана от САЩ;
24. „GRS80” (Geodetic Reference System 1980) е геодезическа референтна система 1980 година;

25. „IGS” (International GNSS Service) е глобална мрежа от перманентни ГНСС станции, предназначена за поддържане на ITRS и мониторинг на геодинамичните процеси;
26. „IGSN71” (International Gravity Standardization Net 1971) е международна гравиметрична система;
27. „ITRFyy” (International Terrestrial Reference Frame YY) е етикет за означаване на реализациите на ITRS;
28. „ITRS” (International Terrestrial Reference System) е международна земна референтна система;
29. „UELN” (Unified European Leveling Network) е единна европейска нивелационна мрежа;
30. „UTM” (Universal Transverse Mercator) е универсална напречна Меркаторова проекция.

ПРЕХОДНИ И ЗАКЛЮЧИТЕЛНИ РАЗПОРЕДБИ

§ 2. Тази инструкция се издава на основание чл. 10 от Наредба № 2 от 30.07.2010 г. за дефиниране, реализация и поддържане на Българската геодезическа система (ДВ бр. 62 от 2010 г.).

§ 3. Всички пространствени данни обменяни чрез Националния портал за пространствени данни по реда на Закона за достъп до пространствени данни, се представят в БГС2005.

§ 4. Точностите и пределните разлики, посочени в чл. 29, чл. 30, чл. 36 и чл. 40 са определени по данните, налични към издаването на тази инструкция.

§ 5. Инструкцията е задължителна за прилагане от всички ведомства и общини, ползващи геодезически материали и данни в координатни системи, различни от БГС2005.

§ 6. Инструкцията влиза в сила от деня на обнародването ѝ в „Държавен вестник”.

Приложение № 1
към чл. 6

ГЕОДЕЗИЧЕСКА РЕФЕРЕНТНА СИСТЕМА GRS80

С геодезическата референтна система GRS80 се задава набор от фундаментални параметри и конвенции, които се използват за дефиниране координатните системи.

Геодезическата референтна система GRS80 е приета с резолюция № 7 на XVII генерална асамблея на Международния съюз по геодезия и геофизика, състоял се в Канбера, Австралия, през декември 1979 г., която гласи:

„Международният съюз по геодезия и геофизика, отчитайки че Геодезическата референтна система 1967, приета на XIV генерална асамблея на МСГГ, Люцерн, 1967 г., не е в състояние занапред да представя размера, фигурата и гравитационното поле на Земята с точност, съответстваща на редица геодезически, геофизични, астрономически и хидрографски приложения, и съобразявайки се с това, че са на лице по-подходящи стойности, препоръчва:

а) Геодезическата референтна система 1967 да се замени с Геодезическата референтна система 1980, също така базирана на теорията за геоцентричния екипотенциален елипсоид, определен с помощта на следните конвенционални константи:

-екваториален радиус на Земята: $a = 6378137$ m;

-геоцентрична гравитационна константа на Земята (заедно с атмосферата): $GM = 3986005.10^8$ m³/s²;

-динамичен фактор на формата на Земята: $J_2 = 108263.10^{-8}$, с изключена постоянна приливна деформация: $J_2 = 108263.10^{-8}$;

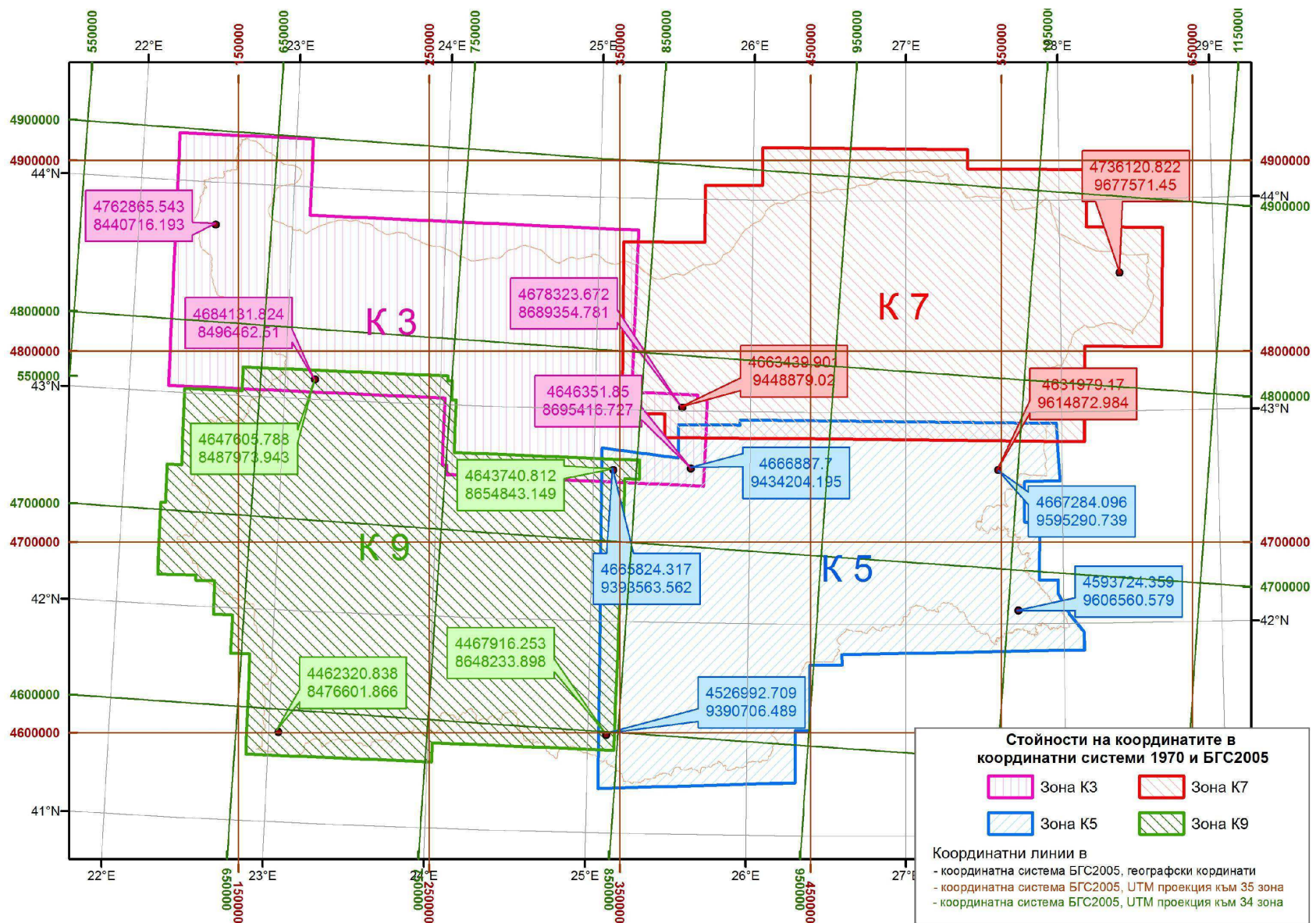
-ъглова скорост на Земята: $\omega = 7292115 \cdot 10^{-11}$ rad/s ;

б) същите работни формули, приети на XV генерална асамблея на МСГГ в Москва, 1971 г. и публикувани от Международната асоциация по геодезия, да се използват както в Геодезическата референтна система 1967;

в) малката полуос на референтния елипсоид, определен по-горе, да бъде успоредна на посоката определена от Условното международно начало, а началният меридиан да е успореден на нулевия меридиан, на дължините приети от Международното бюро за време.”

Въз основа на тази резолюция на МСГГ, в Наръчника на геодезиста, публикуван през 1992 г., са дадени основни положения от теорията на еквипотенциалния елипсоид, работните формули за изчисление на редица производни величини, както и техните стойности.

СТОЙНОСТИ НА КООРДИНАТИТЕ В СИСТЕМА "1970 Г."



ТРАНСФОРМАЦИЯ МЕЖДУ РЕАЛИЗАЦИИТЕ ITRF_{YY} НА МЕЖДУНАРОДНАТА ЗЕМНА КООРДИНАТНА СИСТЕМА ITRS

1. Трансформацията между различните реализации на Международната земна координатна система се осъществява чрез конформен трансформационен модел със следните параметри и техните производни по време:

- а) T_1, T_2, T_3 – трансляции;
- б) D – мащабен множител;
- в) R_1, R_2 и R_3 – ротации.

2. В резултат на трансформацията на вектора \mathbf{X}_1 от координатна система (1) в координатна система (2) се получава векторът \mathbf{X}_2 както следва:

$$\mathbf{X}_2 = \mathbf{X}_1 + \mathbf{T} + D\mathbf{X}_1 + \mathbf{R}\mathbf{X}_1,$$

където $(X, Y, Z)_1, (X, Y, Z)_2$ – пространствени Декартови координати в системи (1) и (2),

$$\mathbf{X}_1 = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_1, \mathbf{X}_2 = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_2, \mathbf{T} = \begin{bmatrix} T_1 \\ T_2 \\ T_3 \end{bmatrix}, \mathbf{R} = \begin{bmatrix} 0 & -R_3 & R_2 \\ R_3 & 0 & -R_1 \\ -R_2 & R_1 & 0 \end{bmatrix}.$$

3. По дефиниция трансформацията по т. 2 е линейна относно координатите на точките получени чрез методите на спътниковата геодезия.

4. Всички параметри участващи в трансформацията по т. 2 - $\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, T_1, T_2, T_3, D, R_1, R_2$ и R_3 са функции на времето. Измененията на координатите във времето (т.е. скоростите им) от координатна система (1) в координатна система (2) се получават по формулата:

$$\dot{\mathbf{X}}_2 = \dot{\mathbf{X}}_2 + \dot{\mathbf{T}} + D\dot{\mathbf{X}}_1 + D\dot{\mathbf{X}}_1 + \dot{\mathbf{R}}\mathbf{X}_1 + \mathbf{R}\dot{\mathbf{X}}_1$$

където

$$\dot{\mathbf{X}}_1 = \begin{bmatrix} \dot{X} \\ \dot{Y} \\ \dot{Z} \end{bmatrix}_1, \dot{\mathbf{X}}_2 = \begin{bmatrix} \dot{X} \\ \dot{Y} \\ \dot{Z} \end{bmatrix}_2, \dot{\mathbf{T}} = \begin{bmatrix} \dot{T}_1 \\ \dot{T}_2 \\ \dot{T}_3 \end{bmatrix}, \dot{\mathbf{R}} = \begin{bmatrix} 0 & -\dot{R}_3 & \dot{R}_2 \\ \dot{R}_3 & 0 & -\dot{R}_1 \\ -\dot{R}_2 & \dot{R}_1 & 0 \end{bmatrix}.$$

Тъй като членовете $D\dot{\mathbf{X}}_1$ и $\dot{\mathbf{R}}\mathbf{X}_1$ са пренебрежимо малки, трансформацията се извършва по формулата:

$$\dot{\mathbf{X}}_2 = \dot{\mathbf{X}}_2 + \dot{\mathbf{T}} + D\dot{\mathbf{X}}_1 + \dot{\mathbf{R}}\mathbf{X}_1$$

ТРАНСФОРМАЦИОННИ ПАРАМЕТРИ МЕЖДУ РЕАЛИЗАЦИИТЕ ITRFYU НА ITRS

1. Трансформационни параметри между ITRF2000 и предишните реализации ITRF_y

РЕАЛИЗАЦИЯ	T1 [cm]	T2 [cm]	T3 [cm]	D ppm	R1 [0.001'']	R2 [0.001'']	R3 [0.001'']	Епоха
Изменения	cm/y	cm/y	cm/y	ppm/y	0.001''/y	0.001''/y	0.001''/y	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
ITRF97	0.67	0.61	-1.85	1.55	0.00	0.00	0.00	1997.0
Изменения	0.00	-0.06	-0.14	0.01	0.00	0.00	0.02	
ITRF96	0.67	0.61	-1.85	1.55	0.00	0.00	0.00	1997.0
Изменения	0.00	-0.06	-0.14	0.01	0.00	0.00	0.02	
ITRF94	0.67	0.61	-1.85	1.55	0.00	0.00	0.00	1997.0
Изменения	0.00	-0.06	-0.14	0.01	0.00	0.00	0.02	
ITRF93	1.27	0.65	-2.09	1.95	-0.39	0.80	-1.14	1988.0
Изменения	-0.29	-0.02	-0.06	0.01	-0.11	-0.19	0.07	
ITRF92	1.47	1.35	-1.39	0.75	0.00	0.00	-0.18	1988.0
Изменения	0.00	-0.06	-0.14	0.01	0.00	0.00	0.02	
ITRF91	2.67	2.75	-1.99	2.15	0.00	0.00	-0.18	1988.0
Изменения	0.00	-0.06	-0.14	0.01	0.00	0.00	0.02	
ITRF90	2.47	2.35	-3.59	2.45	0.00	0.00	-0.18	1988.0
Изменения	0.00	-0.06	-0.14	0.01	0.00	0.00	0.02	
ITRF89	2.97	4.75	-7.39	5.85	0.00	0.00	0.02	1988.0
Изменения	0.00	-0.06	-0.14	0.01	0.00	0.00	0.02	
ITRF88	2.47	1.15	-9.79	8.95	0.10	0.00	-0.18	1988.0
Изменения	0.00	-0.06	-0.14	0.01	0.00	0.00	0.02	

2. Трансформационните параметри се използват в съответствие с описания трансформационен модел и са валидни за съответната епоха (колона 9). Стойността на даден параметър P за произволна епоха t се получава по формулата:

$$P(t) = P(\text{епоха}) + P \cdot (t - \text{епоха})$$

3. Трансформационни параметри между ITRF2005 и ITRF2000

Трансформационни параметри	T ₁ mm	T ₂ mm	T ₃ mm	D 10-9	R ₁ masec	R ₂ masec	R ₃ masec	Епоха
Изменения	mm/y	mm/y	mm/y	10-9/y	masec/y	masec/y	masec/y	
<i>l</i>	2	3	4	5	6	7	8	9
Стойности	0.1	-0.8	-5.8	0.40	0.000	0.000	0.000	2000.0
Ср.кв. грешки	±0.3	±0.3	±0.3	±0.05	±0.012	±0.012	±0.012	
Изменения	-0.2	0.1	-1.8	0.08	0.000	0.000	0.000	
Ср.кв. грешки	±0.3	±0.3	±0.3	±0.05	±0.012	±0.012	±0.012	

ТРАНСФОРМАЦИЯ МЕЖДУ ITRS И WGS84

1. Съществуват две реализации на земната координатна система WGS84:

1.1. „Стара” реализация базирана на доплеровата спътникова навигационна система на САЩ TRANSIT, осигуряваща точност на геоцентричните координати от порядъка на метър.

1.2. „Нова” реализация базирана на GPS технологията, с последователни версии обозначени като G730, G873 и G1150, където цифрите обозначават момента (GPS седмицата) на съответната версия. Счита се, че последната реализация G1150 е съвместима с ITRS в рамките на 10 cm и по-добре.

2. Трансформационни параметри

2.1. Трансформационни параметри между ITRS, реализация ITRF90, и WGS84 “стара”

T_1 [m]	T_2 [m]	T_3 [m]	D ppm	R_1 [“]	R_2 [“]	R_3 [“]
0.060	-0.517	-0.223	-0.011	0.0183	-0.0003	0.0070

2.2. За „новите” реализации на WGS84 няма официално изведени трансформационни параметри.

ТРАНСФОРМАЦИЯ МЕЖДУ МЕЖДУНАРОДНАТА ЗЕМНА КООРДИНАТНА СИСТЕМА ITRS И НЕЙНИТЕ РЕАЛЗАЦИИ ITRFYU И ЕВРОПЕЙСКАТА ЗЕМНА КООРДИНАТНА СИСТЕМА ETRS89 И НЕЙНИТЕ РЕАЛИЗАЦИИ ETRFYU.

1. Реализациите ITRFYU се състоят от координати $\mathbf{X}_{yy}^I(t_0)$ в епоха t_0 и скорости $\dot{\mathbf{X}}_{yy}^I$. Координатите за епоха t се получават по формулата:

$$\mathbf{X}_{yy}^I(t) = \mathbf{X}_{yy}^I(t_0) + \dot{\mathbf{X}}_{yy}^I(t - t_0)$$

2. Схемата, по която се трансформират координатите и скоростите от ITRS в система ETRS89, привързана към стабилната част на Евразийската плоча, е следната:

2.1. Получаване на координатите в ITRS за епоха 1989.0:

$$\mathbf{X}_{yy}^I(1989.0) = \mathbf{X}_{yy}^I(t_0) + \dot{\mathbf{X}}_{yy}^I(1989.0 - t_0)$$

2.2. Изчисляват се координатите в ETRS89, епоха 89.0, по формулата:

$$\begin{bmatrix} X_{yy}^E \\ Y_{yy}^E \\ Z_{yy}^E \end{bmatrix}_{1989.0} = \begin{bmatrix} X_{yy}^I \\ Y_{yy}^I \\ Z_{yy}^I \end{bmatrix}_{1989.0} + \begin{bmatrix} T_1 \\ T_2 \\ T_3 \end{bmatrix}$$

където T_1 , T_2 и T_3 - транслационните параметри между съответната реализация на ITRS – ITRFYU и ITRF89.

2.3. Изчисляват се скоростите в ETRS89 по формулата:

$$\begin{bmatrix} \dot{X}_{yy}^E \\ \dot{Y}_{yy}^E \\ \dot{Z}_{yy}^E \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{X}_{yy}^I \\ \dot{Y}_{yy}^I \\ \dot{Z}_{yy}^I \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & -\dot{R}_3 & \dot{R}_2 \\ \dot{R}_3 & 0 & -\dot{R}_1 \\ -\dot{R}_2 & \dot{R}_1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{yy}^I \\ Y_{yy}^I \\ Z_{yy}^I \end{bmatrix}$$

където производните на ротационните параметри - \dot{R}_1 , \dot{R}_2 и \dot{R}_3 са компонентите на ротационния вектор на Евразийската плоча.

3. Координатите в ETRS89 за произволен момент t се получават по формулата:

$$\mathbf{X}_{yy}^E(t) = \mathbf{X}_{yy}^E(1989.0) + \dot{\mathbf{X}}_{yy}^E(t - 1989.0)$$

ТРАНСФОРМАЦИОННИ ПАРАМЕТРИ МЕЖДУ ITRS И ETRS89

1. Параметри на трансформацията от ITRF_{уу} към ITRF89

От ITRF89 към	T ₁ cm	T ₂ cm	T ₃ cm	D 10 ⁻⁸	R ₁ masec	R ₂ masec	R ₃ masec	Епоха
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
ITRF90	0.5	2.4	-3.8	0.34	0.00	0.00	0.00	1988.0
ITRF91	0.6	2.0	-5.4	0.37	0.00	0.00	0.00	1988.0
ITRF92	1.7	3.4	-6.0	0.51	0.00	0.00	0.00	1988.0
ITRF93	1.9	4.1	-5.3	0.39	0.39	-0.80	0.96	1988.0
ITRF94	2.3	3.6	-6.8	0.43	0.00	0.00	0.00	1988.0
ITRF96	2.3	3.6	-6.8	0.43	0.0	0.00	0.00	1988.0
ITRF97	2.3	3.6	-6.8	0.43	0.00	0.00	0.00	1988.0
ITRF2000	3.0	4.2	-8.7	0.59	0.00	0.00	0.00	1997.0
ITRF2006	3.0	3.9	-9.7	0.3	0.00	0.06	0.06	2000.0

2. Изменения на трансформационните параметри от ITRF_{уу} към ITRF89

От ITRF89 към	\dot{T}_1 cm/y	\dot{T}_2 cm/y	\dot{T}_3 cm/y	\dot{D} 10 ⁻⁸ /y	\dot{R}_1 masec/y	\dot{R}_2 masec/y	\dot{R}_3 masec/y
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
ITRF90	0.5	2.4	-3.8	0.34	0.00	0.00	0.00
ITRF91	0.6	2.0	-5.4	0.37	0.00	0.00	0.00
ITRF92	1.7	3.4	-6.0	0.51	0.00	0.00	0.00
ITRF93	1.9	4.1	-5.3	0.39	0.39	-0.80	0.96
ITRF94	2.3	3.6	-6.8	0.43	0.00	0.00	0.00
ITRF96	2.3	3.6	-6.8	0.43	0.0	0.00	0.00
ITRF97	2.3	3.6	-6.8	0.43	0.00	0.00	0.00
ITRF2000	3.0	4.2	-8.7	0.59	0.00	0.00	0.00
ITRF2006	3.0	3.9	-9.7	0.3	0.00	0.06	0.06

ПРЕОБРАЗУВАНЕ НА ГЕОГРАФСКИ КООРДИНАТИ В ГАУСОВИ ОБРАТНО

1. Преобразуване на географски координати в Гаусови координати

1.2. Определяне на осевия меридиан λ_0 и съответната стойност на ординатата - y_0 , в зависимост от ширината на зоната и географската дължина λ

а) Шестградусови зони

$$\lambda_0 = [\text{int}(\lambda/6) + 1] \cdot 6 - 3$$

$$y_0 = [\text{int}(\lambda/6) + 1] \cdot 1000000 + 500000$$

б) Триградусови зони

$$\lambda_0 = \text{int}[(\lambda + 1.5)/3] \cdot 3$$

$$y_0 = \text{int}[(\lambda + 1.5)/3] \cdot 1000000 + 500000$$

в) В изразите по-горе λ и λ_0 са в градуси, y_0 - в метри.

1.3. Определяне на дължината l спрямо осевия меридиан λ_0

$$l = \lambda - \lambda_0$$

1.4. Преобразуване на (φ, l) в (x, \bar{y}) по процедурата за напречна цилиндрична проекция със следните параметри:

а) голяма полуос и сплеснатост на референтния елипсоид;

б) мащаб по осевия меридиан равен на единица.

1.5. Определяне на координатата y от истинската ордината \bar{y}

$$y = \bar{y} + y_0$$

2. Преобразуване на Гаусови координати в географски координати

2.1. Определяне на стойността на ордината y_0 по осевия меридиан λ_0

$$y_0 = \text{int}(y/1000000) \cdot 1000000 + 500000$$

2.2. Определяне на осевия меридиан λ_0 в зависимост от номера на зоната

а) Шестградусови зони

$$\lambda_0 = \text{int}(y/1000000) \cdot 6 - 3$$

б) Триградусови зони

$$\lambda_0 = \text{int}(y/1000000) \cdot 3$$

в) В изразите по-горе λ_0 е в градуси, y и y_0 - в метри.

2.3. Определяне на истинската ордината \bar{y}

$$\bar{y} = y - y_0$$

2.4. Преобразуване на (x, \bar{y}) в (φ, l) по процедурата за напречна цилиндрична проекция със следните параметри:

а) голяма полуос и сплеснатост на референтния елипсоид;

б) мащаб по осевия меридиан равен на единица.

2.5. Определяне на географската дължина λ

$$\lambda = l + \lambda_0$$

ПРЕОБРАЗУВАНЕ НА ГЕОГРАФСКИ КООРДИНАТИ В UTM ОБРАТНО

1. Преобразуване на географски координати в UTM

1.2. Определяне на осевия меридиан λ_0 и номера на зоната N в зависимост от географската дължина λ :

$$\lambda_0 = [\text{int}(\lambda/6) + 1] \cdot 6 - 3$$

$$N = \text{int}(\lambda/6) + 31$$

където λ и λ_0 са в градуси.

1.3. Определяне на дължината l спрямо осевия меридиан λ_0

$$l = \lambda - \lambda_0$$

1.4. Преобразуване на (φ, l) в (x, \bar{y}) по процедурата за напречна цилиндрична проекция със следните параметри:

а) голяма полуос и сплеснатост на референтния елипсоид;

б) мащаб по осевия меридиан равен на 0.9996.

1.5. Определяне на координатата y от истинската ордината \bar{y}

$$y = \bar{y} + 500000$$

2. Преобразуване на Гаусови координати в географски координати

2.1. Определяне на осевия меридиан λ_0 в зависимост от номера на зоната N :

$$\lambda_0 = (N - 30) \cdot 6 - 3,$$

където λ_0 е в градуси.

2.2. Определяне на истинската ордината \bar{y}

$$\bar{y} = y - 500000$$

2.3. Преобразуване на (x, \bar{y}) в (φ, l) по процедурата за напречна цилиндрична проекция със следните параметри:

а) голяма полуос и сплеснатост на референтния елипсоид;

б) мащаб по осевия меридиан равен на 0.9996.

2.4. Определяне на географската дължина λ

$$\lambda = l + \lambda_0$$

ПРЕОБРАЗУВАНЕ НА ГЕОГРАФСКИ В НАПРЕЧНИ ЦИЛИНДРИЧНИ КООРДИНАТИ И ОБРАТНО

1. Преобразуване от географски в напречни цилиндрични координати

1.1.Работни формули

$$l = \lambda - \lambda_0$$

$$x = (x_0 + b_2 l^2 + b_4 l^4 + b_6 l^6 + b_8 l^8) m$$

$$\bar{y} = (c_1 l + c_3 l^3 + c_5 l^5 + c_7 l^7) m$$

1.2.Изчисляване на дължината по меридиана от екватора във формулите по т. 1.1

$$x_0 = a_0 \varphi - \sin \varphi \cos \varphi \left[(a_2 - a_4 + a_6) + \left(2a_4 - \frac{16}{3} a_6 \right) \sin^2 \varphi + \frac{16}{3} a_6 \sin^4 \varphi \right]$$

1.3.Изчисляване на коефициентите във формулите по т. 1.1.

$$b_2 = \frac{1}{2} N \sin \varphi \cos \varphi$$

$$b_4 = \frac{1}{24} N \sin \varphi \cos^3 \varphi (5 - t^2 + 9\eta^2 + 4\eta^4)$$

$$b_6 = \frac{1}{720} N \sin \varphi \cos^5 \varphi (61 - 58t^2 + 270\eta^2 + t^4 - 320\eta^2 t^2)$$

$$b_8 = \frac{1}{40320} N \sin \varphi \cos^7 \varphi (1385 - 3111t^2 + 543t^4 - t^6)$$

$$c_1 = N \cos \varphi$$

$$c_3 = \frac{1}{6} N \cos^3 \varphi (1 - t^2 + \eta^2)$$

$$c_5 = \frac{1}{120} N \cos^5 \varphi (5 - 18t^2 + t^4 + 14\eta^2 - 58\eta^2 t^2)$$

$$c_7 = \frac{1}{5040} N \cos^7 \varphi (61 - 479t^2 + 179t^4 - t^6)$$

1.4.Помощни величини

$$t = \operatorname{tg} \varphi \qquad \eta^2 = e^2 \cos^2 \varphi \qquad N = a(1 - e^2 \sin^2 \varphi)^{-1/2}$$

2. Преобразуване от напречни цилиндрични в географски координати

2.1.Работни формули

$$y = (\bar{y} - 500000) / m$$

$$\varphi = \varphi_x + d_2 y^2 + d_4 y^4 + d_6 y^6 + d_8 y^8$$

$$l = e_1 y + e_3 y^3 + e_5 y^5 + e_7 y^7$$

2.2. Изчисляване на ширината на стъпката φ_x във формулите по т. 2.1

$$\varphi_x = \varphi_0 + \sin \varphi_0 \cos \varphi_0 [2(q_2 + 2q_4 + 3q_6) - 8(q_4 + 4q_6 + 4q_6 \sin^2 \varphi_0) \sin^2 \varphi_0]$$

2.3. Изчисляване на коефициентите във формулите по т. 2.1. и т. 2.2.

$$d_2 = -\frac{t}{2N^2} (1 + \eta^2)$$

$$d_4 = \frac{t(1 + \eta^2)}{24N^4} (5 + 3t^2 + \eta^2 - 9\eta^2 t^2 - 4\eta^2)$$

$$d_6 = -\frac{t(1+\eta^2)}{720N^6} (61 + 90t^2 + 45t^4 + 46\eta^2 - 252\eta^2t^2 - 90\eta^2t^4)$$

$$d_8 = \frac{t(1+\eta^2)}{40320N^8} (1385 + 3633t^2 + 4095t^4 + 1575t^6)$$

$$e_1 = \frac{1}{N \cos \varphi}$$

$$e_3 = -\frac{1}{6N^3 \cos \varphi} (1 + 2t^2 + \eta^2)$$

$$e_5 = \frac{1}{120N^5 \cos \varphi} (5 + 28t^2 + 24t^4 + 6\eta^2 + 8\eta^2t^2)$$

$$e_7 = -\frac{1}{5040N^7 \cos \varphi} (61 + 662t^2 + 1320t^4 + 720t^6)$$

$$\varphi_0 = \frac{x}{a_0}$$

$$q_2 = \frac{a_2}{2a_0} + \frac{a_2 a_4}{8a_0^2} - \frac{a_2^3}{16a_0^3}$$

$$q_4 = -\frac{a_4}{4a_0} + \frac{a_2^2}{4a_0^2}$$

$$q_6 = \frac{a_6}{6a_0} - \frac{3a_2 a_4}{8a_0^2} + \frac{3a_2^3}{16a_0^3}$$

2.4. Помощни величини

$$t = \operatorname{tg} \varphi_x$$

$$\eta^2 = e^2 \cos^2 \varphi_x$$

$$N = a(1 - e^2 \sin^2 \varphi_x)^{-1/2}$$

3. Коефициенти участващи във формулите по т. 1 и т. 2

$$a_0 = m_0 + 0.5m_2 + 0.375m_4 + 0.3125m_6 + 0.2734375m_8$$

$$a_2 = 0.5m_2 + 0.5m_4 + 0.46875m_6 + 0.4375m_8$$

$$a_4 = 0.125m_4 + 0.1875m_6 + 0.21875m_8$$

$$a_6 = 0.03125m_6 + 0.0625m_8$$

$$m_0 = a(1 - e^2)$$

$$m_2 = \frac{3}{2}e^2 m_0$$

$$m_4 = \frac{5}{4}e^2 m_2$$

$$m_6 = \frac{7}{6}e^2 m_4$$

$$m_8 = \frac{9}{8}e^2 m_6$$

ПОЛИНОМИАЛНИ ТРАНСФОРМАЦИИ

Работните формули за полиномиална трансформация между две равнинни координатни системи са следните:

$$dx = (x - x_0)/100000$$

$$dy = (y - y_0)/100000$$

$$x' = x_0 + a_{00} + a_{10}dx + a_{01}dy + a_{20}dx^2 + a_{11}dxdy + a_{02}dy^2 + a_{30}dx^3 + a_{21}dx^2dy + a_{12}dxdy^2 + a_{03}dy^3$$

$$y' = y_0 + b_{00} + b_{10}dx + b_{01}dy + b_{20}dx^2 + b_{11}dxdy + b_{02}dy^2 + b_{30}dx^3 + b_{21}dx^2dy + b_{12}dxdy^2 + b_{03}dy^3$$

където x, y – координати в изходната система, x', y' – трансформирани координати, x_0, y_0, a_{ij}, b_{ij} – трансформационни параметри.

ТРАНСФОРМАЦИОННИ ПАРАМЕТРИ СИСТЕМИ „1930 Г.” И „1950 Г.”

1. Трансформацията между проекционните координати в система „1930 г.” и триградусовите Гаусови координати в система „1950 г.” от същата зона се осъществява чрез полиноми от трети ред.
2. Коефициентите на полиномите са определени по метода на най-малките квадрати, изхождайки от координати на идентични точки в двете системи.

	От „1930 г.” към „1950 г.”	
	Зона 8 Осев меридиан 24°	Зона 9 Осев меридиан 27°
a_{00}	363.346	363.372
a_{10}	10.0010	9.9994
a_{01}	-1.1796	-1.1160
a_{20}	-	-
a_{11}	-0.0206	-0.0206
a_{02}	-	-
a_{30}	-	-
a_{21}	0.00014	0.00014
a_{12}	0.00035	0.00035
a_{03}	0.00005	-0.00005
b_{00}	-82.645	-79.200
b_{10}	1.1796	1.1158
b_{01}	10.0010	10.0010
b_{20}	0.0103	0.0108
b_{11}	-	-
b_{02}	-0.0103	-0.0098
b_{30}	-	-
b_{21}	-0.0017	-0.0017
b_{12}	0.0014	0.0014
b_{30}	0.0017	0.0017

3. За трансформация от система „1950 г.” в система „1930 г.” поправките, изчислени с помощта на горните параметри се въвеждат с обратен знак.

ТРАНСФОРМАЦИОННИ ПАРАМЕТРИ СИСТЕМИ “1950 Г.” И „1942/83 Г.”

1. Трансформацията между шестградусовите Гаусови координати в система „1950 г.” и проекционните координати в система „1942/83 г.” от същата зона се осъществява чрез полиноми от втори ред.
2. Коефициентите на полиномите са определени по метода на най-малките квадрати, изхождайки от координати на идентични точки в двете системи.
3. Стойностите на трансформационните параметри се съхраняват от Военногеографската служба на Българската армия.

ТРАНСФОРМАЦИИ МЕЖДУ КООРДИНАТИ СИСТЕМИ “1950 Г.” И “1970 Г.”

1. Трансформация на географски координати в система “1950 г.” в проекционни координати в система “1970 г.”

$$\Delta\varphi = \varphi - \varphi_0$$

$$\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0$$

$$\varphi' = \varphi + g_{01}\Delta\lambda + g_{11}\Delta\varphi\Delta\lambda + g_{03}\Delta\lambda^3$$

$$\lambda' = \lambda + h_{10}\Delta\varphi + h_{20}\Delta\varphi^2 + h_{02}\Delta\lambda^2 + h_{30}\Delta\varphi^3 + h_{12}\Delta\varphi\Delta\lambda^2$$

$$\Delta\varphi = \varphi' - \varphi_0$$

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda_0$$

$$\Delta x = a_{10}\Delta\varphi + a_{20}\Delta\varphi^2 + a_{02}\Delta\lambda^2 + a_{30}\Delta\varphi^3 + a_{12}\Delta\varphi\Delta\lambda^2 + a_{40}\Delta\varphi^4 + a_{22}\Delta\varphi^2\Delta\lambda^2 + a_{04}\Delta\lambda^4 + a_{50}\Delta\varphi^5 +$$

$$+ a_{32}\Delta\varphi^3\Delta\lambda^2 + a_{14}\Delta\varphi\Delta\lambda^4$$

$$\Delta y = b_{01}\Delta\lambda + b_{11}\Delta\varphi\Delta\lambda + b_{21}\Delta\varphi^2\Delta\lambda + b_{03}\Delta\lambda^3 + b_{31}\Delta\varphi^3\Delta\lambda + b_{13}\Delta\varphi\Delta\lambda^3 + b_{41}\Delta\varphi^4\Delta\lambda + d_{05}\Delta\lambda^5$$

$$x = x_0 + \Delta x$$

$$y = y_0 + \Delta y$$

2. Трансформация на проекционни координати в система “1970 г.” в географски координати в система “1950 г.”

$$\Delta x = x - x_0$$

$$\Delta y = y - y_0$$

$$\Delta\varphi = c_{10}\Delta x + c_{20}\Delta x^2 + c_{02}\Delta y^2 + c_{30}\Delta x^3 + c_{12}\Delta x\Delta y^2 + c_{40}\Delta x^4 + c_{22}\Delta x^2\Delta y^2 + c_{04}\Delta y^4 + c_{50}\Delta x^5 + \Delta y^4 +$$

$$+ c_{32}\Delta x^3\Delta y^2 + c_{14}\Delta x$$

$$\Delta\lambda = d_{01}\Delta y + d_{11}\Delta x\Delta y + d_{21}\Delta x^2\Delta y + d_{03}\Delta y^3 + c_{31}\Delta x^3\Delta y + d_{13}\Delta x\Delta y^3 + d_{41}\Delta x^4\Delta y + d_{23}\Delta x^2\Delta y^3 + d_{05}\Delta y^5$$

$$\varphi' = \varphi_0 + \Delta\varphi$$

$$\lambda' = \lambda_0 + \Delta\lambda$$

$$\varphi = \varphi' - g_{01}\Delta\lambda - g_{11}\Delta\varphi\Delta\lambda - g_{03}\Delta\lambda^3$$

$$\lambda = \lambda' - h_{10}\Delta\varphi - h_{20}\Delta\varphi^2 - h_{02}\Delta\lambda^2 - h_{30}\Delta\varphi^3 - h_{12}\Delta\varphi\Delta\lambda^2$$

3. Коефициенти във формулите по т. 1 и т. 2

$$a_{10} = N(1 - \eta^2 + \eta^4 - \eta^6)$$

$$a_{20} = \frac{3}{2}Nt(\eta^2 - 2\eta^4)$$

$$a_{02} = \frac{1}{2}Nt\cos^2\varphi_0$$

$$a_{30} = \frac{1}{6}N(1 + \eta^2 - 3t^2\eta^2 - 3\eta^4 + 21t^2\eta^4)$$

$$a_{12} = \frac{1}{2}N(-t^2 + t^2\eta^2 - t^2\eta^4)\cos^2\varphi_0$$

$$a_{40} = \frac{1}{24}Nt(1 - \eta^2)$$

$$a_{22} = -\frac{3}{4}Nt^3\eta^2\cos^2\varphi_0$$

$$a_{04} = -\frac{1}{24}Nt^3\cos^4\varphi_0$$

$$a_{50} = \frac{1}{120}N(5 + 3t^2)$$

$$a_{32} = -\frac{1}{12}Nt^2\cos^2\varphi_0$$

$$a_{14} = \frac{1}{24} N t^4 \cos^4 \varphi_0$$

$$b_{01} = N \cos \varphi_0$$

$$b_{21} = \frac{3}{2} N (-t^2 \eta^2 + 2t^2 \eta^4) \cos \varphi_0$$

$$b_{31} = \frac{1}{6} N t (-1 - \eta^2 + 3t^2 \eta^2) \cos \varphi_0$$

$$b_{41} = -\frac{1}{24} N t^2 \cos \varphi_0$$

$$b_{11} = N t (-1 + \eta^2 - \eta^4) \cos \varphi_0$$

$$b_{03} = -\frac{1}{6} N t^2 \cos^3 \varphi_0$$

$$b_{13} = \frac{1}{6} N t (t^2 - t^2 \eta^2) \cos^3 \varphi_0$$

$$b_{05} = \frac{1}{120} N t^4 \cos^5 \varphi_0$$

$$c_{10} = \frac{1}{N} (1 + \eta^2)$$

$$c_{02} = -\frac{1}{2N^2} t (1 + \eta^2)$$

$$c_{12} = \frac{1}{2N^3} (-t^2 + 2t^2 \eta^2 + 3t^2 \eta^4)$$

$$c_{22} = \frac{1}{4N^4} t (1 - 2t^2 + 5\eta^2 + t^2 \eta^2)$$

$$c_{50} = \frac{1}{120N^5} (5 - 3t^2)$$

$$c_{14} = \frac{1}{8N^5} (-t^2 + 3t^4)$$

$$c_{20} = -\frac{3}{2N^2} t (\eta^2 + \eta^4)$$

$$c_{30} = \frac{1}{6N^3} (-1 - 5\eta^2 + 3t^2 \eta^2 - 7\eta^4 + 18t^2 \eta^4)$$

$$c_{40} = \frac{1}{24N^4} t (-1 + 26\eta^2)$$

$$c_{04} = \frac{1}{8N^4} t (t^2 - 2t^2 \eta^2)$$

$$c_{32} = \frac{1}{6N^5} (2t^2 - 3t^4)$$

$$d_{01} = \frac{1}{N \cos \varphi_0}$$

$$d_{03} = -\frac{1}{3N^3 \cos \varphi_0} t^2$$

$$d_{41} = \frac{1}{N^5 \cos \varphi_0} t^4$$

$$d_{11} = \frac{1}{N^2 \cos \varphi_0} t$$

$$d_{31} = \frac{1}{N^4 \cos \varphi_0} t^3$$

$$d_{23} = -\frac{2}{N^5 \cos \varphi_0} t^4$$

$$d_{21} = \frac{1}{N^3 \cos \varphi_0} t^2$$

$$d_{13} = -\frac{1}{N^4 \cos \varphi_0} t^3$$

$$d_{05} = \frac{1}{5N^5 \cos \varphi_0} t^4$$

$$g_{01} = -\Delta a (1 + \eta^2) \cos \varphi_0$$

$$g_{11} = 3\Delta a t \eta^2 \cos \varphi_0$$

$$g_{03} = \frac{1}{6} \Delta a (1 + t^2) \cos^3 \varphi_0$$

$$h_{10} = \frac{1}{\cos \varphi_0} \Delta a (1 - \eta^2)$$

$$h_{20} = \frac{1}{\cos \varphi_0} t \left(1 - \frac{\eta^2}{2} \right) \Delta a$$

$$h_{02} = -\frac{1}{2} \Delta a t \cos \varphi_0$$

$$h_{30} = \frac{1}{3 \cos \varphi_0} (1 + 3t^2) \Delta a$$

$$h_{12} = -\frac{1}{2} \Delta a (1 + t^2) \cos \varphi_0$$

4. Константи

$$a = 6378245$$

$$e^2 = 0.006693421623$$

$$e'^2 = 0.006738525415$$

5. Главни производни величини

$$N = a(1 - e^2 \sin^2 \varphi_0)^{-1/2}$$

$$\eta^2 = e'^2 \cos^2 \varphi_0$$

$$t = \operatorname{tg} \varphi_0$$

б. Означения:

а) φ, λ - геодезически географски координати в система „1950 г.“;

б) x, y – проекционни координати в система „1970 г.“;

в) $\varphi_0, \lambda_0, \Delta a, x_0, y_0$ – трансформационни параметри, съответно географски координати на фиктивните централни точки, ъглите на завъртане около тях, стойност на абсцисата по стандартния паралел, стойност на ордината във фиктивната централна точка.

Зони	φ_0	λ_0	Δa	x_0, m	y_0, m
К-3	43°27'25"	23°14'15"	-0.027651055°	4724463.651	8500000.000
К-5	42°28'45"	26°25'35"	-0.0246105°	4638981.029	9500000.000
К-7	43°33'48"	26°11'13"	0.030881916°	4723911.711	9500000.000
К-9	42°17'35"	23°20'33"	0.052087361°	4558613.089	8500000.000

ПРЕОБРАЗУВАНЕ НА ПРОСТРАНСТВЕНИ ДЕКАРТОВИ КООРДИНАТИ В ГЕОГРАФСКИ И ОБРАТНО

1. Преобразуване на пространствени Декартови координати в географски

1.1. Изчисляване на помощната величина D

$$D = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

1.2. Изчисляване на приблизителната географска ширина φ_0

$$\varphi_0 = \operatorname{arctg} \left(\frac{Z}{(1 - e^2)D} \right)$$

1.3. Итеративно изчисляване на географската ширина φ

а) Изчисляване на напречния радиус на кривина N и географската ширина φ

$$N = a(1 - e^2 \sin^2 \varphi_0)^{-1/2}$$

$$\varphi = \operatorname{arctg} \left(\frac{Z + e^2 N \sin \varphi_0}{D} \right)$$

б) Ако $|\varphi - \varphi_0| < \varepsilon$, то итеративният процес приключва; ε - необходима точност на преобразуването, напр. 0.00001". В противен случай се приема $\varphi_0 = \varphi$ и започва нова итерация.

1.4. Изчисляване на географската дължина λ

а) Ако $X \neq 0$, изчислява се помощната величина

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

след което се определя квадрантът и окончателната стойност на географската дължина λ :

-ако $X > 0, Y \geq 0$, то $\lambda = \bar{\lambda}$

-ако $X > 0, Y < 0$, то $\lambda = 360^\circ - \bar{\lambda}$

-ако $X < 0, Y < 0$, то $\lambda = 180^\circ + \bar{\lambda}$

-ако $X < 0, Y \geq 0$, то $\lambda = 180^\circ - \bar{\lambda}$

б) Ако $X = 0$, географската дължина се определя както следва:

-ако $Y > 0$, то $\lambda = 90^\circ$

-ако $Y < 0$, то $\lambda = 270^\circ$

1.5. Изчисляване на геодезическата височина h

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

2. Преобразуване на географски координати в пространствени Декартови

2.1. Изчисляване на напречния радиус на кривина N

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

2.2. Изчисляване на пространствени Декартови координати

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

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

$$Z = [N(1 - e^2)h] \sin \varphi$$

3. Във формулите по т. 1 и т. 2 са приети следните означения:

- X, Y, Z – пространствени Декартови координати

- φ, λ - геодезически географски координати;

- h – геодезическа височина;

- N – напречен радиус на кривина на референтния елипсоид;

- a, e – параметри на референтния елипсоид – голяма полуос и ексцентрицитет на меридианната елипса.

КОНФОРМНА ТРАНСФОРМАЦИЯ МЕЖДУ ПРОСТРАНСТВЕНИ ДЕКАРТОВИ КООРДИНАТНИ СИСТЕМИ

1. Конформната трансформация между две пространствени Декартови координатни системи, най-подходяща за територията на България се извършва чрез конформния модел на Молоденски – Бадекаш.

2. Работните формули за трансформиране на координати X_1, Y_1, Z_1 от една система в друга система са следните

$$\delta X = X_1 - X_m$$

$$\delta Y = Y_1 - Y_m$$

$$\delta Z = Z_1 - Z_m$$

$$X_2 = \Delta X + X_m + \mu(\delta X - R_Z \delta Y + R_Y \delta Z)$$

$$Y_2 = \Delta Y + Y_m + \mu(\delta Y + R_Z \delta X - R_X \delta Z)$$

$$Z_2 = \Delta Z + Z_m + \mu(\delta Z - R_Y \delta X + R_X \delta Y)$$

където X_2, Y_2, Z_2 – координати в другата система.

3. Параметрите на трансформационния модел са следните:

а) $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$ – трансляции (в метри);

б) R_X, R_Y, R_Z – ротации (в радиани);

в) μ - мащабен коефициент;

г) X_m, Y_m, Z_m – координати на фиктивна централна точка, по отношение на която са определени ротационните ъгли R_X, R_Y, R_Z .

ТРАНСФОРМАЦИОННИ ПАРАМЕТРИ МЕЖДУ БГС2005 И СИСТЕМА „1942/83 Г.”

1. Трансформационните параметри са определени изхождайки от пространствените Декартови координати на проекциите на идентичните точки както следва:

- а) в система ETRS89, епоха 2005.0 г. - върху елипсоида GRS80;
- б) в система „1942/83 г.” - върху елипсоида на Красовски.

2. Приложен е конформният трансформационен модел на Молоденски – Бадекаш с параметри:

- а) ΔX , ΔY , ΔZ – трансляции;
- б) R_X , R_Y , R_Z – ротации;
- в) μ - мащабен коефициент;
- г) X_m , Y_m , Z_m – координати на фиктивна централна точка, по отношение на която са определени ротационните ъгли R_X , R_Y , R_Z .

3. Трансформация по Молоденски-Бадекаш

Централна точка

X_m	Y_m	Z_m
4223032.0	2032778.0	4309209.0

Трансформационни параметри

Параметър	Стойност
Транслация ΔX	-5.0 м
Транслация ΔY	133. 0 м
Транслация ΔZ	104.0 м
Ротация R_X	1.4"
Ротация R_Y	2.0"
Ротация R_Z	-3.4"
Мащабен коефициент μ	1.0000039901

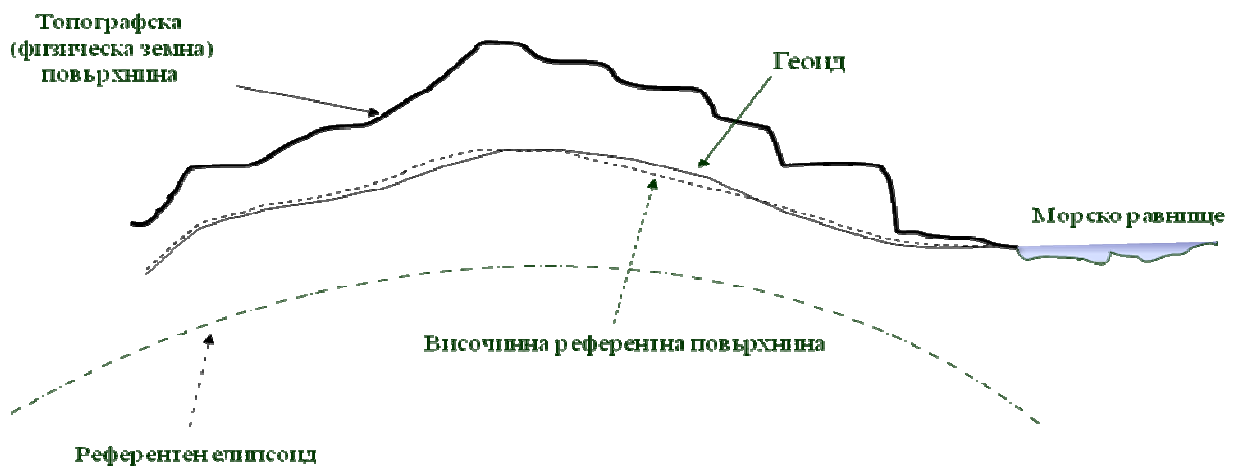
4. Точните стойности на трансформационните параметри се съхраняват от Военногеографската служба на Българската армия.

ТРАНСФОРМАЦИЯ НА ГЕОДЕЗИЧЕСКИ ВИСОЧИНИ В СИСТЕМА ETRS89 В НОРМАЛНИ ВИСОЧИНИ В СИСТЕМА EVRS

Трансформация на геодезически височини в система ETRS89 в нормални височини в система EVRS се извършва с помощта на референтната височинна повърхнина.

Референтната височинна повърхнина представлява регулярна матрица, получена на базата на модела на Европейския геоид EGG08, коригиран с GPS/нивелачни данни за територията на страната. Европейският геоид, съответно референтната височинна повърхнина, е отнесен към EVRS, реализация EVRF2007.

За да бъдат получени височините в БГС2005 е необходимо да се извърши интерполация по референтната височинна повърхнина, с аргументи географските координати на точката, и получена корекция да се добави към геодезическата ѝ височина.



Фигура 1. Референтни повърхнини във височинните определения

ТРАНСФОРМАЦИЯ МЕЖДУ БАЛТИЙСКА ВИСОЧИННА СИСТЕМА И EVRS

1. С трансформацията се задава преходът от Балтийска височинна система към реализацията EVRF2007 на EVRS.
2. Трансформацията е изчислена на базата на 33 възлови репера от Държавната нивелачна мрежа I клас и точките по проекта EUVN_DA и техните свързващи реperi – общо 44.
3. Трансформацията е зададена чрез линеен модел с една изходна точка, и три параметъра – трансляция, изменение по меридиана и напречно изменение.
4. Използвани са 58 идентични точки - UELN възлови реperi, и е получена средна квадратна грешка 0.002 m, с остатъчни разлики между -0.005 m и 0.004 m
5. Работната формула за извършване на трансформацията е:

$$\Delta H = a_{00} + (\varphi - \varphi_0)a_{10} + (\lambda - \lambda_0)a_{01}$$

където a_{00} , a_{10} , a_{01} –, съответно трансляция по височина, и изменение във височина по меридиана и паралела на 100 km; $(\varphi - \varphi_0)$, $(\lambda - \lambda_0)$ –разлики между географските координати на текущата и изходната точка, в km.

6. Стойностите на трансформационни параметри са дадени в таблицата по-долу .

Параметри	Стойности
Транслация	+0.228 m
Изменение по меридиана	-0.004 m / 100 km или -0.009''
Напречно изменение	-0.002 m / 100 km или -0.003''
Координати на изходната точка	
φ_0	42°37'30''
λ_0	25°22'36''

ПРЕОБРАЗУВАНЕ НА ГЕОГРАФСКИ В КОНФОРМНИ КОНИЧНИ КООРДИНАТИ И ОБРАТНО

1. Определяне на параметрите на проекцията

1.1. Изходи величини

а) параметри на референтния елипсоид GRS80:

$$a = 6378137\text{m}, f = 1/298.257\ 222\ 101, e^2 = 6.69438002290 \times 10^{-3}$$

б) стандартни паралели

$$\varphi_1 = 42^\circ 00' 00'', \varphi_2 = 43^\circ 20' 00''$$

в) централен меридиан

$$\lambda_0 = 25^\circ 30' 00''$$

г) стойност на ординатата по централния меридиан

$$y_0 = 500000\text{ m}$$

1.2. Производни величини

а) ширина на централния паралел –

$$\varphi_0 = \arcsin \left(\frac{\ln \frac{w_2 \cos \varphi_1}{w_1 \cos \varphi_2}}{Q_2 - Q_1} \right),$$

където

$$(1) \quad Q_i = \frac{1}{2} \left(\ln \frac{1 + \sin \varphi_i}{1 - \sin \varphi_i} - e \ln \frac{1 + e \sin \varphi_i}{1 - e \sin \varphi_i} \right)$$

е изометричната ширина на т. i , $w_i = \sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi_i}$;

$$\varphi_0 = 42^\circ 40' 04.35246''$$

б) радиус на образа на екватора, приет за начало на ширините –

$$R_E = \frac{a \cos \varphi_i \exp(Q_i \sin \varphi_0)}{w_i \sin \varphi_0}.$$

Може да се изчисли за $i = 1$ или $i = 2$;

$$R_E = 12\ 083\ 793.8966\text{ m}$$

в) радиус на образа на централния паралел –

$$R_0 = \frac{R_E}{\exp(Q_0 \sin \varphi_0)},$$

където Q_0 се определя по (1) с аргумент φ_0 ;

$$R_0 = 6\ 929\ 897.5566\text{ m}$$

г) абсциса на централната точка на проекцията –

$$x_0 = a_0 \varphi_0 - \sin \varphi_0 \cos \varphi_0 \left[a_2 - a_4 + a_6 + \left(2a_4 - \frac{16}{3} a_6 \right) \sin^2 \varphi_0 + \frac{16}{3} a_6 \sin^4 \varphi_0 \right],$$

където

$$a_0 = m_0 + 0.5m_2 + 0.375m_4 + 0.3125m_6 + 0.2734375m_8$$

$$a_2 = 0.5m_2 + 0.5m_4 + 0.46875m_6 + 0.4375m_8$$

$$a_4 = 0.125m_4 + 0.1875m_6 + 0.21875m_8$$

$$a_6 = 0.03125m_6 + 0.0625m_8$$

а величините m_i се определят от рекурентните съотношения

$$m_0 = a(1 - e^2)$$

$$m_2 = 1.5e^2 m_0$$

$$m_4 = 1.25e^2 m_2$$

$$m_6 = \frac{7}{6} e^2 m_4$$

$$m_8 = 1.125e^2 m_6$$

$$x_0 = 4\,725\,824.3591 \text{ м}$$

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

а) определяне на радиуса на образа на текущия паралел –

$$R = \frac{R_E}{\exp(Q \sin \varphi_0)},$$

където Q се определя по (1) с аргумент φ ;

б) определяне на меридианната конвергенция –

$$\gamma = (\lambda - \lambda_0) \sin \varphi_0;$$

в) определяне на проекционните координати:

$$x = R_0 + x_0 - R \cos \gamma,$$

$$y = y_0 + R \sin \gamma.$$

3. Трансформация на ламбертови координати (x, y) в географски (φ, λ)

а) определяне на радиуса на образа на текущия паралел –

$$R = \sqrt{(y - y_0)^2 + (R_0 + x_0 - x)^2};$$

б) определяне на приблизителна ширина φ' :

$$\varphi' = \arcsin \frac{\exp(2Q) - 1}{\exp(2Q) + 1},$$

където

$$Q = \frac{\ln \frac{R_E}{R}}{\sin \varphi_0};$$

в) итеративно определяне на ширината φ :

$$\varphi = \arcsin \left(\sin \varphi' - \frac{f_1}{f_2} \right),$$

където

$$f_1 = \frac{1}{2} \left(\ln \frac{1 + \sin \varphi'}{1 - \sin \varphi'} - e \ln \frac{1 + e \sin \varphi'}{1 - e \sin \varphi'} \right) - Q,$$

$$f_2 = \frac{1}{1 - \sin^2 \varphi'} - \frac{e^2}{1 - e^2 \sin^2 \varphi'};$$

г) определяне на дължината λ :

$$\lambda = \frac{\gamma}{\sin \varphi_0} + \lambda_0,$$

където

$$\gamma = \arctan \frac{y - y_0}{R_0 + x_0 - x}.$$

ЧИСЛЕН ПРИМЕР

1. Географските координати на точка в система „1950 г.” са следните:

$$\varphi = 42^{\circ}45'33.65900''$$

$$\lambda = 25^{\circ}22'53.11200''$$

2. Проекционните координати на същата точка в система „1950 г.” са:

а) В триградусова зона с осев меридиан 24° -

$$x = 4736995.207$$

$$y = 8613083.690$$

б) В триградусова зона с осев меридиан 27° -

$$x = 4737340.361$$

$$y = 9367501.898$$

в) В шестградусова зона с осев меридиан 21°

$$x = 4745390.172$$

$$y = 4858690.025$$

г) В шестградусова зона с осев меридиан 27° -

$$x = 4737340.361$$

$$y = 5367501.898$$

3. В система „1930 г.” същата точка има следните координати:

а) Географски координати - $\varphi = 42^{\circ}45'37.07214''$

$$\lambda = 25^{\circ}22'56.65894''$$

б) Проекционни координати в зона с осев меридиан 24° -

$$x = 4736629.503$$

$$y = 8613154.606$$

в) Проекционни координати в зона с осев меридиан 27° -

$$x = 4736971.765$$

$$y = 9367593.951$$

4. В система „1970 г.” същата точка има следните координати:

а) В зона „К-3” - $x = 4649304.381$

$$y = 8675530.774$$

б) В зона „К-5” - $x = 4670595.960$

$$y = 9414446.567$$

в) В зона „К-7” - $x = 4634943.012$

$$y = 9434006.522$$

г) В зона „К-9” - $x = 4612258.812$

$$y = 8666944.116$$

5. В БГС2005 същата точка има следните координати:

а) Географски координати - $\varphi = 42^{\circ}45'32.39857''$

$$\lambda = 25^{\circ}22'47.99705''$$

б) Проекционни координати в UTM зона с осев меридиан 21° -

$$x = 4743363.328$$

$$y = 858426.293$$

в) Проекционни координати в UTM зона с осев меридиан 27° -

$$x = 4735325.159$$

$$y = 367440.101$$

г) Проекционни ламбертови координати -

$$x = 4735953.349$$

$$y = 490177.515$$