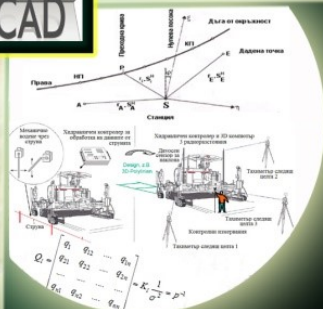
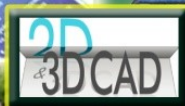


Чл.-кор. проф. д-р инж. ГЕОРГИ МИЛЕВ
Поч. проф. д-р инж. ИВО МИЛЕВ

ПРИЛОЖНА ГЕОДЕЗИЯ
Част 1
ИНЖЕНЕРНА ГЕОДЕЗИЯ

Книга 1
**ОСНОВИ, СИСТЕМИ И
ТЕХНОЛОГИИ В
ИНЖЕНЕРНАТА ГЕОДЕЗИЯ**



Чл.-кор. проф. д-р инж. ГЕОРГИ МИЛЕВ
Поч. проф. д-р инж. ИВО МИЛЕВ

«Наука требует от человека всей его жизни. И если бы у вас было бы две жизни, то их бы не хватило вам. Большого напряжения и великой страсти требует наука от человека»

Акад. Иван Петрович Павлов (1849-1936),
лауреат на Нобелова награда
(<https://psychov.net/pavlov-ivan-petrovich/>)

ПРИЛОЖНА ГЕОДЕЗИЯ

Съюз на геодезистите и земеустроителите в България
София, 2017 г.

Предговор

Приложната геодезия обхваща всестранното приложение на науката Геодезия.

В световната литература, за съжаление, няма направена систематизация, обобщение, структуриране и представяне на проблемите на Приложната геодезия (теория и практика) като едно цяло, като обособена област от науката Геодезия. Настоящият монографичен труд е предназначен да реши тези проблеми и в частност и тези на Иженерната геодезия.

Приложението на Геодезията – Приложната геодезия тук е поделено и дефинирано, от авторите, в три аспекта (направления, области): *инженерен* – 1. **Инженерна геодезия, природонаучен** – 2. **Приложение на Геодезията в науките за Земята и други приложения** – 3. **Не инженерни и природонаучни аспекти на приложение на Геодезията**. Първият аспект е най-многогранно разработен, масово прилаган и с огромна литература.

Представянето на съдържанието на материята на тези три аспекта е предвидено от авторите да бъде, в съответствие с аспектите, в три отделни **изложения - части**.

Част 1. Инженерна геодезия е оформено под формата на три отделни книги:

Книга 1 „**Основи, системи и технологии в Инженерната геодезия**“

Книга 2 „**Проектиране и приложение на устройствените и на генералните планове**“;

Книга 3. „**Изграждане на линейни обекти, на сгради, съоръжения и монтаж на технологично оборудване. Планове на изградените комплексни обекти**.”

Книга 2 е издадена: в дигитален вид, Е-книга, от [<http://Billio.bg>] – в края 2016 г., и в аналогов вид от издателство „Авангард“, – в началото на 2017 г. в обем от 330 стр. Разпространява се в книжарниците на УАСГ, МГУ, СЕК и Блестящ факел.

Книга 1 е настоящото издание (в дигитален и аналогов вид), а книга 3 се подготвят за издаване също през 2017 г.

Книгите са издание на Съюз на геодезистите и земеустроителите в България.

Част 2 и 3 са все още в проект, но се има предвид подготовката и оформянето им да запази характера и вида на това от изложението в първата част.

Текстът и фигурите, свързани с представянето на Приложната и Инженерната геодезия е дадено тук в началото на книга 1, независимо че двете са разделени, но изложението, коментарите и литературата за тях, са третираны обединено.

Вмъкването на частта за същността и представянето на Приложната и Инженерната геодезия в книга 1 на част 1. Инженерна геодезия се обуславя от необходимостта читателят да може да се ориентира и възприеме йерархичността в изложението на проблемите на Приложната и Инженерната геодезия, тъй като на този етап акцент е поставен на издаване на Инженерната геодезия, а не на Приложната геодезия като цяло. Това положение ще се избегне при едновременно представяне на трите раздела на Приложната геодезия. Тогава заглавната страница, вместо сегашната на книга 1, ще бъде на Приложна геодезия.

Посвещаваме на:

Наталия Иванова Милева

– съпруга и майка

Авторите

СЪДЪРЖАНИЕ

01. ПРИЛОЖНА ГЕОДЕЗИЯ	5
01.1. Увод	5
01.2. Общи постановки	5
01.3. Същност, аспекти, технологии и системи на Приложната геодезия	6
01.3.1. Същност на Приложната геодезия	6
01.3.2. Аспекти	6
01.3.3. Геопространствени технологии, инструменти и системи	7
01.4. Обхват, структура, роля и значение на Приложната геодезия	8
01.4.1. Обхват	9
01.4.2. Структура и съдържание	9
01.4.3. Роля и значение на Приложната геодезия	9
01.4.4. Литература	10
01.4.5. Заключение	10

01.ПРИЛОЖНА ГЕОДЕЗИЯ

01.1. Увод

Понятието Приложна геодезия, заедно с това на Инженерна геодезия са утвърдени в литературата. Трябва обаче ясно да бъде казано, че тяхната същност, аспекти, обхват, роля и значение не са достатъчно еднозначно и ясно осъзнати, възприемани, дефинирани и третираны. Продължават да се дават различни техни, често абстрактни определения и да се влага различен смисъл и тълкуване в тях. Заедно с това се пишат трудове и обобщения по проблемите на Приложната и особено на Инженерната геодезия, често пъти със структура и съдържание, откъснати и не съответстваща на действителността, същността и последователността при изграждане и експлоатация на инженерните обекти и комплекси от тях, с които тя е органично свързана.

Тук, на базата на дългогодишната работа, изследвания, опит, оценка и обобщение на авторите, на направеното досега и представено в световната литература, се изяснява тяхната същност и се формулират и дефинират тези изключително важни понятия. Показва се преди всичко, какви според тях, трябва да бъдат систематизацията, обхвата, структурата, същността и съдържанието на Приложната и Инженерната геодезия и тяхната роля и значение. Направено е и обобщение и оценка на литературата и международната дейност, свързана с тях.

01.2. Общи постановки

В съвременното развитие на науката и практиката Геодезията със своята многостранност заема ясно дефинирано място. От една страна тя решава **собствените** си класически проблеми по определяне на фигурата, размерите и външното гравитационно поле на Земята и съвременните аспекти, свързани с тях. От друга - допринася още и за решаването на **проблемите и на други науки** – природни, инженерни, а също и на други **области от знанието и практиката**. Ролята и значението ѝ се увеличава непрекъснато. В това отношение се откроява нейната приложна страна, обособена като **Приложна геодезия**, свързана, както се отбелязва, със всестранното приложение на геодезията. От особено значение е идентифицирането на нейната същност, аспекти и технологии, систематизацията и обобщението, ролята и значението ѝ. Съвременната **пенетрация** – проникване, приложение **на Геодезията** в други науки и области, **дефинирано** като **Приложна геодезия**, се основава на развитието и натрупания опит в отделните аспекти на приложение и на дигитализацията и глобализацията на науката през последните десетилетия.

Предпоставка за **успешното приложение** на Геодезията, **от една страна** са доброто познаване и използване на теорията, методите, технологиите, инструментите и системите на Приложната геодезия и тези на геодезията като комплексна наука, включваща тясно **свързаните с нея области** като: Фотограметрия, Картография, Информатика, Спътникови системи, методи и технологии, софтуер и други, и **от друга** познаването на изискванията и технологиите на съответната **област на приложение** на Геодезията – инженерни аспекти, природонаучни аспекти, населени места, промишлени предприятия, Кадастър, Геодинамика, Селско и горско стопанство, Околна среда, Минно дело, Археология и т.н.

Настоящата оценка, систематизация и обобщение на проблемите и развитието на Приложната геодезия е **възможно** и се прави едва на **този етап**, на който развитието, усъвършенстването и приложението на фундаментални, ключови области от науката и практиката, на които се основава в много аспекти Геодезията като математика,

информатика, физика, електроника, механика и др. **получиха до голяма степен своя завършен генерален преход и облик от аналогов към цифров вид** след бурното им развитие и глобализация през последните десетилетия. В много аспекти тяхното **сегашно развитие** се изразява в усъвършенстване, миниатюризация и интеграция на апаратури, системи, софтуер, методи и технологии и съответното им използване в Геодезията и по-нататък. Също така оценката, систематизацията и обобщението се основава и на **натрупания опит** в отделните аспекти на приложение на Геодезията през отбелязания вече период. При това важен акцент е поставен на **геопространствените технологии** [17],[21],[23],[24] и **информационните системи** [40].

01.3. Същност, аспекти, технологии и системи на съвременната Приложна геодезия

01.3.1. Същност на Приложната геодезия

По дефиниция, както вече се отбеляза, се приема, че Приложната геодезия покрива - решава проблемите, свързани с всестраниното приложение на Геодезията, т.е. с нейната **пенетрация** в други науки и области. Приема се също, че в **обобщеното понятие Геодезия**, както вече се отбеляза, се **включва** използването на теорията, методите, инструментите, системите и технологиите, софтуер на висшата геодезия, спътниковите методи, фотограметрията, сканирането, картографията, кадастъра, GNSS, GIS и свързаните с нея науки (области).

01.3.2. Аспекти

Направленията – аспектите на приложение накратко и обобщено са:

1. **Инженерен аспект - Инженерна геодезия** - основно направление: Обхваща геодезическите проблеми (работи), свързани с проучванията (природни и други условия), проектирането, изграждането (строителство и монтаж) и експлоатация на обектите и комплекси от тях, резултат на инженерна дейност – сгради, инженерни съоръжения, инженерни комуникации и мрежи, населени места, промишлени предприятия, летища, транспортни, хидротехнически обекти и комплекси и др. (вж. и 01.4.3.);

- **Устройство и планиране на населени места и други територии;**
- **Минното дело** - Маркшайдерство и др.;

2. **Природонаучен аспект:** свързан основно с определяне на **фигурата, размерите и външното гравитационно поле на Земята** (науката Геодезия). Свързан е със същност с **приложения на геодезията във фундаменталните науки:** астрономията, космическите науки, с другите **науките за Земята** – геофизика, сеизмология, геология, геотехника, геодинамика (опасни ендеогенни и екзогенни геодинамични процеси – земетресения, вулкани, движения на земната кора, цунами, регионална и локална геодинамика: свлачища, абразия, ерозия и др.), геоморфология, с археология и др.;

3. Други аспекти:

- **Военно дело**
- **Стопански отрасли** – свързано с приложения в **Кадастъра, Оценки на имоти** селското, горското, водното стопанство, околна среда и др.
- **Хидрографията** - свързано с водни басейни: океани, морета, езера, речни и други водни източници и системи;

- **Специални приложения** – машиностроене, самолетостроене, автомобилостроене, роботостроене, корабостроене и др., до голяма степен свързани с инженерния аспект.

- **Специфични приложения** – навигация, радиоразпръскване, експлоатация на летища, фотоволтаични системи, вятърни генератори, градски шумозащитни системи и изследвания и др.

Набор, обработка, и представяне на информация от споменатите и други направления във вид на **информационни системи** [40].

От трите аспекта Инженерната геодезия е най-многогранно разработен, масово прилаган и с огромна литература.

Между представените направления рязка граница не може и не бива да бъде поставяна, а и не е необходима. Направленията, свързани с Устройство и планиране на населени места, Минното дело и др. направления включват важни елементи и се основават на Инженерната геодезия, но има дейности и решения, които могат да се отнесат напр. към третото направление. Методи и технологии от Природонаучния аспект се прилагат ефективно и изключително успешно в Инженерния, напр. Глобалните спътникови навигационни системи (Global Navigation Satellite Systems - GNSS) и др.

В Приложната геодезия наред с използването на теоретичните решения, софтуер, методи и технологии, инструменти и системи на Геодезията (обобщеното понятие), някои доразвити и специализирани в определен вид, се използват още и редица **други специфични, оригинални** такива, свързани с решаването на конкретни проблеми в отделните области на приложение. Така напр. тези на аспекта Инженерна геодезия са характерни, специфични и са **свързани тясно** с отделните ѝ етапи, които от своя страна са свързани със **съответните етапи на строителството**. Заедно с това тук се използват инструменти и системи, построени на специфични нови принципи и технологии. Могат да се отбележат сензорните, лазерните, дистанционните, интегрираните и др. такива. Специфични инструменти се тези като алиниометри, подвижни сигнали, зенитни отвеси, девиатори, специални захващащи устройства към строителните скелета, устройства и автоматизирано управление на строителни машини, роботизирани системи и много други.

01.3.3. Геопространствени технологии, инструменти и системи

Геопространствените технологии са важна предпоставка и средство и с особено значение в Приложната геодезия. Те се базират на съвременните постижения на математиката, физиката, механиката, информатиката, електрониката, електротехниката, приборо-, апаратуро- и инструментостроенето, създаване на системи за измерване и обработка и много други. Използват се при различните етапи, свързани с проучването, проектирането, изграждането и експлоатацията на инженерните обекти и комплекси от тях.

Обобщено технологиите са [17],[20], [21],[24]:

1. Космически и въздушни Геопространствени технологии

- **Глобални спътникови навигационни системи за определяне на местоположение – GNSS). В това число и диференциалните – (Differential Global Navigation Satellites Systems – DGNSS);**
- **Спътникови системи за дистанционни изследвания;**
- **Фотограметрични, лазерни и други сензорни системи и технологии за въздушно снимане, включително и наклонени снимки**

(Пиктометрия), въздушно лазерно сканиране на земна и подводна повърхност и други приложения; използват се въздушни дигитални фотокамери и скенери, GNSS приемници, и инерциални системи за навигация;

- Геопространствени информационни системи [40];
- Пространствена визуализация и моделиране на урбанизирани територии (БломУрбекс) – сървър [24].

2. Земни Геопространствени технологии

- Свободно избрана станция – пространствена снимка и трасиране с електронен тахиметър);
- Геодезически работи – снимка, трасиране, контрол, управление на строителни машини);
- Интегрирани системи – електронен тахиметър + GNSS);
- Лазерно сканиране – снимка, документиране, контрол;
- Други специализирани технологии, напр. основани на използване на сензори и сензорни системи.

3. Набор, обработка, и представяна на информация от споменатите и други направления във вид на информационни системи.

4. От особено значение тук е използването на Специализиран софтуер [23].

От изложеното се вижда, че Геопространствените технологии са интердисциплинарни, с широк обхват, възможности, значение и области на приложение.

Тук ще се изтъкнат само някои основни, ключови елементи, свързани с технологиите, предпоставките и приложението им. Подробното и систематизирано изложение е обект на други разглеждания [40] и в частност в обобщен вид в глави на настоящата книга. 1 на авторите, подготвяна за издаване (вж. 4.3).

Важен елемент на съвременните технологии са тяхната **тримерност – тридименсионалност (3D)**. Заедно с това и тяхната **гъвкавост** по отношение на **връзката им с геодезическата основа – мрежи**. Това е възможността да се извършат измервания (снимка и трасиране) от **свободно избрани станции**. Освен това много важна особеност на съвременните технологии е превръщането им в **дистанционни** (земни, въздушни и космически) и от дискретни (отделни точки) в **плоски и обемни по характер**. Всичко това неизбежно е свързано с използване на **нови принципи, нови апаратури и системи, инструменти** и безспорно със съответен **софтуер**.

Принципната схема при **свободно избрана станция** позволява станцията да не бъде обезателно дадена с координатите си и да е точка от опорната мрежа. Станцията се избира свободно на онова място от района на обекта (промишлена площадка, сграда, линеен обект и т. н), подлежащ на снимка или трасиране, от което тя ще се определи най-лесно от измервания към точки (станции) на геодезическата опорна мрежа и снимката или трасирането ще се извършат при възможно най-благоприятни условия.

Това нещо стана възможно само със **съвременните инструменти** и системи за геопространствените технологии. Заедно с това тези инструменти и системи като тотални станции, геороботи, наземни лазерни скенери, електронни тахиметри, мултифункционални тотални станции, системи за въздушно снимане и сканиране, GNSS системи и др. са предпоставка за реализиране на споменатите вече геопространствени технологии.

01.4. ОБХВАТ, СТРУКТУРА, РОЛЯ И ЗНАЧЕНИЕ НА ПРИЛОЖНАТА ГЕОДЕЗИЯ

01.4.1. Обхват

В 01.3.2 бяха представени аспектите на приложението на Геодезията, техният характер и същност. Първият – Инженерният аспект е обособен, третиран и известен като **Инженерна геодезия**, вторият като **Природонаучен или приложение в науките за Земята** и трети - **Други области на приложение**. Следователно приложението на геодезията се осъществява и дефинира в **инженерната, природонаучната и други области**. Всъщност това предопределя и широкия обхват, генерална структура, роля и значение на Приложната геодезия.

01.4.2. Структура и съдържание

Структурирането и съдържанието на Приложната геодезия се основава на обособените области (направления, аспекти) на приложение на Геодезията. Това по-подробно са:

1. Инженерна геодезия, която се свързва с проучването на природните условия, проектирането, строителството и монтажа на **инженерни обекти** – сгради, съоръжения и комуникации и **комплекси от тях** като населени места, промишлени предприятия, летища, хидротехнически, транспортни, минни и др. Това са **разностранни дейности**, налагащи използването и прилагането на **целия арсенал** от апаратури, системи, методи и технологии, с които разполага Геодезията и такива, създавани и развивани в рамките на Инженерната геодезия. Особено на съвременните, базирани на дигитална основа, геопространствени системи и технологии. От особено значение, тук естествено, са и методите и технологиите на изграждане на съответните инженерни обекти.

2. Природонаучният аспект на приложение на Геодезията е свързан с приложения във **фундаменталните науки** астрономията, космическите науки и с другите **науки за Земята** – геофизика, сеизмология, геология, геотехника, геодинамика (опасни ендеогенни и екзогенни геодинамични процеси – земетресения, вулкани, движения на земната кора, цунами, регионална и локална геодинамика: свлачища, абразия, ерозия и др.), **геоморфология, с археология** и др.

3. Други области на приложение – Неинженерни и природонаучни аспекти на приложение на Геодезията, които се свързват преди всичко с споменатите в 01.3.2 други аспекти: **Военно дело, Стопански отрасли** (селското, горското, водното стопанство, околна среда др.), **Хидрография, Специални приложения** (машиностроене, самолетостроене, автомобилостроене, роботостроене, корабостроене и др.) и **Специфични приложения** (навигация, радиоразпръскване, експлоатация на летища, фотоволтаични системи, вятърни генератори, градски шумозащитни системи и изследвания и др.)

01.4.3. Роля и значение на Приложната геодезия

Както вече се отбеляза в 01.2 и 01.4.1, ролята на Геодезията е двустранна. От една страна тя решава **собствените** си класически проблеми по определяне фигурата, размерите и външното гравитационно поле на Земята и съвременните аспекти, свързани с тях. От друга страна тя се **прилага и допринася** за решаването на проблемите на **други науки и области** на човешкото знание и практика, включващи преди всичко **науките за Земята**, проблемите, свързани с **изграждането и експлоатацията на инженерни**

обекти и комплекси от тях и на останалите други области, посочени в 01.3.2. С известно прецизиране на вече казаното в 01.4.2 и изтъкване за проблемите които решава се показва и ролята и значението на Приложната геодезия. Така:

Инженерната геодезия решава инженерни и други проблеми, които са от значение за проучването на природните условия, проектирането, строителството и монтажа на инженерни обекти – сгради, съоръжения и комуникации и комплекси от тях като населени места, промишлени предприятия, летища, хидротехнически, транспортни, минни и др. и тяхното стопанисване (експлоатация). Това са **разностранни дейности**, налагащи използването и прилагането на целия арсенал от апаратури, системи, методи и технологии, с които разполага Геодезията и такива, създавани и развивани в рамките на Инженерната геодезия. Особено на съвременните, базирани на дигитална основа геопространствени технологии. Ролята и значението на Инженерната геодезия на всички етапи от изграждане на обектите е изключително голямо. Тя е **необходим и неотменим техен елемент**. Поради това тя намира **отражение в строителната нормативна и поднормативна база – закони, правилници, наредби, инструкции, указания и др.**

Приложенията от Природонаучния аспект на Геодезията, както вече бе изтъкнато в 01.4.2, решават проблеми, на приложенията ѝ във **фундаменталните науки** – астрономия, космически науки и в другите **науки за Земята** – геофизика, сеизмология, геология, геотехника, геодинамика (опасни ендеогенни и екзогенни геодинамични процеси – земетресения, вулкани, движения на земната кора, цунами регионална и локална геодинамика: свлачища, абразия, ерозия и др.), геоморфология, с археология и др. **Тяхната роля** е свързана с изследването, документирането, подготовката и протичането на явленията и процесите, както и с динамиката и закономерностите на тяхното проявление. Голямото предимство на геодезията е в непосредственото директно, преди всичко дистанционно и обективно, отразяване на тези събития, включително и в много нагледен вид. В много случаи те се явяват като **единствено възможни и най-меродавни** за целта.

Заедно с това **Другите приложения** на Геодезията включват и решават проблеми, освен в посочените в 01.3.2 и 01.4.2 още и **други, специални и специфични приложения**, невключени в инженерния и в тези, свързани в природонаучния аспект. При това ролята и значението на Приложната геодезия тук в много от случаите е подчертано специфично, нетрадиционно и оригинално и от съществено значение.

01.4.4. ЛИТЕРАТУРА – вж. 02.7.1, 2

01.4.5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изложеното показва, че **Приложната геодезия** е важна и представителна част от науката Геодезия с широко **интердисциплинарно** присъствие. Състоянието и развитието ѝ се обуславя от **използването** на съвременните инструменти, апаратури, системи, технологии, софтуер, натрупан опит, знания и др. за решаване на изключително **разнообразни** по вид, обем, характер, новост и значение **проблеми** в различни области на науката и практиката. С това се **разширява** полето на дейност и се **издига** ролята и значението на геодезията и геодезистите. Това безспорно **предполага** тяхната висока степен на познания от страна на геодезистите, и то не само в областта на геодезията, а и на **свързаните** с нея науки и особено тези, свързани с решавания проблем.

Чл.-кор. проф. д-р инж. ГЕОРГИ МИЛЕВ
Поч. проф. д-р инж. ИВО МИЛЕВ

ПРИЛОЖНА ГЕОДЕЗИЯ
Част 1

ИНЖЕНЕРНА ГЕОДЕЗИЯ

Съюз на геодезистите и земеустроителите в България
София, 2017 г.

Предговор

Първата част от проекта на авторите „Приложна геодезия“ е **1. Инженерна геодезия**.

В предговора на 01 се отбелязва, че **1. Инженерна геодезия** се състои от 3 отделни книги: книга 1 „**Основи, системи и технологии в Инженерната геодезия**“; книга 2 „**Проектиране и приложение на устройствените и на генералните планове**“, и книга 3. „**Изграждане на линейни обекти, на сгради, съоръжения и монтаж на технологично оборудване. Планове на изградените комплексни обекти**“. Книга 2 е издадена, а книги 1 и 3 се подготвят за издаване през 2017 г.

Трите книги са обособени, но органично свързани, в едно дигитално цяло – **1. Инженерна геодезия**. Структурата, номерация на заглавия, фигури, таблици, литература и др., в трите книги, са неразделна част – елемент на **1. Инженерна геодезия**. Това обуславя възможността трите книги да бъдат предлагани по нататък, освен самостоятелно, така и под формата и на едно **обединено дигитално издание** като **1. Инженерна геодезия**. Всъщност тя по-начало така бе планирана.

Трябва тук още ясно да се каже, че **структурата, съдържанието и изложението** на книгата **1. Инженерна геодезия** са оригинални, отразяват вижданията и позициите на авторите и не съответстват на други трудове по Инженерна геодезия у нас и чужбина. До голяма степен тя включва резултати от теоретични постановки, техни изследвания и опит, от приложните дейности в различните области, свързани с проектирането, изпълнението и експлоатацията на инженерни обекти или комплекси от тях. Безспорно това има положителна страна за илюстриране на изложеното но има и негативен аспект, който надяваме се да не е съществен. Заедно с това изложението е в съответствие с **нормативната уредба на България** и привеждането ѝ в унисон с тази на Европейския съюз.

Авторите

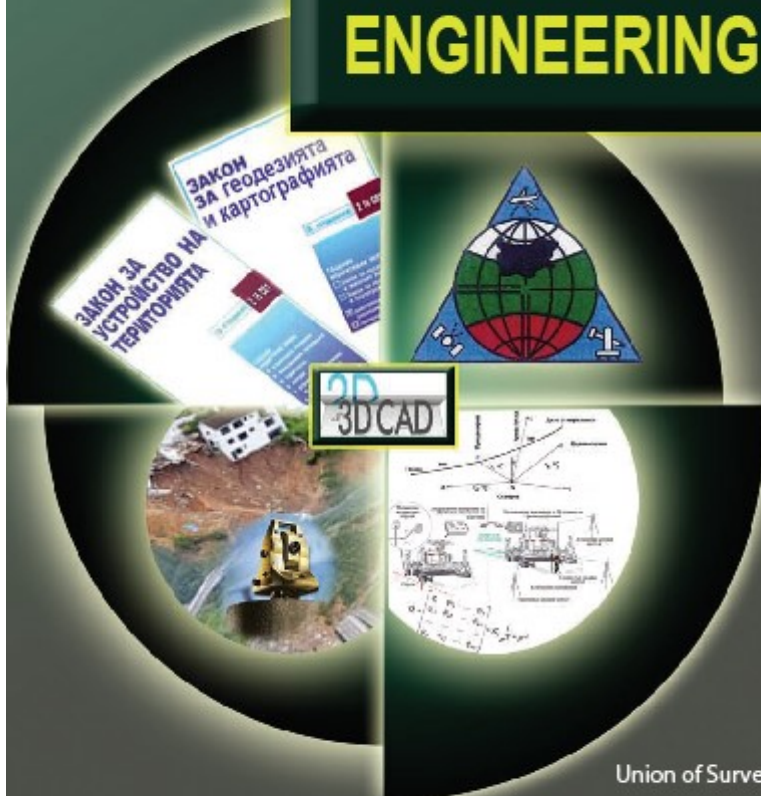
СЪДЪРЖАНИЕ

02. ИНЖЕНЕРНА ГЕОДЕЗИЯ	14
02.1. Същност	14
02.2. Задачи	14
02.3. Обхват	15
02.4. Структура и съдържание	15
02.5. Пенетрация на Инженерната геодезия	17
02.6. Роля на инженерната геодезия	16
02.7. Литература по Приложна и Инженерна геодезия	17
02.7.1. Общо	17
02.7.2. Литература по Приложна геодезия	18
02.7.3. Литература и международна дейност по Инженерна геодезия	18
02.8. Заключение	22
02.9. ЛИТЕРАТУРА	22

Corr. Mem. Prof. Dr. Eng. GEORGI MILEV
Hon. Prof. Dr. Eng. IVO MILEV

APPLIED GEODESY
Part 1
ENGINEERING GEODESY

Book 1
**BASICS, SYSTEMS AND
TECHNOLOGIES OF
ENGINEERING SURVEYING**



Union of Surveyors and Land Managers in Bulgaria
Sofia, 2017

Corr. Mem. Prof. Dr. Eng. GEORGI MILEV
Hon. Prof. Dr. Eng. IVO MILEV

APPLIED GEODESY

Union of Surveyors and Land Managers in Bulgaria
Sofia, 2017

Preface

Applied geodesy encompasses the versatile application of the science of Geodesy. The application is distinguished and defined by the authors in three aspects (directions, areas): engineering – 1. **Engineering Surveying**, natural scientific – 2. **Application of Geodesy in Earth Sciences** and other applications and 3. **Non-engineering and natural-scientific aspects of application of Geodesy**. The first aspect is treated most multilaterally, it is most widely applied and with enormous reference literature.

The presentation of the content of matter in these three aspects is foreseen by the authors to be, in accordance with the aspects, in three separate **expositions – parts**.

Part 1. Engineering Surveying issued in the form of three separate books:

Book 1 “**Basics, systems and technologies in Engineering Surveying**”;

Book 2 “**Design and implementation of physical and general plans**”;

Book 3 “**Construction of linear objects, buildings, facilities, installation of technological equipment. Plans of the built complex objects**”.

Book 2 is published: in digital form, an E-book, by [<http://Billio.bg>] at the end of 2016, and in an analogue form – by the Avangard Publ. House, in the beginning of 2017 in a volume of 330 pp. It is distributed in the bookstores of UACEG, UMG, the SEK and Blestyasht Fakel Publ. Houses. The book is an edition of the Union of Surveyors and Land Managers in Bulgaria. Books 1 and 3, each in a larger volume, are prepared for issuing in the same manner as Book 2 and is expected to be issued in 2017;

Parts 2 and 3 are still in a project but it is intended to preserve the manner of preparation and form as those from the exposition in the first part.

The text and figures related to the presentation of Applied Geodesy and Engineering Surveying are given at the beginning of Book 1, and although they are divided, the exposition, comments and references are treated uniformly.

CONTENTS

01. APPLIED GEODESY

01.1. Introduction

01.2. General principles

01.3. Essence, aspects, technologies and systems of Applied Geodesy

01.3.1. Essence of Applied Geodesy

01.3.2. Aspects

01.3.3. Geospatial technologies, instruments and systems

01.4. Scope, structure, role and importance of Applied Geodesy

01.4.1. Scope

01.4.2. Structure and contents

01.4.3. Role and importance of Applied Geodesy

01.4.4. References

01.4.5. Conclusion

Corr. Mem. Prof. Dr. Eng. GEORGI MILEV
Hon. Prof. Dr. Eng. IVO MILEV

APPLIED GEODESY
Part 1

ENGINEERING SURVEYING

Union of Surveyors and Land Managers in Bulgaria
Sofia, 2017

Preface

The first part of the authors' project is **1. Engineering Surveying**.

It is noted in the preface of 01 that **1. Engineering Surveying** consists of 3 separate books: Book 1 “**Basics, systems and technologies in Engineering Surveying**”; Book 2 “**Design and implementation of physical and general plans**” and Book 3 “**Construction of linear objects, buildings, facilities, installation of technological equipment. Plans of the built complex objects**”. Book 2 has been published and Books 1 and 3 are being prepared for publication.

The three books are separate but organically integrated in a digital entity – **1. Engineering Surveying**. The structure, numbering of titles, figures, tables, references, etc., of the three books are an indivisible part – an element of 1. Engineering Surveying. This determines the possibility of offering the three books further in the form of a unified digital edition as **1. Engineering Surveying**. In fact, the book was initially planned in this way.

It has to be clearly mentioned here that the **structure, contents and exposition** of Book **1. Engineering Surveying** are original, reflect the views and positions of the authors and do not correspond to other works on Engineering Surveying in Bulgaria and abroad. To a great extent it includes results of theoretical formulations, their research and experience from the applied activities in the various areas related to the design, implementation and operation of engineering objects or their complexes. Undoubtedly, this has a positive side for illustrating the exposition but there is also a negative aspect, which we hope to be not significant. At the same time the presentation is in compliance with **Bulgarian legislation** and its alignment with that of the European Union.

CONTENTS

02. ENGINEERING SURVEYING

02.1. Essence

02.2. Tasks

02.3. Scope

02.4. Structure and contents

02.5. Penetration of engineering surveying

02.6. Role of engineering surveying

02.7. References on Applied Geodesy and Engineering Surveying

02.7.1. General

02.7.2. References on Applied Geodesy

02.7.3. References and international activity on Engineering Surveying

02.8. Conclusions

REFERENCES

**Corr. Mem. Prof. Dr. Eng. GEORGI MILEV
Hon. Prof. Dr. Eng. IVO MILEV**

**APPLIED GEODESY
Part 1
ENGINEERING SURVEYING**

**Book 1
BASICS, SYSTEMS AND
TECHNOLOGIES OF ENGINEERING
SURVEYING**

**Union of Surveyors and Land Managers in Bulgaria
Sofia, 2017**

Annotation

Book 1 treats the fundamentals of Engineering Surveying – the modern: investment process, normative base, geodetic basis (digital data, plans, maps and control networks), instruments, apparatuses and systems; reference and coordinate systems and surfaces, theoretical bases of geodetic measurement processing, algorithms and software, modern numerical geospatial technologies and their application in Engineering Surveying and related information systems. **The main issues of tracing** are presented: essence, elements, methods, technologies, accuracy, norms and cases; theoretical bases and practice in the control and determination of displacements and investigation of deformations of engineering objects, including in landslides.

In fact the exposition in this part of the book refers to **the theoretical and principal essentials**, including systems, methods and technologies. **Their specific application is further considered in the design and application of a complex of objects in Book 2 and in the construction of the individual particular objects in Book 3.**

The presentation has an original structure. It corresponds to the current normative regulations and the possibilities afforded by the modern digital devices, instruments, systems and technologies. The book reflects to a large extent the views, long-term research, teaching experience and participation in the construction and investigation of engineering objects, including with original spatial constructive solutions of the authors.

The book can be used by lecturers, students and practitioners in the field of Engineering Surveying and all those who work on the construction and exploitation of engineering objects and their complexes such as architects, civil engineers – constructors, and specialists in the transport and water sector, etc., designers, contractors performing organization and control of construction and installation of technological equipment. Undoubtedly, it is recommended to do this, if necessary, at the same time with the other two books of the authors.

REVIEWERS:

1. Corr. Mem. Prof. D.Sc. Arch. Atanas Kovachev, Assoc. Prof. Dr. Eng. V. Kotzeva
2. Prof. D.Sc. Eng. Georgi Valev
3. Assoc. Prof. Dr. Eng. Todor Kostadinov

ISBN 978-619-90732-2-3
978-619-90732-3-0

Printed edition
pdf

Preface

The book “**Basics, systems and technologies in Engineering Surveying**” is part of the “**Applied Geodesy**” project of the authors, consisting of three parts: **1. Engineering Surveying**, **2. Natural scientific aspect of Geodesy application** and **3. Other applications of Geodesy**. The three together treat the versatile application of geodesy.

The book is actually the first part – Book 1 of Part 1. **Engineering Surveying**, which is prepared for press in the form of **3 books**, as Book 2 “**Design and implementation of physical and general plans**” – 330 pp., and has been already issued in digital [<http://Billio.bg>] and analogue form by the Union of Surveyors and Land Managers in Bulgaria and published by the Avangard Publishing House. As already noted in 02.7, Book 3 “**Construction of linear objects, buildings, facilities, installation of technological equipment. Plans of the built complex objects**” is also being prepared for printing.

The reason for releasing this part also as a separate book – Book 1, is the large volume of material on Engineering Surveying; the **specificity** and thematic differentiation of the problems; the **distinguishing, systematization, generalization and presentation** of modern achievements in this area, presented for the first time in the form of **systems, methods and technologies** (a basic inevitable element and prerequisite – theoretical and practical, for further realization in the particular engineering objects or their complexes); **the broad circle of professionals** working specifically in this area. Last but not least, this separate issuing will make the book much easily accessible for use. Its realization by means of the contemporary possibilities of digital publishing and application, including by mobile devices, is very favorable in this respect.

Along with this, however, there is a planned, immediate and inevitable connection between the treated herein matter and its concrete realization in the other two books of 1. Engineering Surveying. The application in construction is implied – the design, tracing and control during the building and installation of the different types of engineering objects and their complexes. This means that the three books represent a single organic entity – Engineering Surveying. Therefore the whole numbering of titles, figures and tables, etc., is an inseparable part – an element of 1. Engineering Surveying. This also determines the inclusion of this book further on in a unified digital edition as 1. Engineering Surveying. Actually, as pointed out earlier, it has been included as an integral part of it.

In the reference literature dedicated to Engineering Surveying, in fact there are practically few specialized works devoted entirely to Engineering Surveying. However, there a lot more dedicated to the specific applications of Engineering Surveying. They have been reflected to a great extent, of course along with the current legal basis, in the proposed work.

The decimal numbering system is used in the book. Due to the large number of titles and their multiple stages, for the sake of clarity, simplification has been made here by introducing a double four-stage numbering as in our previously mentioned Book 2. It consists in the introduction of the conventional four-stage numbering with using, when necessary, a new additional four-stage numbering in the cases, when it has to be exceeded.

The authors acknowledge their gratitude to the Union of Surveyors and Land Managers in Bulgaria for the publication of the book under its auspices and for the cooperation and support during the preparation and realization of the book. We would like to thank also the reviewers: Corr. Mem. Prof. D.Sc. Arch. Atanas Kovachev, Assoc. Prof. Dr. Eng. Veneta Kotzeva, Prof. D.Sc. Georgi Valev and Assoc. Prof. Dr. Eng. Todor Kostadinov. We owe also gratitude to Prof. Dr. Eng. Borislav Marinov for the review and proposed amendments related to sections 1.3.3.4 and 1.3.3.6 of the book, to Prof. Dr. Plamen Malzhanski – for 1.3.3.10, to Prof. Dr. Eng. Keranka Vasileva – for 1.3.3.3 and 01 and 02, to Prof. D.Sc. Eng. Andrei Andreev – for 01 and 02.

Special thanks for the unreserved and active cooperation to Eng. Kristina Galabova for the preparation of the tables, formulas and most of the figures for press, as well as to Svetla Petrova and Eng. Ivanka Koleva for the elaboration of the cover of the book.

Sofia, July, 2017

The authors

CONTENTS

1. BASICS, SYSTEMS AND TECHNOLOGIES IN ENGINEERING SURVEYING

1.1. INVESTMENT PROCESS. CONTENTS AND ORGANIZATION OF THE RELATED GEODETIC WORKS

- 1.1.1. Essence
- 1.1.2. Geodetic works related to the investment process
 - 1.1.2.1. Systematization of geodetic works
 - 1.1.2.2. Expropriation of land for the needs of construction

1.2. LEGAL BASIS

- 1.2.1. Regulations
 - 1.2.1.1. Contents of the Spatial Development Act and the regulations thereto
 - 1. Spatial Development Act
 - 2. Ordinances to the Spatial Development Act
 - 1.2.1.2. Regulation of geodetic works
 - 1.2.1.3. Contents of the Geodesy and Cartography Act and the regulations thereto
 - 1. Geodesy and Cartography Act
 - 2. Ordinances to the Geodesy and Cartography Act. Instructions
 - 1.2.1.4. Contents of the Cadastre and Property Register Act and the regulations thereto
 - 1. Cadastre and Property Register Act
 - 2. Ordinances to the Cadastre and Property Register Act
 - 1.2.1.5. Other laws and regulations
- 1.2.2. Standardization, systems and tolerances in geodetic works in construction
 - 1.2.2.1. General provisions
 - 1.2.2.2. Basic concepts in normalization and standardization
 - 1.2.2.3. Systems for normalization and ways to create norms
 - 1. Based on the principle adopted in machine building
 - 2. Establishing standards based on the percentage of geodesic to construction or aggregate tolerance
 - 3. Principle of negligible influence
 - 4. Dimensional chains
 - 5. Control measurements of constructed objects
 - 6. System of norms without the use of building tolerances
 - 1.2.2.4. Appropriate application of systems
 - 1.2.2.5. Standards of the European Union
- 1.2.3. References 1.1 – 1.2

1.3. GEODETIC BASIS

- 1.3.1. Modern geodetic instruments, apparatuses, systems and devices. Software
 - 1.3.1.1. Systematization and generalization
 - 1.3.1.2. Sensors and sensor systems
- 1.3.2. GEODETIC REFERENCE SURFACES AND PROJECTIONS. REFERENCE COORDINATE, HEIGHT AND GRAVIMETRIC SYSTEMS AND NETWORKS
 - 1.3.2.1. REFERENCE SURFACES
 - 1. General principles
 - 2. Geoid
 - 3. Ellipsoid
 - 4. Sphere
 - 5. Plane

6. Deformations in transition from the Earth to the projection surfaces and the plane
7. Concepts, determinations and definitions
8. Heights and height systems and deviation from the plumb line

1.3.2.2. PROJECTIONS

1. Essence
2. Conformal projection of the sphere in the plane – Gauss Krüger coordinates
3. UTM projection
4. Conformal conic Lambert projection
5. Stereographic projection
6. Grid lines and nomenclature of map sheets
7. Concepts, determinations and definitions
8. Heights and height systems and deviation from the plumb line

1.3.2.3. INTERNATIONAL REFERENCE SURFACES AND SYSTEMS

1. General principles
2. Geodetic reference system 1980
3. World geodetic system 1984
4. Earth gravitational model of the geoid
5. European project for gravimetry and geoid

1.3.2.4. REFERENCE COORDINATE SYSTEMS AND NETWORKS

1. Global – Earth coordinate system and network
2. European regional coordinate system and network

1.3.2.5. EUROPEAN REGIONAL HEIGHT REFERENCE SYSTEM

1.3.2.6. WORLD AND EUROPEAN GRAVIMETRIC REFERENCE SYSTEM

1.3.2.7. Normative basis for introducing the international reference systems in Bulgaria

1.3.2.8. Coordinate systems, connections and transformations

1. Generally on coordinate systems
2. Definition of coordinate systems

1.3.2.9. Coordinate systems and projections in Bulgaria

1.3.2.10. Conventional geodetic networks used in engineering surveying

1.3.2.11. Modern geodetic networks in Engineering Surveying. GNSS networks

1.3.2.12. Design, construction, measurement and processing of the networks

1.3.2.13. Axial, polygon and leveling networks

1.3.2.14. Construction network

1.3.2.15. Gravimetric measurements and networks

1.3.2.16. References 1.3.1 – 1.3.2.15

1.3.3. NUMERICAL TECHNOLOGIES IN ENGINEERING SURVEYING

1.3.3.1. Generally on technologies. Geospatial technologies

1.3.3.2. GLOBAL INTERFEROMETRIC SYSTEMS AND NETWORKS

1.3.3.3. GLOBAL SATELLITE SYSTEMS FOR POSITIONING AND NAVIGATION

1. Generally on systems
2. European global satellite navigation system – GALILEO
 - 2.1. Essence, goals and realizations
 - 2.2. Component elements and application

2.4.1. Reference coordinate system

- 2.4.3. Sources of errors and accuracy
- 2.4.4. Instruments
- 2.4.5. Methods of measurement
- 2.4.6. Determination of coordinates
- 2.4.7. Processing of data from GNSS measurements

- 3. European differential geostationary system EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service)
- 4. European differential system EUPOS (European Position Determination System)
 - 4.1. General principles
 - 4.2. Data for EUPOS
 - 4.3. Technical specifications and services
 - 4.4. BULiPOS
- 5. References 1.3.3.1 – 1.3.3.3

1.3.3.4. SATELLITE (REMOTE SENSING) TECHNOLOGIES

- 1. Principal concepts
- 2. Satellites, sensors, scanning and information
- 3. Types of remote sensing methods
- 4. Software for remote sensing investigations
- 5. Analytic bases and processing of satellite images
- 6. Brief overview of remote sensings
- 7. Application of LIDAR
- 8. Satellite radar interferometry
 - 8.1. Essence
 - 8.2. Additional possibilities of DInSAR
 - 8.3. Interferometric software processing
 - 8.4. Radar systems
 - 8.5. Use of the systems
- 9. GOCE – Special gravimetric satellite of the Earth
- 10. The Sentinel mission of the Copernicus program
- 11. References 1.3.3.4

1.3.3.5. PHOTOGRAMMETRIC TECHNOLOGIES

- 1. General ideas, basic concepts, definitions, principles and prerequisites for realization of photogrammetry
 - 1.1. General ideas
 - 1.2. Photogrammetric photo
 - 1.3. Mathematical bases. General definitions and dependencies
 - 1.4. Systematization of the data set and principles of processing
 - 1.5. Analogue photogrammetry
 - 1.6. Analytical photogrammetry
 - 1.7. Digital photogrammetry
 - 1.7.1. Basic information
 - 1.7.2. Processing of digital image information
 - 1.7.3. Block adjustment of the model
 - 1.7.4. Bundle-block adjustment
 - 1.7.5. Orthogonal photos (Orthophoto)
- 2. Technology of airborne digital photogrammetry using normal shots
 - 2.1. Principle

- 2.2. Control points
- 2.3. Flying
- 2.4. Performance of aerial survey
- 2.5. Preparation of data from the shots
- 2.6. Direct georeference (coordination)
- 2.7. Aerial triangulation
- 2.8. Height model
- 2.9. Creating orthophotoshots
- 3. AERIAL TRIANGULATION ACCORDING ON PROJECTION CENTERS AND ULTRACAMD DIGITAL CAMERA
 - 3.1. General principles
 - 3.2. DGNSS - BULiPOS
 - 3.3. Adjustment of the block for aerial triangulation
 - 3.4. Results and accuracy
 - 3.5. Inferences and conclusions
- 4. OBLIQUE AERIAL PHOTOS. PICTOMETRY – ESSENCE AND APPLICATIONS
 - 4.1. Essence
 - 4.2. Application
- 5. UNMANNED AERIAL PHOTOGRAPHY
 - 5.1. General information
 - 5.2. UNMANNED AERIAL VEHICLES AND PERFORMANCE OF SHOOTING
 - 5.3. Photo processing
 - 5.3.1. Automatic aerial triangulation
 - 5.3.2. Block adjustment of ray bundles
 - 5.3.3. Calculation of a point cloud
 - 5.3.4. Generation of an orthophoto mosaic and a digital surface model
 - 5.4. Assessment of the possibilities and use of UAV (Unmanned_Aircraft Vehicle)
- 6. References 1.3.35

1.3.3.6. AIRBORNE LASER SCANNING

- 1. Essence
- 2. Principles for performing laser scanning
- 3. Project and flight plan for airborne scanning
- 4. Geodetic basis. Georeferencing
- 5. Requirements for laser scanning
- 6. Performance of airborne scanning
- 7. Software and data processing
- 8. Control of laser scanning. Control sections
- 9. Data transmission
- 10. An airborne laser scanning system TOPEYE – a topographic laser
- 11. Laser scanning of underwater relief
- 12. Areas of LIDAR application
- 13. References 1.3.3.6

1.3.3.7. SPECIAL APPLICATIONS OF AIRBORNE TECHNOLOGIES

- 1. Three-dimensional models
- 2. Geo-server of Blom
- 3. IMAGE INTERPRETATION
 - 3.1. General principles
 - 3.2. Main features for digital image interpretation

- i. General principles
- 3.2.2. Tone and color
- 3.2.3. Size
- 3.2.4. Shape
- 3.2.5. Height
- 3.2.6. Shade
- 3.2.7. Structure
- 3.2.8. Texture
- 3.2.9. Location
- 3.2.10. Association
- 3.2.11. Time
- 3.3. Conclusion
- 4. References 1.3.3.7
- 1.3.3.8. TERRESTRIAL DIGITAL PHOTOGRAMMETRY
 - 1. General principles
 - 2. Technical tools, recording and processing
 - 3. Application
- 1.3.3.8-4. References 1.3.3.8
- 1.3.3.9. **TERRESTRIAL LASER SCANNING**
 - 1. General principles
 - 2. Laser scanners for terrestrial scanning
 - 3. Classification of laser scanners
 - 4. Performing laser scanning
 - 5. Definitions and explanations of concepts and activities
 - 6. Errors in laser scanning
 - 7. Georeferencing of the point cloud
 - 8. Preliminary and subsequent data processing and first products
 - 9. Importance and areas of application
 - 10. References 1.3.3.9
- 1.3.3.10. TERRESTRIAL RADAR INTERFEROMETRY
 - 1. Essence
 - 2. Systems for terrestrial radar interferometry
 - 3. Characteristics of GPRI
 - 4. Measurements and processing
 - 5. Areas of application of terrestrial radar interferometry
 - 6. References 1.3.3.10
- 1.3.3.11. IMPROVEMENT OF TRADITIONAL TERRESTRIAL TO NUMERICAL SPATIAL TECHNOLOGIES
 - 1. General principles
 - 2. Numerical tachymetry
 - 2.1. Tachymetry using an electronic tachymeter
 - 2.2. Tachymetry using a geodetic robot
 - 2.3. Satellite tachymetry
- 1.3.3.12. RANDOMLY SELECTED STATION - SURVEY AND **SETTING OUT** WITH AN ELECTRONIC TACHYMETER
 - 1. Essence

2. Determination of new points by randomly selected station using two or more given points
- 1.3.3.13. INTEGRATED MULTIFUNCTIONAL SYSTEMS AND TECHNOLOGIES (PHOTO, SETTING OUT, CONTROL AND MANAGEMENT OF CONSTRUCTION MACHINES)
- 1.3.3.14. SPECIALIZED SOFTWARE
 1. References 1.3.3.11 – 1.3.3.14
- 1.3.3.15. INFORMATION SYSTEMS. GIS
 1. Definitions
 2. GIS elements
 - 2.1. Hardware
 - 2.2. Software
 - 2.3. Frames
 - 2.4. Database
 - 2.4.1. Types of data in GIS
 - 2.4.2. A set of different types of data
 - 2.4.2.1 Original set of spatial data
 - 2.4.2.2. Secondary set of spatial data
 - 2.5. Data quality
 - 2.6. Updating
 - 2.7. Data modeling
 - 2.8. Data conversion
 - 2.9. Data topology
 - 2.10. Layers
 - 2.11. Metadata
 - 2.12. Import and export of data. Formats
 3. Maps
 - 3.1. Numerical cartography
 4. Models
 - 4.1. Digital model of relief (terrain) – DTM
 5. Concept of GIS
 - 5.1. Sources and information for GIS
 - 5.2. Coordinate systems and Map projections in GIS. Georeferencing
 6. Areas of GIS application
 - 6.1. Spatial information system (RIS)
 - 6.2. Information systems in Engineering Surveying and Applied Geodesy
 - 6.3. GS of the Bulgarian Army
 - 6.4. Specialized system Acstre 2012
 - 6.5. Geographic information system GISExplorer. NextGIS technologies OOD
 - 6.6. Other GIS
 7. Effectiveness of GIS use
 8. From desktop GIS to WEB-based GIS Cloud Computing
 9. References 1.3.3.15
- 1.3.3.16. APPLICATION OF GEOSPATIAL TECHNOLOGIES IN ENGINEERING SURVEYING
- 1.3.4. MAPS AND PLANS
 - 1.3.4.1. Principal ideas
 - 1.3.4.2. Production of cadastral maps and cadastral registers
 - 1.3.4.3. Removal of incompleteness and errors in the cadastral map

1.3.4.4. Software

1.3.4.5. References 1.3.4

1.3.5. THEORETICAL BASES OF GEODETIC MEASUREMENT PROCESSING

1.3.5.1. General and specialized cases of adjustment

1. Mathematical model of the measurements
2. Stochastic model
3. Functional model
4. General case of adjustment of correlated observations
5. Particular cases of adjustment

1.3.5.2. Application of the least square method for solving variational problems in mechanics. Comparison of the functions of Laplace in geodesy and mechanics

1.3.5.3. Analysis of the adjustment model on the principle of accuracy assessment of geodetic networks

1.3.5.4. Algorithm for adjustment of precise three-dimensional geodetic networks. Software

1.3.5.5. References 1.3.5

1.4. BASICS OF SETTING OUT AND CONTROL

1.4.1. General on setting out and control

1.4.2. Basic elements of setting out

1.4.3. METHODS OF SETTING OUT

1.4.3.1. General principles

1.4.3.2. Conventional methods of 2D setting out

1. By orthogonal coordinates – orthogonal method
2. By polar coordinates – setting out according to angle and length
3. By intersection
4. By resection
5. Setting out by polygon

1.4.3.3. Expanded 2D methods and methods for direct 3D setting out

1. Combination of setting out according to the polar method and trigonometric determination (setting out) of the project point elevation
2. 3D polygon
3. Setting out by laser instruments
4. Setting out from randomly selected station
 - 4.1. Two-dimensional setting out from randomly selected station
 - 4.2. Spatial (3D) setting out from randomly selected station
 - 4.3 Setting out using GNSS

1.4.4. Requirements for accuracy, norms and preparation of setting out

1.4.4.1. Requirements for accuracy and norms

1.4.4.2. Preparation of setting out

1.4.5. SETTING OUT OF STRAIGHT LINES. CASES

1.4.6. SETTING OUT OF CURVES

1.4.6.1. General principles

1.4.6.2. Determination and setting out of the main points of circle arcs

1.4.6.3. Determination and setting out of detailed points of circle arcs

1.4.6.4. Reverse curve

1.4.6.5. Basket curve

1.4.6.6. Serpentine

1.4.6.7. Transition curves

1. Principal ideas
2. Cases

- 3. Cubic parabola
 - 4. Clothoid or radial spiral
 - 5. Other transition curves
- 1.4.6.8. Vertical curves
- 1.4.6.9. **Setting out** of horizontal, vertical and inclined straight lines, planes and surfaces
 - 1. Basic idea
 - 2. Horizontal, vertical and inclined straight lines
 - 3. Horizontal, vertical and inclined planes
 - 4. Surfaces
- 1.4.6.10. References 1.4
- 1.5. INVESTIGATION OF DISPLACEMENTS AND DEFORMATIONS. LANDSLIDES
- 1.5.1. Brief information on deformations and methods for their investigation
- 1.5.2. DETERMINATION OF HORIZONTAL DISPLACEMENTS
 - 1.5.2.1. Trigonometric method. Geodetic networks
 - 1.5.2.2. Measurement processing. Stability. Displacements
 - 1. Measurement processing. Determination of point displacements
 - 1.5.2.3 Polygonometric method
 - 1.5.2.4. Range method
- 1.5.3. DETERMINATION OF VERTICAL DISPLACEMENTS
 - 1.5.3.1. Geometric leveling
 - 1. Principal ideas
 - 2. Initial (basic) benchmarks
 - 3. Control benchmarks
 - 4. Instruments and measurements
 - 5. Accuracy
 - 6. Processing of the leveling results
 - 1.5.3.2. Trigonometric leveling
 - 1. Characteristics and capabilities
 - 2. Signalization and measurement of zenith angles and distances
 - 1.5.3.3. Hydrostatic leveling
 - 1. Essence, hydrostatic levels and measurements
 - 2. Hydrostatic systems
 - 3. Advantages and disadvantages
- 1.5.4. SIMULTANEOUS DETERMINATION OF THE HORIZONTAL AND VERTICAL DISPLACEMENTS. OTHER SOLUTIONS
 - 1.5.4.1. Three-dimensional networks and methods
 - 1.5.4.2. Photogrammetric method. Scanning
 - 1.5.4.3. Satellite radar interferometry
 - 1.5.4.4. GNSS
- 1.5.5. SEMI-GEODETIC METHODS FOR INVESTIGATION OF DEFORMATIONS
 - 1.5.5.1. Brief characteristics
 - 1.5.5.2. Measurement with plumbing
 - 1. General data
 - 2. Straight mechanical plumb line
 - 3. Reverse mechanical plumb line
 - 4. Modern straight and reverse plumb lines
 - 5. Optical plumb line
 - 1.5.5.3. Measurement of the inclination angle and its variation
 - 1.5.5.4. Displacement measurement

1.5.5.5. Instruments and methods for permanent investigation of deformations

1. General information
2. Gauges – Sensors
3. Instruments for permanent measurement
4. Automated permanent measurement systems
5. Processing of registered data

1.5.6. ANALYSIS OF DISPLACEMENTS

1.5.6.1. Basic principles

1.5.6.2. Methods of analysis

1.5.6.3. Simultaneous adjustment, stability analysis and determination of displacements

1. General on the solutions
2. Geonet systems
 - 2.1. Principal ideas
 - 2.2. Network adjustment and accuracy determination
 - 2.3. Determination of invariant elements
 - 2.4. Establishment of stable points
 - 2.5. Determination of point displacements
 - 2.6. Direct comparison of the adjusted coordinates
 - 2.7. Program realization
3. Geolevel system
 - 3.1. Principal ideas
 - 3.2. Algorithm of the proposed solution
 - 3.3. Geolevel program realization

1.5.7. INTERPRETATION OF DISPLACEMENTS

1.5.7.1. General ideas

1.5.7.2. Determination of further analytical characteristics for studying the regularities and dynamics of displacements

1.5.7.3. Establishing the relationship between displacements, time and physical parameters

1.5.7.4 Approximation of individual point displacements

1.5.7.5. Interpretation of individual point displacement as a function of two or more factors

1. Influence of only two factorsВлияние само на два фактора
2. Influence of more factors

1.5.7.6. Prediction

1.5.7.7. Investigation of the physical correlation between point displacements

1.5.7.8. Determination of total deformations of the studied object

1.5.8. THEORY OF DEFORMATIONS

1.5.8.1. Investigation of the stressed and strained state of bodies using geodetically determined displacements

1. General ideas
2. Parametric representation of the field of displacement vectors
3. Determination of the tensors of deformation, stress and other functionals of the displacement vector field

1.5.9. LANDESLIDES

1.5.9.1. General data on landslides

1.5.9.2. Brief characteristics of landslides and the role of the methods for their investigation

1.5.9.3. Essence of the geodetic methods for investigation of landslide processes

1. General characteristics
2. Essence and specific features
 - 2.1. Application of the range method

- 2.2. Trigonometric and polygonometric method
- 2.3. Precise trigonometric leveling and its integration in geodetic networks for studying deformations
- 3. Three-dimensional (mathematical) models
 - 3.1. Algorithm
 - 3.2. Experimental studies for using precise trigonometric leveling with larger distances and height differences
- 4. Analysis of displacements in landslides
- 5. Analytical characteristics of the landslide process
- 6. Determination of the regularities and dynamics of the landslide process and further interpretation of displacements
 - 6.1. Determination of the regularities and dynamics of the landslide process
 - 6.2. Probabilistic-statistical interpretation of geodetic data
- 7. An example for area and discrete landslide treatment
- 1.5.10. REQUIREMENTS AND ORGANIZATION OF THE STUDIES ON LANDSLIDE DEFORMATIONS
 - 1.5.10.1. General notes and research project
 - 1.5.10.2. Position of the reference and control points and benchmarks
 - 1.5.10.3. Requirements and accuracy of measurements
 - 1.5.10.4. Performance of measurements
 - 1.5.10.5. Form and presentation of research results
 - 1.5.10.6. Assessment of the state and use of geodetic methods and organization of deformation research on landslides in Bulgaria
- 1.5.11. References 1.5



Cor. Mem. Prof. Dr. Eng. Georgi Milev. Graduate of the University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy (UACEG), Sofia (1956). In 1960 – Research Associate in the Bulgarian Academy of Sciences (BAS). In 1976 – Associate Professor, 1985 – Professor, 2008 – Cor. Mem. of BAS. Since 1988 – Cor. Mem. of the Bavarian Academy of Sciences, Germany. In 1973 – defended a PhD thesis in the Stuttgart University. Since 2001 – lectures to the students on Geodesy and Engineering Geodesy in UACEG, German lingual education.

The scope of his diverse and efficient activities is significant – scientific, applied research, scientific-organizational, educational, international, promotional, publishing, inventive, expert, scientific managerial and

implementation. Basically these activities were carried out in BAS, the Federation of Scientific Technical Unions in Bulgaria (FSTUB), the Union of Scientists in Bulgaria, UACEG and other institutions in Bulgaria and in international organizations and projects, mostly on an interdisciplinary ground.

The scientific activity of Prof. Milev covers both aspects of geodesy – natural and engineering. The number of his publications exceeds 580, of them 14 monographs, 9 studies, 5 textbooks, 26 editing and publishing of scientific proceedings, 120 scientific papers, 243 scientific reports, etc. He was awarded by Stuttgart University for high scientific achievements of his thesis (1973).

Prof. Milev is honorary member of the International Federation of Surveyors (FIG), FSTUB and others. He had been a chairman of the Union of Surveyors and Land Managers in Bulgaria since 1990 for 24 years and later – its honorary chairman. He is Editor in chief of the Geodesy, Cartography and Land Management magazine since 1997. Member of BAS. Space research and Technology Institut.



Hon. Prof. Dr. Eng. Ivo Milev graduated geodesy and mine surveying at the University of Mining and Geology, Sofia in 1991. He defended his PhD thesis in 2000 at the Technical University, Berlin – direction Construction and Geodesy.

He works in both aspects of geodesy – engineering and natural, but mainly in the area of Applied Geodesy – Engineering Surveying. This includes primarily the development of theory, software and application of adjustment – processing the results of geodetic measurements; GNSS – theory, software and application, alone and combined with data from other measurements; theory and software and application in the study of deformations of engineering objects – buildings and facilities, and the terrains for their situation; modern techniques of measurement – electronic tachometry, laser scanning and others, development, software

and application. Special attention is paid to transport objects, particularly to railroad parameters. He has registered two patents associated with his name in implementing the system of the Leica Concern Geosystems.

He was: expert of UN – OOSA on reference systems; member of the Steering Committee of EUPOS (European Positioning Determination System); chairman of Working Group Private Services RTCM SC 104 (Radio Technical Commission for Maritime Services); guest professor at Beuth University of Applied Sciences in Berlin, East Kazakhstan Technical University, State Technical University of Kazakhstan and Siberian State Geodetic Academy.

Prof. Ivo Milev is a member of Working Group 4 Engineering Surveying of the Union of German Surveyors; Chairman of Commission 6 Engineering Geodesy of the International Federation of Surveyors for the period 2013-2017. He is an Executive Director of technet-rail GmbH. He is Honorary Prof. of the Siberian State Geodetic Academy, Russia and of the Technical University of Dresden, Germany.