

## **ЧИСЛЕНИ ТОПОГРАФСКИ МОДЕЛИ В ХИДРОГРАФИЯТА**

**Цветина Христова**

### **ABSTRACT**

This paper presents digital topographic models and their role in creating hydrographic products for safe navigation, marine environmental management, marine resource exploitation, etc. ИНО<sup>1</sup> standards for hydrographic data collection, processing and presentation are discussed. The methods for building elevation models, their characteristics and the main factors affecting the accuracy of the models are outlined. The structure of hydrographic data processing software, including the creation of digital topographic models, is discussed, as well as the possibilities for analysis and evaluation of the collected hydrographic information.

**KEYWORDS: DIGITAL TOPOGRAPHIC MODEL, ELEVATION MODEL, HYDROGRAPHIC SOFTWARE, HYDROGRAPHIC INFORMATION STANDARDS**

### **РЕЗЮМЕ**

В статията са представени числените топографски модели и ролята им при създаване на хидрографски продукти, осигуряващи безопасно корабоплаване, управление на морската среда, експлоатация на морските ресурси и други. Разгледани са стандартите на МХО<sup>2</sup> за събиране, обработка и представяне на хидрографски данни. Изложени са методите за изграждане на височинни модели, техните характеристики и основните фактори, оказващи влияние върху точността на моделите. Разгледана е структурата на софтуера за обработка на хидрографски данни, включително създаване на числени топографски модели, както и възможностите за анализ и оценка на събраната хидрографска информация.

**KEYWORDS: ЧИСЛЕН ТОПОГРАФСКИ МОДЕЛ, ВИСОЧИНЕН МОДЕЛ, ХИДРОГРАФСКИ СОФТУЕР, СТАНДАРТИ ЗА ХИДРОГРАФСКА ИНФОРМАЦИЯ**

## **1. ЧИСЛЕНИ ТОПОГРАФСКИ МОДЕЛИ И РОЛЯТА ИМ ПРИ СЪЗДАВАНЕ НА ХИДРОГРАФСКИ ПРОДУКТИ**

### **1.1. Числени топографски модели**

Численият височинен модел представлява триизмерно компютърно изображение на височинни данни. Най-често представя топографската повърхност на Земята, с изключение на дървета, сгради и други обекти от повърхността. [1]

---

<sup>1</sup> ИНО – International Hydrographic Organisation

<sup>2</sup> МХО – Международна хидрографска организация

Понятието числен височинен модел обединява три основни начина за представяне на височинни данни. Те са:

- числен модел на височините (ЧМВ) – digital elevation model (DEM);
- числен модел на терена (ЧМТ) – digital terrain model (DTM);
- числен модел на повърхността (ЧМП) – digital surface model (DSM).

Моделът на повърхността включва данни за земната повърхност, структурните линии на релефа, линиите на прекъсване и всички естествени и изкуствени обекти, покриващи земната повърхност, например сгради и растителност. Моделът на терена включва данни за релефа на земната повърхност, структурни линии на релефа и линии на прекъсване. Не съдържа данни за покритието на земната повърхност. Моделът на височините включва само данни за земната повърхност без структурни линии и обекти.

Моделирането на височини има водеща роля в сферата на строителството, научните изследвания и военното дело. Например в строителството, моделирането има важна роля при планирането на строителната площадка, планирането и изчисляването на обемите земни работи, при преоформянето на терена и други дейности.

Височинните триизмерни модели дават възможност за наблюдение и планиране в цифрова среда – от разстояние, без необходимост от физическо присъствие на разглежданата територия. Те най-общо включват следните изходни данни:

- Набор от точки с измерена височина; - Вододелни и водосливни линии; - Линии на прекъсване.

Числените модели на височините (DEM) са предпочитани в картографията и географските информационни системи (ГИС). Моделите на терена (DTM) са предпочитани при моделиране на отводняване и наводнения, в хидрографията, при изследване на земеползването и геоложките процеси. Моделите на повърхността (DSM) са предпочитани при телекомуникациите, при градското и пейзажно моделиране. [2]

## **1.2. Хидрографски продукти**

Височинните данни са важни за всички дейности, свързани с наблюдение на земната повърхност. В съвремие с повишаването на точността на регистриране на височинни данни, се разширяват и областите на тяхната употреба. Едно от приложенията на числените височинни модели е свързано с хидрографията.

Хидрографията се занимава с изучаване на дълбочините и промените на водните басейни (реки, езера, морета, океани) и прилежащите им брегови зони, предимно за нуждите на корабоплаването и навигацията. [3] Целта на хидрографските проучвания е събиране и систематизиране на геореферирани данни за конфигурацията на бреговата линия, дълбочините, съставът и структурата на дъното, приливно-отливните явления, теченията и физичните характеристики на водната среда.

Събраните хидрографски данни се използват за създаване на тематични, морски и навигационни карти, лоции и други документи. Тези продукти от своя страна служат за морска навигация и управление на корабния трафик, военноморски операции, управление на крайбрежните зони, опазване на морската среда, използване на морските ресурси, определяне

на морските граници, научни изследвания и прогнозиране на различни морски явления. В хидрографията числените модели осигуряват следната информация:

- характеристики като височина, наклон и изложение в избрано местоположение;
- особености като мрежи на оттока, водосборни басейни, канали, наводнявани райони;
- изчисляване на обеми при строителни работи във водни басейни. [4]

## **2. МЕЖДУНАРОДНА ХИДРОГРАФСКА ОРГАНИЗАЦИЯ И СТАНДАРТИ ЗА ХИДРОГРАФСКИ ДАННИ**

Международната хидрографска организация (МХО) е основана през 1921 г. със седалище в Монако и в нея членуват 98 държави. [5] Организацията има за цел да се осигури правилното проучване и картографиране на всички морета, океани и плавателни води по света. Целта се осъществява посредством изпълнение на следните дейности:

- съгласуване на дейностите на националните хидрографски служби;
- възможно най-голямо уеднаквяване на морските карти и документи;
- внедряване на надеждни и ефикасни методи за провеждане и използване на хидрографски измервания;
- развитие на науките свързани с хидрографията и методите, използвани в описателната океанография. [6]

Значима дейност за осъществяване на целта на МХО е изработването на стандарти за събиране, обработка и представяне на хидрографски данни. Стандартите служат за уеднаквяване на данните, продуктите и услугите, предоставяни от хидрографските служби по света. При изработката на топографски модели в хидрографията, водеща роля имат четири стандарта. [4,7,8,9,10] Те са S-44, S-57, S-100 и S-102.

### **2.1. Стандарт за хидрографски измервания S-44**

Обобщава и систематизира изискванията към точността и подробността на хидрографските измервания. Класифицира измерванията в зависимост от типа на акваториите и уточнява минималните изисквания за всеки клас. Акваториите се различават основно по дълбочина, дънни характеристики и елементи на дъното.

### **2.2. Стандарт за числени хидрографски данни S-57**

Използва се от хидрографските служби за обмен и разпространение на числени хидрографски данни. Стандартът служи при съставяне на карти, използвани за безопасно корабоплаване. Изобразяваната информация за дъното е класифицирана в зависимост от степента на нейната достоверност. Обособени са зони на доверие, които се различават по степента на подробност на заснемане на дъното, точността на измерените дълбочини и тяхното местоположение. Точността от своя страна се отнася до окончателно изобразените данни върху картите.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Включва както грешките от измерванията, така и всички грешки в следствие на производствения процес по съставяне и отпечатване на картите.

### **2.3. Стандарт за изработване на универсален модел за хидрографски данни S-100**

Използва се за осигуряване на нуждите от числени продукти и услуги. Съдържа набор от концепции, характеристики, атрибути, метаданни и ресурси, използвани за разработване на хидрографски продукти. Всички продукти, изработени въз основа на този модел са съвместими и допълващи се.

### **2.4. Стандарт за разпространение на батиметрични данни и изобразяване на дънната повърхност S-102**

Служи за извличане, изобразяване и обмен на данни за дънната повърхност, които са кодирани и организирани във файлове според определени изисквания. Има важна роля за производителите на картографски продукти и навигационно оборудване.

## **3. МЕТОДИ ЗА ИЗГРАЖДАНЕ НА ВИСОЧИННИ МОДЕЛИ И ТЕХНИТЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ. ТОЧНОСТ НА МОДЕЛИТЕ**

### **3.1. Методи за изграждане на височинни модели и техните характеристики**

Най-разпространените методи за изграждане на височинни модели са:

- грид (мрежа);
- мрежа от нерегулярни триъгълници; - структура, състояща се от хоризонтали; - набор от точки.

#### **3.1.1. Грид (мрежа)**

Гридът представлява мозайка от подобни фигури, които покриват плътно дадена площ и не се пресичат помежду си. Всеки връх съдържа данни за височина. Точността на модела зависи от дължината на страната на фигура от мрежата. Предимството на грида е, че има проста структура, лесен е за интерполация и се обработва бързо. [11,12]

Някои видове мозайки от подобни фигури са разгледани в стандарта за хидрографски данни S-100 (Universal Hydrographic Data Model).[13] Те са:

- правоъгълни мрежи и мрежи с неправилна форма;
- прости и покриващи мрежи;
- мрежа с един или променлив размер на фигурите; - мрежа с две или три дименсии.

Мрежите с променлив размер на фигурите позволяват променлива разделителна способност, която се описва чрез различно разстояние между успоредните линии, образуващи мрежата. Областите с висока променливост на данните могат да бъдат представени от клетки с малки размери, а областите с малка променливост на данните – от клетки с по-големи размери. При мрежите с променлив размер се запазва равномерното разпределение на данните, като се намалява необходимата памет за съхранение. Клетките с нулеви данни остават празни, вместо да им се присвояват определени стойности. Клетките, съдържащи еднакви стойности се обединяват в по-големи клетки.

Променливите по размер клетки са особено полезни за представяне на хидрографски данни. На местата с разлики между атрибутните данни, като плитчини, брегови линии и препятствия

се използват малки клетки. В относително еднотипни или плоски зони, например по дъното на каналите, клетките се обединяват.

### ***3.1.2. Мрежа от нерегулярни триъгълници***

Мрежата от нерегулярни триъгълници се състои от множество неравномерно разположени точки, свързани под формата на непресичащи се триъгъл

ници. Всеки връх има определена височина, а всеки триъгълник (фасета) е наклонена равнина. Предимството на триъгълната мрежата е, че осигурява прецизно представяне на повърхността. Недостатъкът ѝ е, че е по-трудна за съхранение и интерполация.

Моделите с триъгълници могат да бъдат създадени по два метода, триъгълна неправилна мрежа (triangular irregular network - TIN) и топологична триъгълна мрежа (triangular topological network - TTN). TIN файлът се дефинира от набор от триизмерни триъгълни фасети. TTN файлът включва и специфични характеристики на повърхността, като структурни линии, зони и линии на прекъсване.

Триъгълната мрежа може да има различен размер на фигурите в зависимост от гъстотата и разликите на представяните данни. Например по-големи триъгълници в равнинни зони и помалки триъгълници в зони с променливи височини. Когато мрежата следва определени структурни линии, може да се постигне опростяване на данните и по-малко заемана памет при записване. Когато мрежата е автоматично създадена, броят създадени точки нараства и това води до увеличение на обема съхранявани данни. [13]

### ***3.1.3. Хоризонтали/изобати***

Данните за модела се извличат от изолинии – хоризонтали или изобати, които най-често се създават чрез оцифряване на изображения от хартиени източници.

### ***3.1.4. Набор от точки***

Наборът от точки представлява множество точки в пространството, покриващи дадена площ и свързани с данни за различни характеристики. Хидрографските измервания могат да се разглеждат като набор от точки с данни за дълбочина.

## **3.2. Точност на моделите**

Факторите, оказващи влияние върху качеството на моделите са [11,14]:

- разчлененост и грапавост на терена;
- подробност на измерванията – зависи от метода на височинно измерване;
- разделителна способност или размер на пиксела;
- алгоритъм за интерполация;
- вертикална разделителна способност.

Точността на дълбочината на възлите, може да бъде определена с различни критерии, например [15]:

- необработено стандартно отклонение – стандартното отклонение на данните, послужили за изчисляване на дълбочината на възела.

- изчислено стандартно отклонение – стандартното отклонение на дълбочината на възел, допълнено с грешките на използвания алгоритъм.
- резултатна грешка – комбинация от изчисленото стандартно отклонение и грешките на други измервания, които може да включват необработено стандартно отклонение и средната височинна грешка от подмножеството измервания, използвани за определяне на дълбочината на възела.
- историческо стандартно отклонение – изчислено стандартно отклонение въз основа на предишни/архивни данни.

#### **4. СОФТУЕР ЗА ОБРАБОТКА НА ХИДРОГРАФСКИ ДАННИ**

Повечето софтуери за събиране и обработка на хидрографски данни предоставят модули, позволяващи въвеждане, моделиране, редактиране и анализ на триизмерни модели. Потребителят има директен интерфейс за изграждане на файлове с пространствени данни – файл XYZ.

След като създаде подходящи изходни файлове, потребителят може да създаде триизмерен модел. За да анализира моделите на терена, операторът разполага с различни програмни възможности, които може да включват [16]:

- 2D и 3D визуализация на хоризонталите;
- 3D профили;
- 2D и 3D триъгълни модели;
- цветно кодирани височини;
- хоризонтални с цветна скала;
- засенчен релеф (цветен и едноцветен); - стерео дисплеи (3D повдигнати модели).

##### **4.1. Структура на софтуера [17]**

За обработка на хидрографските измервания е необходимо да се подбере софтуер съобразен с целите на проекта. Правилният избор на софтуер за обработка зависи от нуждите на клиента и очакваните резултати. За да се оптимизира възвръщаемостта на инвестицията, е необходимо да се съобразят определени фактори:

- функционалност и приложение;
- специализираност и гъвкавост на софтуера;
- възможност за въвеждане на данни и формиране на изходни данни;
- системни изисквания към хардуера;
- съвместимост с хидрографското оборудване;
- удобство на потребителския интерфейс;
- онагледяване (визуализация);
- поддръжка и актуализация на софтуера; - цена на хидрографския софтуер.

Следват няколко примера за програми, използвани в практиката за цифрова обработка на хидрографски данни:

- *BeamworX* – Програмен пакет за хидрографско проучване за получаване, калибриране и обработка на данни от еднолъчев, многолъчев ехолот и лидар.

- *Hydromagic* – Програмен пакет за еднолъчеви хидрографски измервания. Той е рентабилен, лесен за работа, служи за събиране и обработка на хидрографски данни, както и за оцифряване и извеждане на данни.
- *PDS* – Многофункционална програмна платформа, която поддържа голям набор от задачи свързани с хидрографията, управление на драгажни работи, поддръжка на съоръжения, дейности по търсене и възстановяване, мониторинг на входа на пристанища.
- *Hupack* – Водещ доставчик на софтуер за хидрография в световен мащаб. Осигурява инструменти за проучване, проектиране, събиране на данни, обработка на данни и генериране на крайни продукти. Марката предлага програмни пакети за работа с геопространствени данни, дънни профили, водни характеристики, драгиране и други.
- *NaviSuite* – Програма с множество функции за събиране и обработка на данни от плитки води.
- *QPS* – Софтуерна компания специализирана в областта хидрографията и мореплаването. Предлага интуитивен и опростен софтуер, като същевременно предлага най-напредналите инструменти с цел да осигури високо качество и бързи резултати. Предлага програми за навигация, измерване, обработка и визуализация на хидрографски данни.
- *Delph Suite* – Цялостно и модулно програмно решение със специални компоненти за събиране, обработка и интерпретация. Работи със сонарни системи за странично сканиране, сеизмични системи и дънни профилографи.

## 4.2. Анализ и оценка на хидрографска информация

За обработка, управление и предоставяне на данни, свързани с дъното на водните басейни, е разработена Морска информационна система (МИС)<sup>4</sup>. Крайният продукт от работата на тази система е производството на хартиени и цифрови карти. [18]

Топографските модели в хидрографията могат да се нарекат още числени батиметрични модели или числени модели на дъното. В съвременното време резултатите от хидрографските проучвания се съхраняват под формата на числени модели, които могат да бъдат с различна степен на подробност. [19]

### 4.2.1. Разделителна способност на мрежата

Обикновено моделите се създават с предварително зададена разделителна способност, установена за определен дълбочинен диапазон. С напредването на технологиите, вече е възможно да се създават модели с променлива разделителна способност. При регистриране на обекти с определени размери разделителната способност се избира така, че да бъде не помалка от размера на обекта. При изобразяване на обектите се препоръчва използването на клетки с размер, равен на половината размер на обекта. Разделителната способност на мрежата се подбира така, че да бъде взета в предвид хоризонталната неточност на въведените измервания и начинът, по който неточността влияе върху избрания метод или алгоритъм за създаване на мрежата. Разделителната способност се избира и в зависимост от предвиденото приложение. Следователно едно проучване може да изисква създаването на мрежи с различни разделителни способности, за да се изпълнят множество цели.

---

<sup>4</sup> Nautical Information System (NIS)

#### **4.2.2. Гъстота на измерванията**

От гъстотата на измерванията зависи точното изобразяване на значими дънни обекти и надеждното определяне на дълбочините във възлите на мрежата. Важно е да не се допуска разделителната способност на мрежата да прикрива (маскира) зоните без информация. В зависимост от приетото изискване за гъстотата на измерванията, се прави предварителна оценка на ефективността на сензори за откриване на обекти и подбор на подходящи параметри за измерване.

#### **4.2.3. Покритие на мрежата**

Когато моделите се създават чрез фиксирана разделителна способност за предварително определен дълбочинен диапазон, е необходимо да се осигури припокриване между съседни мрежи, за да се гарантира, че няма пропуски в покритието между тях.

#### **4.2.4. Методи за създаване на грид**

Методът трябва да бъде съобразен с възможностите на софтуера за обработка, а именно с алгоритъма за създаване, представяне и изобразяване. Някои от често употребяваните методи за създаване на мрежи от батиметрични данни са:

- Най-малка дълбочина – на възела се присвоява най-малката изчислена дълбочина в рамките на определена зона на влияние. Методът се прилага с цел осигуряване на безопасно корабоплаване.
- Най-голяма дълбочина – на възела се присвоява най-голямата изчислена дълбочина в рамките на определена зона на влияние. Методът се прилага при определяне на найголемите дълбочини в набора от измервания.
- Средна дълбочина – изчислява се средна дълбочина за всеки възел от мрежата, като всички измервания имат равна тежест.
- Статистическа медиана – изчислява се дълбочина на възела, като се подреждат последователно измерванията и се избира стойността на медианата.
- Средна тежестна дълбочина – изчислява средна дълбочина за всеки възел от мрежата, като се придава тежест на всяко измерване. Тежестта е обратно пропорционална на разстоянието от точката с измерена дълбочина до възела.
- Средна тежест свързана с общата предадена грешка – изчислява се дълбочината на всеки възел като средна стойност от прилежащите измерени дълбочини и свързаните с тях общи предадени грешки.
- Представителна дълбочина – дълбочината във възела се изчислява по няколко метода, като се използва набор от измервания и свързаните с тях грешки. Статистически се определя най-представителната от тях.



- Най-близък съсед – на възела се присвоява стойността на дълбочината от най-близко разположеното измерване. Стойностите на други съседни точки се пренебрегват.
- Естествен съсед – Дълбочината на възела се интерполира въз основа на част от измерените дълбочини около него, като на всяка една дълбочина се придава тежест, реципрочна на стойността на площта на най-малкия полигон, образуван около нея.
- Полиномна тенденция – търси се полином или най-близка повърхнина, прилягащи към набор от точки с измерени дълбочини в околността на възела. Може да предскаже тенденциите в области с малко или без данни, но не дава добри резултати при липса на ясно изразена тенденция в набора от данни.
- Сплайн – използва се за заглаждане на дънната повърхнина в околността на възела, като преминава точно през въведените дълбочини. Методът се предпочита при наличие на малобройни данни.
- Кригинг – геостатистически интерполационен метод, с който се генерира приблизителна повърхнина от разпръснат набор от точки с известна дълбочина.

#### ***4.2.5. Приложимост***

Дънните модели обикновено са продукт на хидрографско проучване. Моделът служи както за представянето на събраните данни, така и за оценка на изпълнението на изискванията към качеството на събираните данни относно точност, подробност и покритие.

#### ***4.2.6. Събиране на данни от проучването***

Моделите осигуряват ценна информация относно плътността на измерванията от дъното и идентифицирането на значими дънни обекти. Чрез тях се оценява къде е извършено пълно търсене на обекти и обратно – къде са останали зони без данни.

#### ***4.2.7. Потвърждаване на данните от проучването***

Моделите служат за откриване на случайни и систематични грешки в данните. Могат да служат и като инструмент за сравнение между съседни проучвания и между различни сензори за събиране на данни. Сравнението на мрежовата дълбочина и свързаната възлова неточност във височина е обичаен метод за оценка на съответствието на проучването с изискваните критерии за точност.

#### ***4.2.8. Предоставяни данни от проучването***

Моделите служат като изходна основа за генериране на продукти, осигуряващи безопасността на корабоплаването, защита на морската среда, планиране на водни пътища, изчисления за драгиране, откриване на потопени останки и други дейности.

#### ***4.2.9. Метаданни***

За да се прецени дали даден модел е подходящ за други цели, освен тази за безопасност на навигацията, е необходимо моделът да бъде придружен от определено количество метаданни.

В стандарта S-102 (Bathymetric Surface Product Specification) са описани задължителните, незадължителните и условните им елементи. Метаданните за мрежовите батиметрични модели включват информация, описваща набора от данни, типа корекция на дълбочината, вида на неточността, референтната мрежа и координатната система, времевото описание, методите за изграждане на мрежата и лицата, отговорни за създаването на продукта.

## 5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Числените топографски модели имат водеща роля при създаване на хидрографски продукти. Те от своя страна служат за осигуряване на безопасно корабоплаване, управление на морската среда, експлоатация на морските ресурси и други. Събирането на топографски данни за целите на хидрографията и създаването на хидрографски продукти е организирано и регламентирано от Международната хидрографска организация посредством набор от стандарти. От 11 май 2018 г. Република България е член на организацията и в качеството си на такава е ангажирана със създаването и прилагането на стандартите, правилата и разпоредбите на МХО, включително и разгледаните в статията.

## ЛИТЕРАТУРА

1. <https://www.usgs.gov/faqs/what-digital-elevation-model-dem#faq>, посетен на 26.06.2023 г.
2. <https://support.plexearth.com/hc/en-us/articles/4642425453201-Elevation-Modeling-the-differences-between-DTMDSM-DEM>, посетен на 22.06.2023 г.
3. [https://library.princeton.edu/visual\\_materials/maps/websites/thematic-maps/quantitative/hydrography/hydrography.html](https://library.princeton.edu/visual_materials/maps/websites/thematic-maps/quantitative/hydrography/hydrography.html), посетен на 22.06.2023 г.
4. Костадинов, Т., Лекция 1. Хидрографски измервания, 2023.
5. <https://iho.int/en/map-of-member-states>, посетен на 11.09.2023 г.
6. <https://iho.int/en/iho-strategic-plan-and-work-programme>, посетен на 26.06.2023 г.
7. <https://www.admiralty.co.uk/s-57-s-101-explaining-iho-standards-ecdis>, посетен на 07.08.2023 г.
8. <https://iho.int/en/s-100-universal-hydrographic-data-model>, посетен на 07.08.2023 г.
9. <https://marinenavigation.noaa.gov/s100.html>, посетен на 07.08.2023г
10. <https://noaa-s102-pds.s3.amazonaws.com/README.html>, посетен на 07.08.2023 г.
11. <https://www.slideshare.net/bala1957/digital-elevation-model-in-gis>, посетен на 22.06.2023 г.
12. <https://www.slideshare.net/AbhiramKanigolla/dtm-29004467>, посетен на 22.06.2023 г.
13. International Hydrographic Organisation, S-100-Universal Hydrographic Data Model, Edition 3.0.0. Monaco, Apr 2017.
14. <https://bg.flipperworld.org/pc/tsifrov-model-na-relefa-opisanie-vidove-tipove-konstruktsiya>, посетен на 10.08.2023 г.

XXXIII МЕЖДУНАРОДЕН СИМПОЗИУМ  
“СЪВРЕМЕННИТЕ ТЕХНОЛОГИИ, ОБРАЗОВАНИЕТО И ПРОФЕСИОНАЛНАТА ПРАКТИКА В  
ГЕОДЕЗИЯТА И СВЪРЗАНИТЕ С НЕЯ ОБЛАСТИ”

София, 01 – 03 ноември 2023 г.

---

XXXIII INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON  
MODERN TECHNOLOGIES, EDUCATION AND PROFESSIONAL PRACTICE IN  
GEODESY AND RELATED FIELDS

Sofia, 01 – 03 November 2023

15. International Hydrographic Organisation, Standards for Hydrographic Surveys. Monaco, Sep 2020.
16. US Army Corps of Engineers, ENGINEERING AND DESIGN Hydrographic Surveying. Engineer Manual No. 1110-2-1003, Washington, DC 20314-1000, 30 Nov 2013.
17. <https://geo-matching.com/hydrographic-processing-software>, посетен на 10.08.2023 г.
18. International Hydrographic Bureau. Manual on hydrography, Publication C-13. Monaco, May 2005.
19. International Hydrographic Organisation, Standards for Hydrographic Surveys. Monaco, Sep 2020.

**АДРЕС НА АВТОРА**

**Инженер Цветина Христова**

**Докторант към катедра Приложна геодезия, УАСГ**

**Бул. „Христо Смирненски“ №1, 1046**

**E-MAIL: HRISTOVA\_FGS@UACG.BG**