

UTM COORDINATE SYSTEM AND THE MILITARY GRID REFERENCE SYSTEM (MGRS). COORDINATE GRID, THE SPECIFICS OF TARGETING AND DETERMINING THE COORDINATES

IVAYLO ZH. BOZOV

*Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems,
National Military University, Shumen, Bulgaria, veliko_pp@abv.bg, ivailobozov@abv.bg*

Abstract: *The report aims to make a comparison between the coordinate grid and the specifics of targeting and determining in the UTM coordinate system and the Military Grid Reference System (MGRS). This will largely resolve the confusion in targeting between UTM and MGRS, as the two systems are used interchangeably. The report considers the coordinate grid of UTM and MGRS, the procedure for determining the full and short coordinates, as well as the ways of their writing. Examples are given with which illustrated determination and writing coordinates in both system.*

Keywords: *coordinate system, Military Grid Reference System, targeting, datum transformations.*

КООРДИНАТНА СИСТЕМА UTM И ЕДИННА СИСТЕМА ЗА ЦЕЛЕУКАЗВАНЕ НА НАТО - MGRS. РАЗГРАФКА, ОСОБЕНОСТИ ПРИ ЦЕЛЕУКАЗВАНЕТО И ОПРЕДЕЛЯНЕТО НА КООРДИНАТИТЕ

Ивайло Ж. Бозов

Днес картографията е революционизирана от напредването на информационните технологии и вече се разглежда като изкуство и наука за информационно картографско моделиране, а картата се определя като геоинформационен модел на действителността.

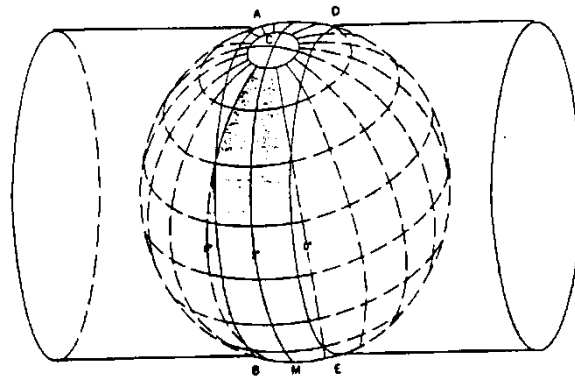
Картата (топографска, географска и др.) се изработва с помощта на проекции наречени картографски и представлява умалено мащабно и математически определено изображение на земната повърхност или част от нея, нанесено върху плоскост с помощта на условни знаци.

Проекциите се делят на конични, цилиндрични, азимутални полярни и азимутални екваториални.

Две от основните картографски проекции използвани за изготвяне на географски и топографски карти са Гаусовата проекция и Универсалната напречна проекция на Меркатор (Universal Transverse Merkator - UTM).

Двете проекции имат много общо – и при двете проекции повърхността на земното кълбо се разделя от меридианите на зони в размер от 6° , всяка от зоните последователно се проектира на страничната повърхност на цилиндър, чиято ос е перпендикулярна на оста на земята и преминава през центъра и по равнината на екватора. Разликите между двете проекции се състоят в това, че в Гаусовата проекция проектирането се осъществява върху цилиндър, който е допирателен на кълбото по осевия меридиан на зоната, а проекцията UTM – „проекция върху цилиндър, допирателен на Екватора (меридианите се изправят по цилиндъра). Оста на цилиндъра е перпендикулярна на Земната ос и сече, земната повърхност в две секущи спрямо осевия меридиан на зоната“. (Markov D. K., 2017, Transformation of point coordinates between СК-42 and WGS-84 coordinate

systems for artillery units, International scientific conference, pp 161-169, Shumen, Bulgaria, ISSN 2367-7902) (фигура 1.)



Фигура 1: Проекция UTM върху цилиндър

Друга разлика между двете проекции е мащабът на изображението. При Гаусова проекция мащабът на изобразяване има стойност 1.0000 само по осевия меридиан, а с отдалечаване от него мащабът на деформацията нараства, като близо до екватора достига значение 1.001.

При UTM проекцията изкривява повърхността на земния елипсоид с отдалечаване от осевия меридиан на изток и на запад. Тя има мащаб от 0,9996 по дължината на осевия меридиан, а по двете секущи на цилиндъра, успоредни на осевия меридиан, числото на мащаба е 1,0000.

Освен това, при Гаусовата проекция номерацията на зоните се води от Гринуичкия меридиан на изток от 1 до 60, а при проекцията UTM номерацията на зоните започва от 180°-я меридиан, също от 1 до 60 нарастващи на изток. Така при Гаусовата проекция, Република България се намира в 4-та и 5-та зона, а при проекцията UTM в 34-та и 35-та зона.

В Република България едромашабните, както и „средномашабните и дребномашабните държавни топографски карти се изработват в Универсална напречна цилиндрична проекция на Меркатор (Universal Transverse Merkator - UTM) в 6° зони с основни меридиани 21° и 27° източна дължина от Гринуич (Наредба № Н-6 /20.05. 2014 г. за средномашабните и дребномашабните държавни топографски карти).“ При изготвяне на топографски карти на НАТО също е предпочетена тази проекция. Чрез нея се изобразява на карта земното кълбо в областта, заключена между 84° с.ш. и 80° ю.ш. За полярните области на север от 84° с.ш. и на юг от 80° ю.ш. се използва универсалната полярна стереографска проекция (UPS).

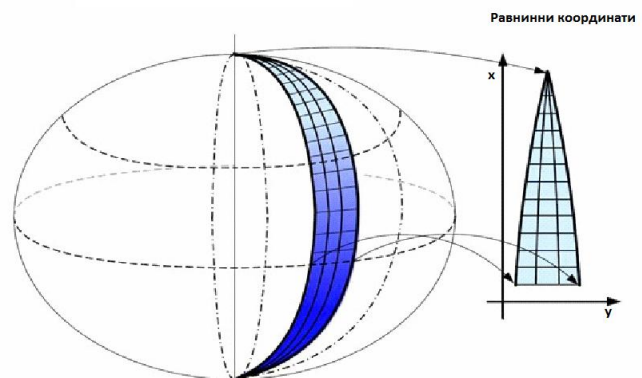
Координатна система UTM

В най-общ вид координатните системи се делят на три типа:

- Пространствени координати (X , Y , Z) – началото е някъде в центъра на Земята, X и Y е екваториалната равнина, а Z е перпендикулярният на тази равнина лъч от началото по посока северния полюс.

- Сферични (географски) координати – ширина (B), дължина (L) и превишение (h). Те се използват при изготвянето на географските карти и атласи и се използват и от GPS устройствата. Географската дължина и ширина се измерват в градуси, минути и секунди. Превишението h се измерва в метри и представлява разстоянието от точката до математически модел на планетата, наричан сфероид.

- Равнинни (правоъгълни) координати. (фигура 2.) Равнинните координати X , Y , h представляват разгънат лист допрян в дадена точка (или точки) до Земята. Мерните единици на всички елементи са метри. Обикновено X сочи север, а Y сочи изток. Началото на тези координатни системи е условно. Условната надморска височина се задава в h .

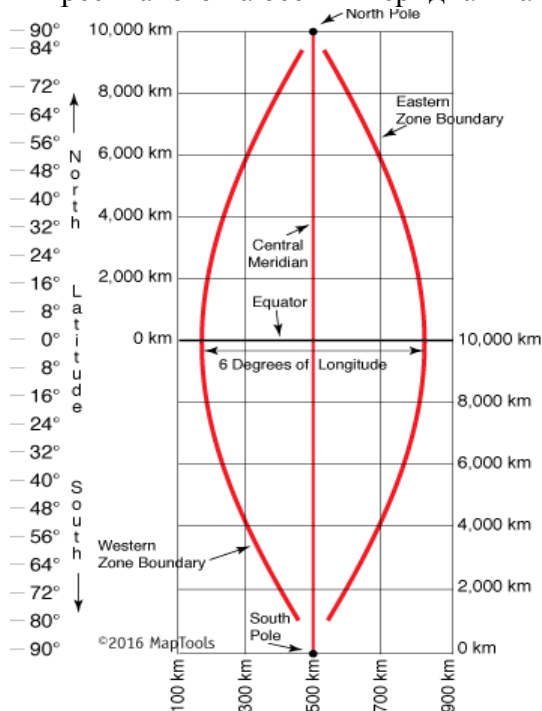


Фигура 2: Проекция на равнинни координати

„За да се използват равнинните правоъгълни координати вместо геодезическите е необходимо да се премине от повърхността на земния елипсоид върху равнина. Повърхността на елипсоида е неразвиваема в равнина и нейното изображение е възможно само с използване на дадена проекция (Markov D.K, 2017, Transformation of point coordinates between СК-42 and WGS-84 coordinate systems for artillery units, International scientific conference, pp 161-169, Shumen, Bulgaria, ISSN 2367-7902).“ За да може да се определят равнинни координати, всяка част от земята е разделена на зони, така че да има минимални грешки по разстояние и площ.

Координатна система UTM е равнинна система за определяне (присвояване) на координати на точки на повърхността на земното кълбо изчислена в проекция UTM. Различава се от глобалната географска ширина / дължина по това, че разделя земята на 60 зони. Посочването на местоположението се означава посредством определяне на зоната и координатите в тази равнина. Повечето зони в UTM обхващат 6 градуса дължина и всяка от тях има определен централен (осев) меридиан. Машабният коефициент на централния меридиан е определен за 0,9996 от истинския машаб. Зоните се номерират от 1 до 60, като се започва от 180°-я меридиан с нарастване в посока изток. Всяка зона от 6° по дължина се проектира независимо, по този начин за всяка зона се установява собствена координатна система със собствена координатна мрежа. За оси на правоъгълните координати се използват екваторът и осевия меридиан, изобразени като прави линии.

За оста на абсцисите в система UTM, съответстваща на Гаусовата ос X, се използва буквата N (Norting – отправям се на север), а оста на ординатите, съответно Y, с буквата E (Easting – отправям се на изток). За изключване на отрицателните значения на ординатите в системата UTM, пресичането на осевия меридиан на всяка зона се приема за 500 км.



Фигура 3: 6-градусова зона

Например: - стойността на E – 1 м източно от осевия меридиан е 500 001 м;

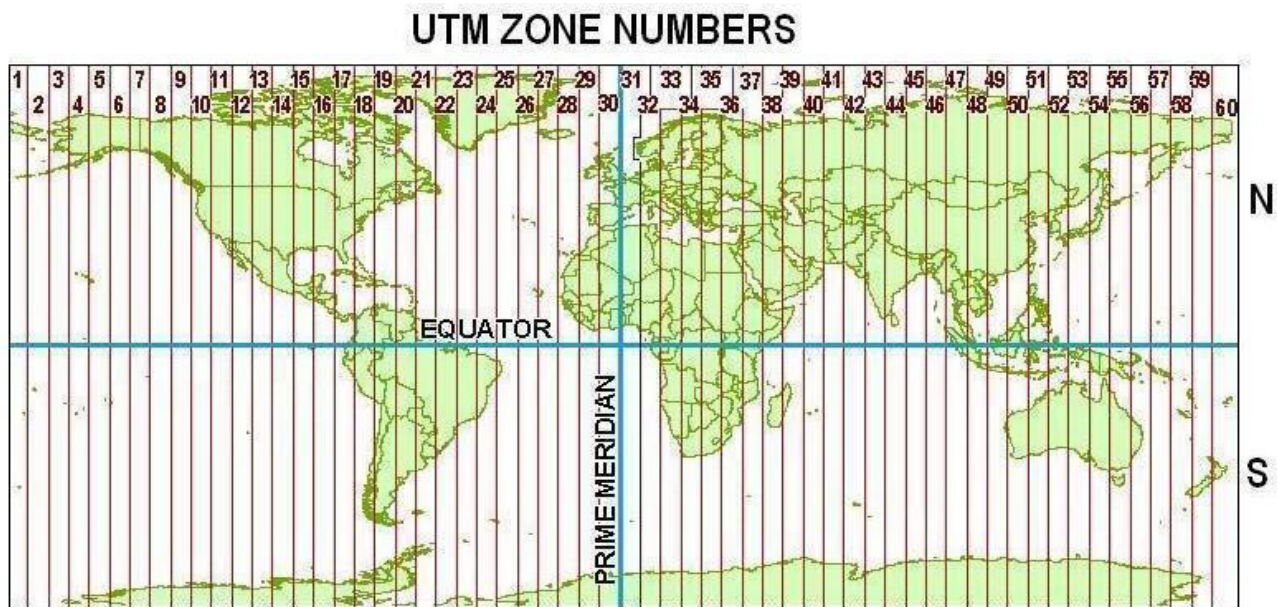
- стойността на E – 1 м западно от осевия меридиан е 499 999 м.

Отчитането на абсцисите (N) се извършва на север и юг от екватора. При това за изключване отрицателните значения за обектите разположени в северното полукълбо екваторът се приема за нула, а за обектите, намиращи се в южното полукълбо за 10 000 км. (фигура 3.)

Например: - стойността на N - 1м южно от екватора е 9 999 999 м;

- стойността на N - 1м северно от екватора е 0 000 001 м.

При това положение точка в северното полукълбо и точка в южното полукълбо, намиращи се в една зона ще имат едни и същи координати. Ето защо Екватора разделя зоните на две – за северното полукълбо и за южното полукълбо. Зоните над екватора използват обозначение „N“ (например, 17N), а тези под него се обозначават с „S“ (например 34S). (фиг. 6.)



Фигура 4: Номериране на зоните при координатна система UTM

Преобразуваните координати, с цел избягване на отрицателни значения, се наричат условни координати със стойности – E: 100 000 - 900 000 и N: 0 – 10 000 000.

Минималните и максималните стойности на E са:

- 160 000 м E и 834 000 м E на екватора;
- 465 000 м E и 515 000 м E при 84° с.ш.

Изключения от тези стойности могат да се получат при нестандартните зони в Северна Европа.

Нестандартни зони

Разделянето на земното кълбо на 6° зони по дължина е със следните изключения:

- зона 32 между 56° с.ш. и 64° с.ш., с географска дължина 9° за сметка на зона 31, която е 3°;
- зони 33 и 35 между 72° с.ш. и 84° с.ш., с географска дължина 12°;
- зони 31 и 37 между 72° с.ш. и 84° с.ш., с географска дължина 9°;
- зони 32, 34 и 36 между 72° с.ш. и 84° с.ш. са елиминирани;

При посочване на UTM координати се посочва винаги първо значението на координатите E, а след това на N. E винаги е шестцифрена стойност, докато N почти винаги е седемцифрена стойност, освен в случаите когато местоположението е близо до екватора. Първата цифра при E показва разстоянието в стотици километри от осевия меридиан. Първата цифра при N, при шестцифрена стойност (втората цифра – при седемцифрена стойност) показва разстоянието в стотици километри от екватора, докато първата цифра при N, при седемцифрена стойност показва разстоянието в хиляди километри от екватора.

Например: UTM координати на точка в северното полукълбо ще имат вида – **35N 494364 4790616**, като:

- 35 – номер на зоната;
- N – местоположение в северното полукълбо;
- 494364 – разстояние в метри спрямо осевия меридиан на 35-та зона (в случая 500000-494364=5636 м. на запад от осевия меридиан на 35-та зона);
- 4790616 – разстояние в метри северно от екватора.

Единна система за целеуказване на НАТО (Military Grid Reference System - MGRS).

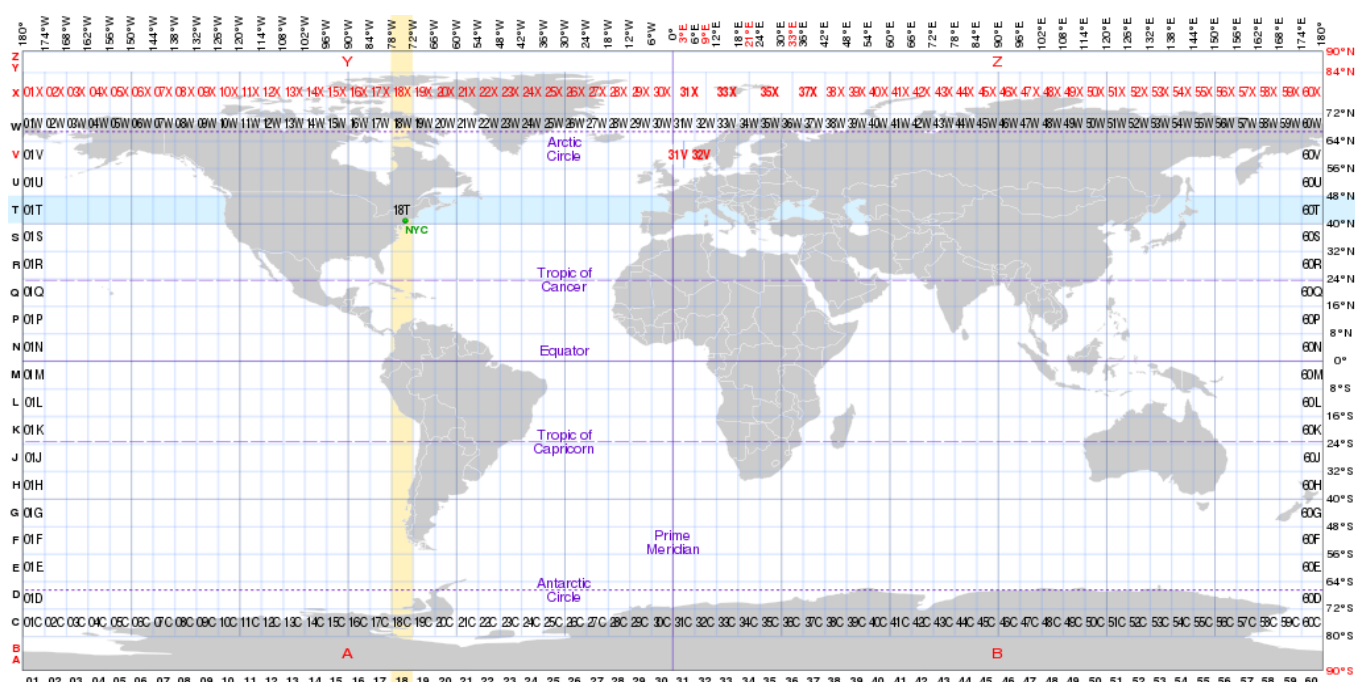
MGRS е приета единна система за целеуказване на НАТО. По своята същност представлява разширение на координатна система UTM с особеността, че положението на обекта се посочва във вид на буквено-цифрен ред, състоящ се от обозначението на указващ трапец, обозначението на 100 000 м квадрат и съкратените координати E и N.

За построяването на указващите трапеци земната повърхност в пределите от 80° ю.ш. до 84° с.ш. се разделя от меридианите на 6-градусови колони и от паралелите на 8-градусови пояси, като образуват отделни зони - 6°x8°. Колоните имат цифрови обозначения от 1 до 60, като номерацията започва от 180° меридиан на изток. Република България попада в 34-та и 35-та зона.

Всеки пояс, започващ от 80° ю.ш. в посока на север, се обозначава с главна буква от латинската азбука от С до Х. Крайният северен (20-ти) пояс Х е с географска ширина 12° (от 72° с.ш. до 84° с.ш.). При това положение се образуват 20 (двадесет) пояса, по 10 в южното и в северното полукълбо. Буквите А и В се използват за указващите трапеци на антарктичката област (южен полюс), а буквите Z и Y - за арктичката област (северен полюс). С цел избягване объркването с единицата и нулата, буквите I и O не се използват.

При така извършеното разграфяване на земното кълбо, обозначението на всеки указващ трапец се формира от две величини - номера на зоната, който е число от 1 до 60 и буквата за обозначаване на пояса от С до Х. (фигура 5.)

Пример: град Шумен, намиращ се в североизточната част на Република България попада в зона (указващ трапец) - **35Т**.



Фигура 5: Номериране на зоните и поясите при MGRS

Указващите трапеци на свой ред се разделят на квадрати със страна 100 000 м. Наименованието на всеки един квадрат се формира от буква за обозначаване на колоната и буква за обозначаване на реда. Броят на колоните в трапещите не е постоянен, вследствие на меридианната конвергенция, поради която с отдалечаването от екватора, размерите на трапещите по дължина намаляват. Независимо от промяната на броя на колоните в трапещите буквеното обозначение не се променя, за запазилите се колони.

Колоните се обозначават с 24 главни букви от А до Z. Броенето им започва от меридиан 180° от запад на изток. Цикълът А - Z (без I и O) се повтаря през всеки три колони, т.е. през 18° географска дължина. На всеки 6° (една зона) при екватора се образуват 8 колони (3 зони x 8 колони = 24 колони номерирани от А до Z). Броят на колоните в трапещите не е постоянен вследствие на меридианното сближение, поради което с отдалечаване от екватора, размерите на трапещите по дължина намаляват. Независимо от промяната на броя на колоните, буквеното обозначение на запазилите се колони не се променя.

Редовете на 100 000 м квадрати се обозначават с главни букви от английската азбука от екватора на север и на юг. За целта се използват 20 букви в поредици от А до V или от F до E. За да няма еднакви обозначения на редовете от близко разположените 100 000 м квадрати, обозначението им в нечетните колони на указващите трапеци (1, 3, 5, ... , 59) започва от екватора от буквата А, а в четните (2, 4, 6, ... , 60) колони - от буквата F. (фиг. 6.)

По този начин за посочване на обекта (с точност до 100 км) трябва да се определи наименованието на трапеца и обозначението на 100 000 м квадрат.

Пример: Ню Йорк се намира в квадрат - 18T WL; Шумен се намира в квадрат - 35T MN.

Фигура 6: Обозначаване на 100 000 м квадрати при MGRS.

За по-точно целеуказване се определят разстоянията от западната и южната страни на 100 000 м квадрат до дадения обект с необходимата точност (до 1000, 100, 10 или 1 м) и се прибавят към неговото обозначение.

Пример: Дадена точка, намираща се в гр. Шумен в зависимост от точността на определянето може да има следните правоъгълни координати в буквено-цифрово обозначение:

- с точност до 1 000 м – 35TMN 9490;
- с точност до 100 м – 35TMN 943906;
- с точност до 10 м – 35TMN 94369061
- с точност до 1 м – 35TMN 9436490615

В полярните региони на юг от 80° ю.ш. и на север от 84° с.ш. вместо UTM проекция се използва проекция UPS (Universal Polar Stereographic).

За южния полюс западния полукръг образува решетъчна зона с обозначение А, а източния полукръг образува такъв с обозначение В. За северният полюс западния полукръг е Y, източният е Z. Тъй като буквите А, В, Y и Z не се използват за географски ширини на UTM, тяхното присъствие в MGRS координата, с пропускане на номер на зона, показва, че координатите са в системата на UPS.

Схемата за надписване на квадрати от 100 000 м е различна в полярните региони. Буквите в колоните използват по-ограничена азбука, преминавайки от А до Z, но пропускайки D, E, I, M, N, O, V, W. Колоните са подредени така, че най-дясната колона в зоната на мрежата А и Y има колона буква Z, а следващата колона в мрежата зона В или Z започва отначало с буква колона А. Буквите на реда преминават от А до Z, като пропускайки I и O. Ограничената азбука на колоната за UPS гарантира, че квадрат UPS да бъде в непосредствена близост до UTM квадрат със същата идентификация.

4. Особенности при целеуказването и определянето на координатите в координатна система UTM и единната система за целеуказване на НАТО – MGRS

4.1. Прилики.

- Земната повърхност в пределите от 80° ю.ш. до 84° с.ш. е разделена от меридиани на 60 зони, всяка от по 6° географска дължина. Номерацията на зоните и при двете системи започва от 180°-я меридиан и нараства на изток;

- Мерната единица за определяне на координатите е в метри;

- При указването на координати винаги първо се посочва значението на ординатата E, а след това на абсцисата N.

4.2. Разлики.

4.2.1. UTM.

- Земната повърхност в пределите от 80° ю.ш. до 84° с.ш. е разделена от екватора на северно и южно полукълбо, като се означават с „N“ – северно и „S“ – южно;

- Всяка зона има собствена координатна система с координатно начало пресечната точка на екватора и осевия меридиан за всяка зона;

- Ординатата E винаги е шестцифрена стойност, а N почти винаги е седемцифрена стойност, освен в случаите когато местоположението е близо до екватора.

4.2.2. MGRS.

- Земната повърхност в пределите от 80° ю.ш. до 84° с.ш. е разделена от паралели на двадесет 8-градусови пояси с изключение на 20-я, който е 12-градусов;

- Всеки пояс се обозначава с главна буква от латинската азбука от C до X. Буквите A, B, Y и Z се използват за указване на двата полюса. Буквите I и O не се използват;

- Образуваните отделни зони (указващи трапеци) - 6°x8° се разделят на квадрати със страна 100 000 m. Наименованието на всеки един квадрат се формира от буква от A до Z за обозначаване на колоната и буква от A до X или буква от F до E;

- Всеки 100 000 м квадрат, обозначен с две букви от латинската азбука, има собствена координатна система с координатно начало югозападния ъгъл на квадрата;

- Броя на цифрите в стойността на координатите зависи от точността на определянето им (1000, 100, 10 и 1 м).

4.3. Определяне на координати в UTM и в MGRS.

4.3.1. Определянето на координати в UTM система се извършва в следната последователност:

- определя се номера на зоната – от 1 до 60;

- определя се местоположението спрямо екватора, за северното полукълбо – обозначаване с буква N, за южното – с буква S;

- определя се позицията в зоната използвайки мрежова система с координати E и N;

- изписва се значението на координатите в буквено-цифрова поредица.

4.3.2. Определянето на координати в MGRS се извършва в следната последователност:

- определя се номера на зоната – от 1 до 60 (без полярните пояси);

- определя се обозначението на пояса от C до X (за полярните пояси – A, B, Y и Z);

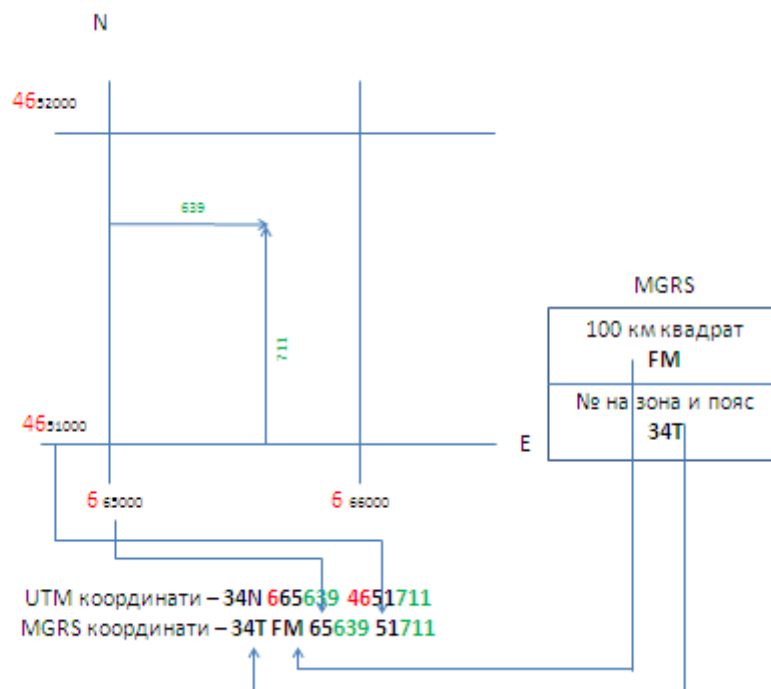
- определя се обозначението на указващия трапец – две букви от латинската азбука;

- определя се позицията в квадрата в метри с начало западната страна на квадрата за ординатата - E и с начало южната страна за абсцисата - N;

- изписва се значението на координатите в буквено-цифрова поредица – като дължината на поредицата зависи от мащаба.

Пример: На дадена точка в гр. София са определени UTM и MGRS координати. (фигура 7.)

От примера се вижда, че буквеното изобразяване на 100 км квадрат при MGRS заменя първите цифри по E и N при координатна система UTM, а петцифрените стойности на координатите по ординатата E и абсцисата N се запазват.



Фигура 7: Определяне на координати при MGRS и координатна система UTM.

Заклучение:

Направеното сравнение между координатна система UTM, изчислена в проекция UTM и системата за целеуказване на НАТО – MGRS показва, че двете системи са взаимозаменяеми що се касае до посочване и определяне на координати на тактическо ниво на управление. В този случай основно се работи с петцифрените стойности на ординатата – E и абсцисата – N. При управление на формированията или провеждане на операции на оперативно и стратегическо ниво е задължително указването в коя система са определени координатите. В последните години, включително и в някои онлайн конвертори на координати, се забелязва комбиниране в начина на изписване на координати при посочване на поясите (вместо S или N при UTM координатна система се записва буквения индекс на пояса от MGRS). Това показва, че MGRS намира все по – голямо приложение и то не само във военните структури.

References:

1. Наредба № Н-6 /20.05.2014 г. за средномашабните и дребномашабните държавни топографски карти.
2. ГЩ на БА, 1998, Работа с топографски карти на НАТО, София;
3. Markov D.K., 2017, Transformation of point coordinates between СК-42 and WGS-84 coordinate systems for artillery units, International scientific conference, pp 161-169, Shumen, Bulgaria, ISSN 2367-7902;
4. Universal Transverse Mercator (UTM) and Military Grid Reference System (MGRS), last visited - September 11, 2020, <https://www.luomus.fi/en/utm-mgrs-atlas-florae-europaeae>
5. MGRS grids, last visited - September 11, 2020, <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/help/layouts/mgrs-grids.htm>