



Получена: 15.03.2021 г.

Приета: 21.04.2021 г.

НЯКОИ ЗАКОНОВИ И ПРАКТИЧЕСКИ АСПЕКТИ ПРИ РЕАЛИЗИРАНЕ НА ВИСОЧИННАТА ОСНОВА НА Р БЪЛГАРИЯ

Е. Пенева¹

Ключови думи: геодезическа височина, нормална височина, ортометрична височина, геопотенциална кота

РЕЗЮМЕ

Нормативната уредба в областта на геодезията и картографията в България се подчинява на Закона за геодезия и картография. С въвеждането му се постановява, че Българската геодезическа система (БГС) се определя на основата на Европейската геодезическа референтна система. С въведената Българска геодезическа система 2005 (БГС2005) през 2010 г., в Инструкция № РД-02-20-12 за преобразуване на съществуващите геодезически и картографски материали и данни в БГС 2005/03.08.2012 се постановява, че „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“. БГС2005 трябва да прилага стандартите, да е хармонизирана с дейностите и продуктите на Европейската референтна система (EUREF), т.е. да я реализира и разпространява на територията на България. Едновременно с всичко, казано до тук, трябва да се гарантира и едно коректно транспониране на конвенциите на IAG в нашата нормативна база, съгласувано с традициите, дейностите и продуктите в областта на геодезията и картографията в България.

Коментират се понятия, дефиниции и дейности, залегнали в приетата Инструкция № РД-02-20-1 от 15 януари 2021 г. за създаване и поддържане на Държавната нивелачна мрежа, които се различават с въведените и установени, общовалидни за ползване, понятия и дефиниции. Представена е теорията, имаща отношение към ползваните височини и прилагането им в нашата нормативна уредба. Посочено е разминаването в ползваните

¹ Елена Пенева, проф. д-р инж., кат. „Висша геодезия“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: penevae_fgs@uacg.bg

понятия и дефинирането им в приетата Инструкция за ДНМ и нормативната уредба, както и с утвърдената за ползване литература за обучение по специалност „Геодезия“ от регулираните професии в Геодезическия факултет при УАСГ.

1. Въведение

Височините в геодезията имат основно значение, в качеството си на „трета координата“, допълваща дефинирането на положението на точките в тримерното пространство. Освен това, понякога в геодезията понятието **височина** се ползва, за да се характеризира височината на даден строителен или инфраструктурен обект (сграда, стена, мост и т.н.), височината на инструмент, височината на сигнал, височината на летене на самолет, хеликоптер, безпилотно летателно средство, изкуствен спътник на Земята и др., т.е. като разстояние по вертикала или перпендикуляр от едно референтно ниво до друго ниво или точка, подлежащи на характеризиране. Понятието височина се ползва и в геодезическата астрономия и Глобалните навигационни спътникови системи (ГНСС) като координата в хоризонтална координатна система (височина на обект върху небесната сфера) или височина на спътник, където се има предвид ъгълът между посоката към небесния обект и хоризонталната равнина [2, 14].

В геодезическата практика, за целите на основните геодезически дейности, свързани със строителство на сгради и съоръжения, инвестиционно проектиране, картографски продукти е необходимо ползването на така наречената „надморска височина“, която отразява реалните височинни превишения между точките. Практическото определяне и използването на различните по вид надморски височини в миналото е било осъществявано чрез геометрична нивелация, като се е имало предвид определяне на височинни превишения спрямо някаква, приета за начална точка, намираща се на морското ниво.

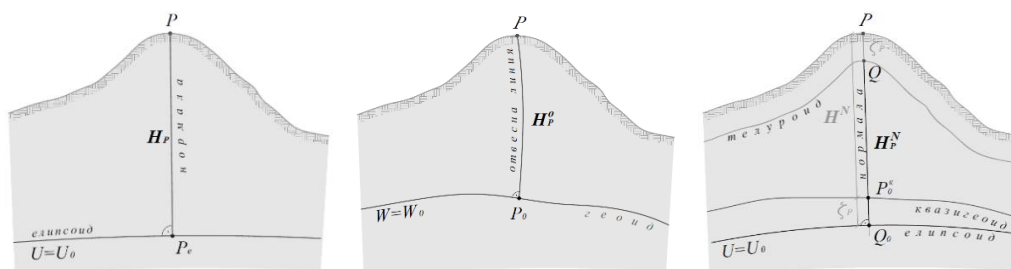
С навлизането през 60-те години на миналия век на спътниковите геодезически определения става възможно директното определяне на местоположенията на точки в геодезическа пространствена координатна система, което предполага директното определяне на геодезически височини. Тези височини са дефинирани спрямо конкретен референтен земен елипсоид, приет за ползване в избрана геодезическа координатна система и все още имат ограничено приложение за практически цели. Тоест, за ползването им в практиката е необходимо тяхното трансформиране в някакъв вид надморски височини, за което трябва да бъде дефинирана и определена референтна повърхнина, от която се отчитат съответните надморски височини.

Геодезическото понятие **височина** е дефинирано подробно в [15], където са описани и всичките разновидности на височини. На английски език, в смисъла на височина в геодезията, се препоръчва ползването на думите **elevation, height, altitude**. На български език в геодезията се ползват думите **височина** и **кота**. За въвеждане на понятието височина в монографията [8] в смисъла на координата е предпочетена втората дефиниция за **height** от [15]: „Разстоянието, измерено по перпендикуляра, между точка и референтна повърхнина“. Подходяща за използване е и третата дефиниция за **height** от [15]: „Разстоянието, измерено в посока нагоре по отвесната линия (силова линия), между точката и референтната повърхнина с константен геопотенциал“. Цитираните дефиниции са коректни за дефиниране на геодезически, нормални и ортометрични височини. Думата **elevation**, според [15], е приета за дефинирането на ортометричните височини и техните модификации, докато **height** се свързва с геодезическата и нормалната височина. Като аналог на **height** и **elevation** се посочва, че понякога се ползва и **altitude**.

1.1. Геодезическа височина

Геодезическата височина се дефинира като разстоянието, измерено от точката до повърхнината на референтния земен елипсоид по нормалата към този елипсоид, взето с положителен знак над елипсоида и отрицателен под него (фиг. 1а). Реално, определянето на геодезическата височина, като част от пространственото позициониране на дадена точка посредством ГНСС определения, е функция на определените геодезически пространствени координати на точката, които се получават вследствие на пространственото определяне на геодезически хорди (вектори). Определянето на геодезическите координати (B, L, H) е резултат от една обратна трансформация от геодезически пространствени координати (X, Y, Z), като се отчита и тяхната точност (средните им квадратни грешки) [14]. Предимствата и недостатъците на тези височини, както и височинните трансформации, свързани с тях, са описани в [8]. В регламентираната за ползване учебна литература по специалност „Геодезия“ от регулираните професии и в нормативната уредба на Р България, геодезическата височина се бележи с голяма буква H от латинската азбука. За нейното дефиниране е необходимо да се познават параметрите на геодезическата референтна система, към която се отнасят ГНСС определенията, като така се дефинира и референтната повърхнина, от която се отчита височината.

Геодезическите височини се наричат още и „геометрични височини“, вследствие на факта, че представляват геометрични величини [8, 15].



Фиг. 1. а) Геодезическа височина; б) Ортометрична височина; в) Нормална височина

1.2. Геопотенциална кота

Геопотенциалните коти са в основата на геопотенциалните системи на височините, към които се причисляват ортометричните, нормалните и динамичните височини. Геопотенциалните системи на височините, наричани още геопотенциални височини, са свързани с гравитационното поле на Земята. Националните и континенталните височинни системи, както и основаващите се на тях топографски карти и цифрови модели на терена, ползват един от двата вида надморски височини – ортометрични или нормални. Динамичните височини се използват за специфични цели, касаещи строежа и експлоатацията на специални съоръжения и обекти. Геопотенциалните системи на височините отразяват естествените височинни превишения между точките и на практика отразяват влиянието на гравитационното поле на Земята при дефинирането на нейната геометрия. Поради тази причина е прието да се наричат „естествени“ или „физически“ височини.

Геопотенциалната кота C_i на дадена точка i се дефинира като разликата между потенциала на силата на тежестта на повърхността на геоида W_0 и потенциала на силата на тежестта в точката W_i . Също така, в конвенциите за EVRS, геопотенциалната кота се дефинира като отрицателната потенциална разлика между потенциала на силата на тежестта в точката и потенциала на силата на тежестта на геоида.

$$C_i = -(W_i - W_0) = W_0 - W_i. \quad (1)$$

Геопотенциалните коти онаглеждат идеалната височинна система, като недостатъкът им е, че представляват потенциална разлика, т.е. нямат геометричен (линеен) израз [13, 9, 11, 8]. Поради тази причина за практическото ползване на дадена височинна система се избира техният израз във вид надморска височина, която може да е ортометрична или нормална.

Изчисляването им в практиката става като дефиниционната им формула (1) се реализира с данни от геометрична нивелация и гравиметрия по избрана нивелачна линия. Съвременната геодезия дава възможност за още един метод за определяне на геопотенциални разлики и още повече – за тяхното „директно измерване“, посредством определянето на гравитационния доплеров ефект върху работата на два отдалечени прецизни часовника, работещи в гравитационното поле на Земята. Отместването на техните честоти или т. нар. ефект на червено отместване на честотите е директно свързано с разликата в земния потенциал на привличане в двете станции [4].

1.3. Ортометрична височина

Класическите надморски височини са ортометричните, дефинирани в [13, 9, 11, 8], като разстоянието, измерено по отвесната линия през точката, до пробода ѝ с ниво-повърхнината геоид, като положителният знак е над геоида, а отрицателният под него (фиг. 1б). Прието е да се бележи с H_i^O и дефиниционната ѝ формула е свързана с отношението между геопотенциалната кота на точката C_i и средноинтегралната стойност на големината на силата на тежестта g_m^i за ортометричната височина:

$$H_i^O = \frac{C_i}{g_m^i}. \quad (2)$$

Начинът на прилагането на дефиниционната формула в практиката и съответно различните модификации на ортометричните височини са дадени в [8].

Едно тяхно предимство се обуславя от факта, че са дефинирани спрямо основната ниво-повърхнина геоид и поради това често биват наричани „естествени надморски височини“. Наречени са „надморски“ вследствие на това, че геоидът се определя като ниво-повърхнина в близост до средното морско ниво. За съжаление те не могат да се определят по строга формула, т.е. еднозначно, без въвеждането на допълнителни условия и апроксимации. Поради тази причина, при прилагането им в практиката са налични множество модификации.

Основно предимство на този вид височини е, че се възприемат като част от системата естествени координати [16]. Техен съществен недостатък е невъзможността за еднозначното им определяне, поради което, както вече се спомена, се налага въвеждане на хипотези или апроксимации за промяната на големината на силата на тежестта по протежение на ортометричната височина на точката, т.е. по отвесната линия, чието пространствено положение и геометрични характеристики също не са еднозначно дефинирани [3, 7 ÷ 9, 11, 13, 16, 19]. Или накратко – за реализиране на изчисления, свързани с прилагане на дефиниционната им формула, не е възможно строгото изчисляване на стойността в знаменател от дясната страна – средноинтегралната стойност на големината на силата на тежестта по протежение на частта от отвесната линия, дефинираща ортометричната

височина на точката. Най-известни модификации на ортометричните височини са Хелмертовите ортометрични височини, а също така нормално-ортометричните височини, прилагани често в практиката.

Дефинирането на понятието ортометрична височина изисква и предполага въвеждане на понятията геод и отвесна линия.

1.4. Нормална височина

Като понятие нормалните височини възникват по-късно, вследствие на теорията на Молоденски [5, 6] за определяне на фигурата на Земята. Първоначално те са наречени помощни височини, като по-късно, по предложение на Еремеев, са наречени нормални [3, 6]. Оригиналната дефиниция за нормална височина на дадена точка гласи, че това е разстоянието по нормалната силова линия, през точката, от елипсоида до точка, за която е изпълнено условието нормалната геопотенциална кота да е равна на действителната геопотенциална кота (фиг. 1в) [3, 6]. Тоест референтната повърхнина е избраният земен елипсоид, а нормалната височина е разстоянието от земния елипсоид до телуроида (където е изпълнено условието за равенство на между нормална и геопотенциална кота) по нормалната силова линия. Нормалната височина може да се представи и като разстояние, измерено от точката до квазигеоида по нормалната силова линия, с положителна стойност над квазигеоида (фиг. 1в). Тоест по тази дефиниция референтна повърхнина за нормалните височини е квазигеоидът. Представена по този начин, нормалната височина може да се интерпретира като „надморска височина“ в смисъл на това, че квазигеоидът е повърхнина, близка до геоида (в превод „почти геоид“), или повърхнина, близка до средната морска повърхност. Двете повърхнини, телуроид и квазигеоид, са помощни повърхнини в теорията на Молоденски.

С приемане, че нормалната силова линия съвпада с нормалата към елипсоида в точката, се стига до дефиниционната ѝ формула, че нормалната височина H_i^N е равна на геопотенциалната кота C_i , разделена на средноинтегралната стойност на нормалната сила на тежестта γ_m^i за нормалната височина на точката:

$$H_i^N = \frac{C_i}{\gamma_m^i}. \quad (3)$$

Реализирането на тази формула в практиката е свързано с предварително регламентиране на геодезическата референтна система, в която се работи, което дефинира изчисляването на средноинтегралната стойност на нормалната сила на тежестта, като функция на геодезическата ширина и нормалната височина [3, 6 ÷ 9, 11, 13, 19].

Оригиналната дефиниция на Молоденски за нормална височина е представена в английската литература от [17] през 1960 г., като за повърхнината телуроид не е заложено условието на Молоденски да е образувана от точки, за които е изпълнено условието нормалната геопотенциална кота да е равна на геопотенциалната кота, а от автора е въведено условието нормалният потенциал да е равен на потенциала на силата на тежестта. Така въведената дефиниция се ползва и до днес в литературата на английски език, първоначално в [16], в последствие в [15] и в други източници по темата. По този въпрос, за разликата в двете дефиниции – оригиналната по Молоденски и представената от Хирвонен, тяхното „приравняване“ и по проблемите в практическото им прилагане подробно е дискутирано в статията [10].

За дефинирането на нормална височина е необходимо въвеждане на понятията квазигеоид, телуроид и нормална силова линия.

При решаване на практически задачи може да се приеме, че нормалната силова линия съвпада с нормалата към елипсоида. Това е допустимо, тъй като отклонението на нормалната силова линия от нормалата към елипсоида е функция на положението на точката (геодезическата широчина и нормална височина) и параметрите на нормалното гравитационно поле. Грешките, които се допускат с това предположение, при максимални стойности за ширина и височина, са извън границите на точността на прецизните нивелачни определения [8].

При решаването на различни приложни геодезически задачи се приема също така, че отвесната линия, по която е дефинирана ортометричната височина, съвпада с нормалата към елипсоида. Възможно е подобно приемане да доведе до грешки, които обаче са в границите на точността на геометричната нивелация, при наличие на силно локално аномално гравитационно поле и/или големи стойности на ортометричните височини [8].

Поради съществените предимства на нормалните пред ортометричните височини, същите са приети за ползване в Европейската височинна референтна система (EVRS), като такива, които достатъчно точно и еднозначно представляват основната височинна компонента – геопотенциалната кота [18].

2. Височини според Нормативната уредба в Р България

Нормативната уредба в Р България дефинитивно регламентира ползването на **нормални височини** (наричани надморски височини, без да е дадена дефиниция на това понятие) за граждански, специализирани и инженерни дейности, както и за единната височинна основа на територията на страната. За единната геодезическа основа на България са регламентирани за ползване **геодезическите височини**, като част от пространствените геодезически географски координати (ширина, дължина, височина) за определяне на местоположенията на точки. **Геопотенциалните коти и нормалните височини** са тези, в които се реализира Държавната нивелачна мрежа, която от своя страна е част от единната геодезическа основа на България.

В *Закона за геодезията и картографията* (ЗГК), обн. ДВ бр. 29/07.04.2006 г. с последни изм. и доп. ДВ бр. 41/21.05.2019 г. в чл. 12 се казва, че „Българската геодезическа система се определя на основата на европейската геодезическа референтна система“ и за определянето ѝ се ползват **геодезически координати и надморски височини**, които също така се съхраняват безсрочно в Държавния геодезически, картографски и кадастрален фонд (Геокартфонд) (чл. 21, 2, т. 1).

Според *Наредба № 2 от 2010 г. за дефиниране, реализация и поддържане на Българската геодезическа система* за единната геодезическа основа се ползват **геодезически височини** в Геодезическа координатна система ETRS89 (European Terrestrial Reference System) (чл. 3, ал. 2, чл. 6) и **надморски височини, определени в Европейската височинна референтна система** (EVRS – European Vertical Reference System), реализирана чрез нивелачните репери от Държавната нивелачна мрежа (чл. 3, ал. 2, чл. 6).

Съгласно *Наредба № Н-7 от 2014 г. за Държавната геодезическа мрежа* (ДГМ) ползваните височини в Българската геодезическа система са **геодезически**, като част от координати (B , L , H) (чл. 15, т. 2) и **нормални височини**, определени в Европейската височинна референтна система (EVRS) (чл. 15, т. 4). В чл. 16 и чл. 17 е указана и тяхната точност, отнесена към височините на точките от ДГМ.

В съответствие с *Наредба № Н-8 от 2014 г. за мрежата от магнитни станции* на територията на Република България базата данни за магнитните станции трябва да съдържа и географски координати с точност една десета от дъговата минута и **нормална височина** с точност до метър (чл. 9, ал. 1, т. 5).

Според *Наредба № Н-9 от 2014 г. за Държавната гравиметрична мрежа* (ДГрМ), за точките от мрежата се определят освен абсолютните стойности на ускорението на силата на тежестта, и техните координати и височини. Височините са **нормални**, определени в Европейската височинна референтна система (EVRS) чрез геометрична нивелация с точност $\pm 0,010$ m, като се изхожда от реперите I и II клас на Държавната нивелачна мрежа (чл. 15, ал. 2). В чл. 12 се ползва също така терминът **надморска височина**, като явно трябва да се има предвид нормална височина.

Наредба № РД-02-21-1 от 2015 г. за Държавната нивелачна мрежа (ДНМ) е основният документ, регламентиращ вида на ползваните височини и начина за тяхното реализиране. Документът разпорежда дейностите, свързани с реализиране и поддържане на ДНМ, която е „единна височинна основа за всички инженерно-геодезически работи, свързани с икономиката, инфраструктурата, инвестиционното проектиране, науката и отбраната за цялата територия на страната“ (чл. 2, ал. 1). Според Наредбата за ДНМ, дефинирането на мрежата се реализира чрез определяне на **нормалните височини** на реперите, които я изграждат (чл. 2, ал. 2) в „Европейската вертикална референтна система (EVRS)“ (чл. 4, ал. 2). Ползването на **нормални височини** се коментира в чл. 14, ал. 2; ал. 15, т. 2 а), чл. 17 и чл. 22. Втората координата, подлежаща за определяне на точките от ДНМ, която се съхранява в каталозите в Геокартфонда, според чл. 14, ал. 2; чл. 19 и чл. 22, е **геопотенциалната кота**. За пространствено определяне на положението на точките от ДНМ се определят „геодезическите географски координати с помощта на ГНСС приемник“ или чрез „ексцентрично измерване“ според чл. 12, като не е указано какво е ексцентричното измерване и каква е точността на тези определения.

Поддържането и осъвременяването на ДНМ е задача на Агенцията по геодезия, картография и кадастър (АГКК). За съхранението на всички оригинални материали в цифров, графичен и писмен вид се грижи Държавният геодезически, картографски и кадастрален фонд (Геокартфонд), функциониращ в структурата на АГКК.

Според *Наредба № V-12-1720 от 2014 г. за едромасщабната топографска карта* (ЕТК), същата служи „за проучване, проектиране и планиране в националното стопанство, науката, отбраната и сигурността на страната и служи за основа при създаване на други картографски продукти“ (чл. 4, ал. 1), като за топографските обекти се изисква да е възможно определянето на правоъгълните и географските координати и **надморските височини** (чл. 4, ал. 5), което означава, че ползваните височини в ЕТК са „надморските височини“, които в официално приетата височинна система за България са **нормални височини**.

Според *Наредба № Н-6 от 2014 г. за средномасщабните и дребномасщабните държавни топографски карти* „Геодезическата основа на средномасщабните и дребномасщабните държавни топографски карти включва: 1) в планово отношение – точките от Държавната геодезическа мрежа и точките от геодезическите мрежи с местно предназначение; 2) във височинно отношение – нивелачните реperi от Държавната нивелачна мрежа и точките от Държавната геодезическа мрежа, геодезическите мрежи с местно предназначение и Държавната гравиметрична мрежа“ (чл. 8).

Според *Наредба № РД-02-20-16 от 2011 г. за планирането, изпълнението, контролирането и приемането на аерозаснемане и на резултатите от различни дистанционни методи за сканиране и интерпретиране на земната повърхност, маркираните опорни точки се определят с геодезическите им координати и **надморските височини** (чл. 18), като под „надморски височини“ отново следва да се разбират „нормални височини“.*

В основния нормативен документ в областта на геодезията и картографията в България ЗГК е дефинирано, че Геодезическата система на Р България, т.нар. Българска геодезическа система (БГС), се определя на основата на Европейската геодезическа референтна система (ЗГК, чл.12, ал. 1). С Постановление на Министерския съвет № 153 от 29.07.2010 г. се въвежда за ползване Българската геодезическа система 2005 (БГС 2005). БГС2005 се реализира чрез изграждане и поддържане на единната геодезическа основа (ЗГК, чл. 12, ал. 3, т. 1) на основата на Европейската геодезическа референтна система (Наредба № 2 от 2010 г. за дефиниране, реализация и поддържане на Българската геодезическа система, чл. 2). Чрез БГС 2005 „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“ (Инструкция № РД-02-20-12 за преобразуване на съществуващите геодезически и картографски материали и данни в БГС 2005/03.08.2012, чл. 2, ал. 2). Също така, БГС2005 трябва да е хармонизирана със стандартите, дейностите и продуктите на Европейската референтна система (EUREF) и да осигурява хомогенност и съвместимост на геоинформацията в рамките на Европейския съюз (Инструкция № РД-02-20-12 за преобразуване на съществуващите геодезически и картографски материали и данни в БГС 2005/03.08.2012, чл. 8, т. 1 и т. 3).

Реализирането на БГС2005, на основата на Европейската геодезическа референтна система, предполага определяне на местоположения на точки от геодезическата основа чрез пространствени координати (X, Y, Z) и геодезически координати (B, L, H) в Европейската земна референтна система (ETRS89), част от Международната земна референтна система (ITRS), както и определяне на височинните им компоненти, приети за ползване в Европейската височинна референтна система (EVRS). В EVRS, като основни височинни компоненти, се приемат геопотенциалните коти, а като допълнителни се въвеждат нормалните височини, в качеството им на техни еквивалентни величини, в геодезическа референтна система GRS80 [18].

3. Инструкция за ДНМ

Това е нормативният документ, който регламентира подробните технически особености, касаещи начина за реализиране на височинната основа на България, основаващ се на приетата *Наредба № РД-02-21-1 за ДНМ* от 2015 г. и *Инструкция № РД-02-20-1 от 15.01.2021 г. за създаване и поддържане на държавната нивелачна мрежа*, в сила от 05.02.2021 г., издадена от министъра на регионалното развитие и благоустройството, обн. ДВ бр. 10/05.02.2021 г., която заменя *Инструкция за нивелация I и II клас*, издадена през 1980 г. от Комитета по архитектура и благоустройство – Главно управление по геодезия, картография и кадастър.

Инструкция № РД-02-20-1 от 15.01.2021 г. за създаване и поддържане на ДНМ би следвало да разпореда прилагането на геодезическите стандарти, дефинирани с резолюциите на подкомисията за EUREF (European Reference Frame) за реализиране на Европейската височинна референтна система (EVRS) [18]. Това трябва да стане, след като се приложат насоките, заложи в ЗГК и Наредбите за реализиране на БГС2005. Не на последно място всичко това би трябвало да се съгласува с традициите на геодезическата практика в България, свързани с реализирането на единната геодезическа основа.

Акцентът в настоящата статия е ориентиран към несъответствието между ползваните понятия и дефиниции в приетата Инструкция от 2021 г. и тези, заложи в действащата нормативна уредба в областта на геодезията и картографията, както и с приетите

за употреба термини и понятия в регламентираната за ползване литература за подготовка на инженери по специалност „Геодезия“ от регулираните професии в Геодезическия факултет при УАСГ.

Понятието „геопотенциално число“, което се въвежда с Инструкцията № РД-02-20-1/15.01.2021 г. за създаване и поддържане на ДНМ, е в разрез с употребяваното (в продължение на десетки години) „геопотенциална кота“. Това понятие (съвсем естествено) е доминиращо в *Наредба № РД-02-21-1 от 2015 г. за Държавната нивелачна мрежа* (ДНМ), която е основният документ, свързан с височинната основа и на който приетата Инструкция за ДНМ от 2021 г. следва да се основава. Понятието „геопотенциална кота“ е въведено в утвърдената за ползване през годините литература за обучение по специалност „Геодезия“ в Геодезическия факултет [13, 9, 11, 8] и в изданията геодезически терминологичен речник [12]. В Допълнителна разпоредба към Инструкцията за ДНМ от 2021 г. е дадена дефиниция за „геопотенциално число“ (което би трябвало да се възприема като геопотенциална кота). Подобна дефиниция не съответства на понятието, утвърдено в ползваната литература [13, 9, 11, 8]. Неточността в дефиницията е свързана с въвеждането на понятието „геопотенциал“ в нея. Понятието „геопотенциал“, както е дефинирано в Допълнителна разпоредба към Инструкцията от 2021 г., се различава от същото, въведено в [11]. В ползваната литература, в миналото и понастоящем, за обучение по специалност „Геодезия“ в Геодезическия факултет, понятието „геопотенциал“ се дефинира като „потенциала на привличането, създаван от тялото на Земята“. Оттук произлизат понятията „Глобален геопотенциален модел“ на гравитационното поле на Земята или развитието на „земния потенциал“ в ред от кълбови функции. В Допълнителната разпоредба към Инструкцията от 2021 г. „геопотенциал“, наричан още „реален земен потенциал“, което също е некоректно определение, се въвежда така, както се дефинира потенциал на полето на силата на тежестта на Земята, а именно като сума от потенциала на земното поле на привличане и центробежния потенциал.

Некоректна е и дадената в същата Допълнителна разпоредба дефиниция за „нормална височина“, където се говори за „*вид физическа височина на дадена точка, определена като разстояние от повърхността на Земята до квазигеоида, мерено по нормалната отвесна линия*“. Тук неточностите са свързани както с цялата дефиниция, така и с въведените понятия „физическа височина“ и „нормална отвесна линия“:

- Понятието „физическа височина“, въведено в Допълнителната разпоредба към Инструкцията от 2021 г., си противоречи с начина на възприемане на понятието в световната литература, който е представен в точка 1 от настоящата статия. Както беше вече изложено, под „физически височини“ (“physical heights”) трябва да се имат предвид височини, свързани с потенциала на силата на тежестта на Земята, т.е. получени като производни на геопотенциалните коти (или геопотенциалните разлики). Физическите височини за реализиране на височинна система са нормалните или ортометричните височини. Представената дефиниция за „физическа височина“ в Допълнителна разпоредба към Инструкцията от 2021 г. е в противоречие с понятието „нормална височина“.
- Понятието „нормална отвесна линия“ липсва в наличната литература на български език и е директен превод от английски език, който е некоректен. В случая би следвало да се ползва изразът „нормална силова линия“. Понятието „силова линия“ е дефинирано в теорията на потенциала. **Силовата линия на полето на силата на тежестта е отвесната линия, силовата линия на нормалното гравитационно поле е нормалната силова линия.**

- Другата неточност, свързана с понятието „нормална височина“ в Допълнителна разпоредба към Инструкцията от 2021 г., е въвеждането на квазигеоида като референтна повърхнина за нормалните височини. На практика нормалната височина може да се представи като височина от референтния елипсоид до телуроида или от квазигеоида до земната повърхност, т.е. референтни повърхнини са референтният елипсоид и квазигеоида [3, 9, 11, 8, 15].

За дефинирането на ниво-повърхнината геоид са известни множество дефиниции, дадени в [15]. В Допълнителна разпоредба към Инструкцията от 2021 г. е предпоставена първата дефиниция, дадена в [15]. Според [15] се препоръчва дефинирането на геоида с начина на въвеждането и реализирането му според конвенциите за EVRS, която е представена като дефиниция, дадена от Jensen (1950), а именно „Ниво-повърхнина, през дадена точка, избрана в близост до средното морско ниво, което ще съществува, ако земният потенциал е повлиян само от въртенето на Земята (центробежният потенциал) и земното гравитационно поле (привличането на земните маси)“.

В Допълнителна разпоредба към Инструкцията от 2021 г. „еквипотенциална повърхнина“ се приравнява на „ниво-повърхнина“. В утвърдената за ползване литература [13, 9, 11] изрично е описано, че „еквипотенциална повърхнина“, без да се уточни на кой потенциал, не е коректно да се ползва като аналог на ниво-повърхнина. Ниво-повърхнината се въвежда като еквипотенциална или изоскаларна повърхнина на потенциала на силата на тежестта.

Другото, което е смущаващо в Инструкцията за ДНМ от 2021 г., е ползването на понятията „вертикална референтна система“ и „височинна референтна система“. Трябва да се изтъкне, че преводът на EVRS в нормативната ни уредба се среща като „Европейска височинна референтна система“ и като „Европейска вертикална референтна система“. В английската литература се ползва и „height“ височинна (WHS – World Height System; IHRS – International Height Reference System) и „vertical“ вертикална (EVRS). Също така се употребява и понятието „височинни компоненти“, което се ползва при дефинирането на EVRS.

В Инструкцията за ДНМ от 2021 г. се срещат и други понятия, които не са приети за ползване в утвърдената за ползване литература на български език като „аномалия „свободен въздух“ вместо ползването на „аномалия на силата на тежестта“ и други. Налични са също така разминавания с приетите означения в ползваната литература на български език [7, 8, 9, 11, 13] и нормативната уредба, представена в точка 2, с тези, приети за ползване в Инструкцията за ДНМ от 2021 г.

Трябва да се изтъкне, че освен разминаването и неточностите в понятията, свързани с ДНМ, има неразбиране и свободна интерпретация на конвенциите на EVRS. Подобно „неразбиране“ личи ясно във формулярите „Изчисление на геопотенциални числа и съответните им нормални височини“ и „Изчисление на нормални височини от съответните им нормални превишения“, които се въвеждат с Инструкцията за ДНМ от 2021 г. Предполага се, че те трябва да заменят изчисляваните до момента формуляри „Изчисление на геопотенциални коти“ и „Изчисление на нормални височини“. Предлаганите формуляри с Инструкцията за ДНМ от 2021 г. на практика са в противоречие с дефинирането на нормалните височини като еквивалентни на геопотенциалните коти при въведено нормално гравитационно поле, според EVRS. На практика нормалната височина на дадена точка се изчислява от геопотенциалната кота при дефинирано нормално гравитационно поле. Връзката между геопотенциална кота и нормална височина на дадена точка е строга или еднозначно математически дефинирана. С предлаганите формуляри с Инструкцията за ДНМ от 2021 г. се предполага получаване на нормалните височини по два подхода, което предполага намиране на грешки в изчисленията.

4. Заключение

С настоящата статия се цели изясняване на понятията и дефинициите, свързани с височините и реализирането им в практиката. Същото е наложително с оглед на размишаването, получило се между:

- утвърдените за ползване понятия и дефиниции в наличната и ползвана литература на български език [2, 7 ÷ 9, 11, 13] и същите, въведени с Инструкцията;
- смисъла и теоретичните постановки, с които същите се въвеждат [3, 6 ÷ 9, 11, 13, 15, 16, 18, 19] и с ползваните понятия и постановки, въведени с Инструкцията;
- ползваните понятия, означения и т.н. в нормативната уредба и тези, въведени с Инструкцията.

С приетата Инструкция се създават предпоставки да се замислим и за въпроси, на които не е дадено решение до момента, като:

- Създаването на геоинформационна система за височинната основа, която да подsigури коректното ползване на височините за практически и научноизследователски цели. Недостатъците, които се забелязват, са именно липсата на структурирана информация, която да подsigури необходимите заявки за практически и конкретни научноизследователски цели, свързани с определяне на височинна референтна повърхнина за страната и извеждане на съвременните вертикални движения на земната кора.
- Необходимостта от приемане на геодезически стандарти, в съответствие с въведените такива по INSPIRE. Унифицирането на стандарти и методики в геодезическата практика на международно ниво, които се въвеждат с резолюциите на IUGG и съответно IAG и подкомисиите ѝ, са приоритетни задачи, по които се работи през последното десетилетие.

Въпросите, свързани с реализирането на височинната основа на България, като част от Европейската височинна система, стоят пред геодезическата гилдия в страната и трябва да получат своето адекватно решение.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Borodko, A. V., Savinykh, V. P.* Geodezija, kartografija, geoinformatika, kadastr. Ehnciklopedija, Geodezkartizdat, Moskva, UDK 528: (031), ISBN 978-5-86066-078-6, 2008.
2. *Gospodinov, S., Dzhorova, S.* Geodezicheska astronomia. Uchebnik, Voenno geografaska sluzhba, 264 str., 2011.
3. *Eremeev, V. F., Jurkina, M. I.* Teorija vysot v gravitacionnom pole Zemli. Nedra, Moskva, 144 str., 1972.
4. *Lambeva, T.* Osnovi na prostranstveno-vremevite referentni sistemi. Monografia, ISBN: 978-619-188-513-8, Sofia, 198 str., 2020.
5. *Molodenskij, M. S.* Osnovnye voprosy geodezicheskij gravimetrii. Trudy CNIIGAiK, vyp. 42, 1945.

6. *Molodenskij, M. S., Eremeev, V. F., Jurkina, M. I.* Metody izuchenija vneshnego gravitacionnogo polja i figury Zemli. Trudy CNIIGAiK, vyp. 131, 252 str., 1960.
7. *Peevski, V.* Vissha geodezia chast parva. Oporni geodezicheski mrezi. Darzhavno izdatelstvo Tehnika, UDK 528.31.35 (075.8), 771 str., 1975.
8. *Peneva, E.* Visochini i visochinni sistemi. Voенno-geografska sluzhba, Sofia, ISBN 978-954-91225-0-3, 173 str., 2017.
9. *Stoynov, V.* Fizicheska geodezia. Darzhavno izdatelstvo „Tehnika”, Sofia, 298 str., 1974 r., 2017.
10. *Stoynov, V., Peneva, E.* Po vaprosa za formulata, koyato dava vrazkatamezhdu geoid i kvazigeoid. Sbornik nauchni trudove Chast II na Nauchna konferentsia 2000 s mezhdunarodno uchastie, gr. Shumen, VVUAPVO “Panayot Volov”, 170 – 176 str., 2001.
11. *Stoynov, V., Peneva, E.* Fizicheska geodezia. UASG, Sofia, 254 str., 2002.
12. *Stoynov, V., Peneva, E., Kotseva, K.* Balgarsko-Angliysko-Ruski, Angliysko-Balgarski, Rusko-Balgarski Geodezicheski Terminologichen Rechnik. Agentsia Vila, 355 str., ISBN 978-954-91225-6-5, Sofia, 2009.
13. *Hristov, V. K.* Fizicheska geodezia. Vtoro preraboteno izdanie, Darzhavno izdatelstvo „Tehnika“, 255 str., Sofia, 1962.
14. *Tsanovski, Yu.* Globalni navigatsionni i spatnikovi sistemi. Lektsionen kurs, UASG, Geodezicheski fakultet, katedra „Vissha geodezia“, Bulged OOD, 114 str., 2015.
15. Geodetic Glossary, National Geodetic Survey, Rockville, MD, U.S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Ocean Service, Charting and Geodetic Services, September, 1986.
16. *Heiskanen, W. A., Moritz, H.* Physical Geodesy. W.H. Freeman and Company, San Francisco and London, 364 p., 1967.
17. *Hirvonen, R. A.* New theory of the gravimetric geodesy. Annales Academiae Scientiarum Fennicae, Series A, III, Geologica-Geographica, 56, Helsinki, Finland, 1960.
18. *Ihde, J., Mäkinen, J., Sacher, M.* Conventions for the Definition and Realization of a European Vertical Reference System (EVRS) – EVRS Conventions 2007, IAG Sub-commission 1.3a EUREF, EVRS Conventions V5.2, 11.01.2019.
19. *Torge, W., Muller, J.* Geodesy 4th Edition. Walter de Gruyter GmbH&Co. KG, Berlin/Boston, 2012, ISBN 978-3-11-020718-7, 433 pp.

SOME LEGAL AND PRACTICAL ASPECTS IN THE IMPLEMENTATION OF THE HEIGHT REFERENCE FRAME IN BULGARIA

E. Peneva¹

Keywords: geodetic height, normal height, orthometric height, geopotential number

ABSTRACT

The regulation in the field of Geodesy and Cartography in Bulgaria is governed by the Geodesy and Cartography Act. Its introduction establishes that the Bulgarian Geodetic System (BGS) is defined on the basis of the European Geodetic Reference System. With the implementation of the Bulgarian Geodetic System 2005 (BGS2005) in 2010, Instruction No. RD-02-20-12 for the conversion of existing geodetic and cartographic materials and data into BGS 2005/03.08.2012 states that “geodetic standards have been introduced that comply with the resolutions of the EUREF subcommittee of the International Association of Geodesy IAG and ensure the compatibility of the geodetic basis of spatial data within the European Union”. BGS2005 must apply the standards, be harmonized with the activities and products of the European Reference System (EUREF), i.e. implement and disseminate them on the territory of Bulgaria. Along with all that has been mentioned so far, it is necessary to ensure a correct transposition of the IAG conventions into our legal base, in line with the traditions, activities and products in the field of Geodesy and Cartography in Bulgaria.

The concepts, definitions and activities set out in the adopted Instruction No. RD-02-20-1 of 15 January 2021 on the establishment and maintenance of the State Levelling Network are commented upon, which differ from the concepts and definitions introduced and established for general use. The theory related to the used heights and related theories and concepts and their application in our regulations is presented. The discrepancy in the used terms and their definition in the adopted Instruction for State Levelling Network and the regulations, as well as with the approved for use literature for education in the specialty “Geodesy” of the regulated professions at the Faculty of Geodesy at University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy is pointed out.

¹ Elena Peneva, Prof. Dr. Eng., Dept. “Geodesy”, UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: penevae_fgs@uacg.bg