

ГІРНИЦТВО/MINING

УДК 528.92:930(470)

[https://doi.org/10.31474/2073-9575-2020-3\(23\)-4\(24\)-53-63](https://doi.org/10.31474/2073-9575-2020-3(23)-4(24)-53-63)

М.О. Рязанцев

О.К. Носач

**УНІВЕРСАЛЬНА МЕТРИЧНА БАЗА (РУМБ),
ОДИНИЦІ ВИМІРЮВАННЯ КУТІВ В ГЕОДЕЗІЇ І КАРТОГРАФІЇ**

Мета. Дослідження старовинних картографічних документів з ціллю вияснення принципу роботи з мапами-портोलанами на основі метричної бази РУМБ.

Методи досліджень. Аналітичний, графічний, математичний, геодезичний.

Наукова новизна. Вперше показано таблицю взаємозв'язку одиниць вимірювання часу, кутів і відстаней в метричній базі РУМБ. Встановлено, що так звані мапи-портолани будувались на базі РУМБ, а їх проекція аналогічна похилій проекції Меркатора з циліндричною віссю, орієнтованою вздовж земної магнітної осі, з додатковою мережею румбових прямокутних координат, що дозволяють використовувати мапи при будь-якому розташуванні полюсів. Проекція Меркатора є спрощеним варіантом з однією системою прямокутних координат.

Практична значимість. Показано, що розділення циферблата часів, екватора і меридіанів Землі на однакову кількість частин, дозволяє визначати координати точок на поверхні Землі по будь-якому з відомих параметрів, що суттєво спрощує рішення геодезичних, маркиейдерських і навігаційних задач.

Ключові слова: одиниці виміру, метрична база, градус, румб, мапа-портолан, картушка, проекція, координата.

Вступ.

Згідно з даними офіційної науки [1-4], одиниці вимірювання кутів і прилади для їх вимірювання з'явилися в Європі тільки в XIII столітті нашої ери. З другого боку, прийнято рахувати, що шестидесятирічна система кутових одиниць збереглася незмінною протягом тисячоліть. Гадають, що вимірювання кутів з'явилося в Стародавньому Вавілоні, де коло поділяли на 360 частин ще в 4-му тисячолітті до нашої ери. І день, і рік, до речі, вавилоняни також ділили на 360 частин [5, 6]. Вавілонський градус часу дорівнював 4-м хвилинам, хвилина часу – 4-м секундам, а секунда часу – 1/15 теперішньої секунди.

В практичній астрономії – найстародавнішій з наук вимірюються не реальні відстані до зірок, Сонця, Місяця, планет, а тільки кутові відстані між ними. Якщо ж казати про відстані, виміряні по поверхні земної кулі, то будь-яка відстань пропорційна центральному куту дуги великого кола (рис.1):

$$L = \pi r \alpha / 180^\circ,$$

де r – радіус екваторіального або меридіонального кола Землі, км;

α – центральний кут дуги, град.

На цій залежності побудовано визначення географічних і геодезичних координат.

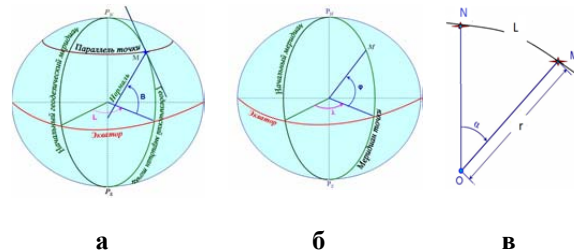


Рис. 1. Геодезична система координат (а):

B – геодезична широта (кут між площиною екватору і нормаллю до поверхні Землі в даній точці); L – геодезична довгота (двогранний кут між площиною нульового меридіану і площиною геодезичного меридіану, що проходить через дану точку); сферична система координат (б): φ – сферична широта; λ – сферична довгота; центральний кут дуги (в) – кут між двома нормальми (радіусами) на точки N і M – різниця між широтами або довготами цих точок

Аналогічно в практичній астрономії істинний сонячний час дорівнює:

$$T = t + 12^h,$$

де t – часовий кут – дуга небесного екватора між небесним меридіаном і колом схилу світила (рис.2), може бути виражений у кутових або часових одиницях.

h – висота світила.

На даному меридіані в будь-який момент сонячний час дорівнює часовому куту істинного Сонця $t_{\odot}$, вираженому у часі, і зміненому на 12:

$$T_{\odot} = t_{\odot} \pm 12$$

Опівдні часовий кут Сонця $t_{\odot}=0$ (Сонце знаходиться в зеніті), місцевий істинний сонячний час 12 годин.

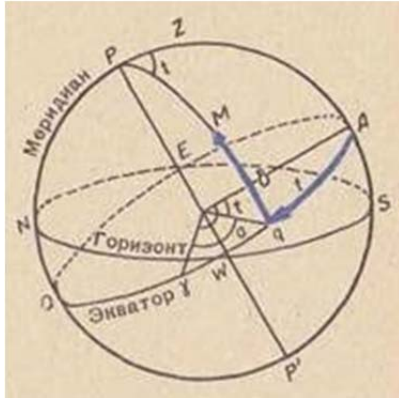


Рис. 2. Часовий кут Сонця

Часовий кут t при вершині побудованого навігаційного трикутника – це просто різниця по довготі (кут) між географічним положенням Сонця і нашою точкою спостереження, щоб переміститися з вихідної довготи на довготу точки спостереження Сонце повинне пройти по небосхилу кут t , а Земля повинна повернутися навколо своєї осі на той же кут t , таким чином наш місцевий час буде дорівнювати часовому куту Сонця $t + 12$. В астрономії кут прямого сходження і часовий кут в екваторіальній системі координат і зараз вимірюється в годинах, хвилинах і секундах (1/24; 1/1440 и 1/86400 долі повного кола). Однак, сліду пам'ятати, що одна секунда (хвилина) прямого сходження дорівнює 15-ти секундам (хвилинам) дуги. Сонце переміщується по небосхилу за 1 годину на 15 градусів дуги. Часова міра зручна тим, що дозволяє знаходити місцевий зірковий час взагалі без якихось математичних розрахунків.

Як наслідок можна зробити три дуже простих (але важливих) висновки:

1. Для практичної астрономії час і довгота на земній кулі – одне і те ж.
2. Вимірювання гринвічського часу (або часу по будь-якому меридіану) і вимірювання довготи – це взаємно доповнюючі одна одну задачі. Неможна визначити час, не знаючи власної довготи, і неможна визначити власну довготу, не знаючи гринвічського часу.

3. Година, хвилина, секунда, або інша одиниця виміру часу може з успіхом використовуватись в якості одиниці вимірювання кутів і відстаней.

Під кутовими вимірюваннями сьогодні розуміють комплекс астрономічних і геодезичних робіт для визначення форми і розмірів Землі та інших космічних об'єктів. Однак, для визначення географічних координат нинішня часова міра кута незручна і дає похибку. 1 година сьогодні дорівнює 1/24 частину доби (повного кола) або 15° (15 градусів дуги великого кола по екватору або меридіану – це 900 морських миль). В зв'язку з цим, загальноживаною останні 300 років для визначення координат є градусна міра визначення кута. Але так було не завжди. Так звана загальноєвропейська система одиниць вимірювання величин (в тому числі часу, кутів і відстані), введена на Русі Петром I тільки після 1700 року разом із скалігеровською хронологією від Різдва Христового (Р.Х.). До цього відлік часу здійснювався від Створення Миру в Зірковому Храмі (С.М.З.Х.), і на 1 січня 1700 року від Р.Х. йшло 7208 літо від С.М.З.Х. Під Створенням Миру слід розуміти стан без війни (Мир пишеться через «и»-иже). Коли розуміють створення Всесвіту Богом пишуть «мір» через «і»-ижеи. І всі ці тисячі літ на Русі використовувалась руська універсальна метрична база (РУМБ) [7], в якій будь-яке коло (циферблат годинника, екваторіальне або меридіональне коло Землі, орбіта Землі навколо Сонця, прецесійне або нутаційне коло тощо) поділялись на 32 частини. До наших часів дійшли, так звані, середньовічні морські мапи-портолани (портулани), засновані на румбовій метричній системі. При дослідженнях портоланив у сучасних дослідників виникають нездоланні труднощі, появлення яких можна звести до п'яти основних причин:

1. Приймається як данність, що в середні віки і в період античності рівень розвитку геодезії і картографії був дуже низьким для створення точних мап;
2. За геодезичну основу мап приймають виключно пункти з відомими географічними координатами – широтою і довготою, точність же визначення довгот до появи у XVIII столітті надійних хронометрів була дуже низькою;

3. Існує переконливість, що портолани є комплексними мапами, призначеними для морського плавання з використанням для визначення місця знаходження судна компасу, компасних троянд (картушок) і румбових ліній. При цьому мапи є плоскими;

4. Для самого процесу створення мап-портоланів навіть при наявності величезного штату професіоналів знадобиться не одне століття;

5. Наукова основа виготовлення мап невідома, а практичні прийоми їх використання дослідники навіть не уявляють.

Враховуючи вище сказане і велике наукове значення вказаних питань для геодезії, картографії, метрології та інших наукових галузей, проблема, якої торкнулася робота, є дуже актуальною.

Аналіз останніх публікацій.

Оскільки першоджерела 300-літньої давнини у первозданному вигляді не збереглися, а посилання на відносно сучасні публікації обмежені в академічних виданнях десятима роками, доцільно розглянути існуючі літературні огляди по вказаним питанням.

Згідно з [7], в кутовій мірі $1/32$ частина кола називалась румб ($11,25^0$), в часовій – курант (45 нинішніх хвилин), $1/16$ частина – відповідно 2 румба ($22,5^0$) і 1 година (2 куранти = 90 хвилин). Румб, в свою чергу, поділявся на 2, 3, 4, 6 і 9 частин. Одна дев'ята частина румбу або $1/288$ частина кола називалась ступінь ($1,25$ нинішніх градусів), тому транспортири на Русі до XVI століття мали 16 румбів або 144 поділки-ступеня, а компаси (матки) – 32 румба (8 вітрів, 8 межників і 16 допоміжних) або 288 ступенів. На часовій шкалі година ділилася також на 144 частини по 37,5 нинішніх секунд. Головне в тому, що часова і кутова шкали повністю відповідали одна одній, тому кути можна було вимірювати і в курантах, і в частинах.

Характерно, що довжина дуги в 2 румби складала 900 старих верст (2500 км), 1 румбу – 450 старих верст (1250 км), довжина дуги 2 ступеня ($2,5^0$) – 100 старих верст (278 км), 1 ступеня ($1/9$ румба= $1,25^0$) – 50 старих верст (139 км). Слід відмітити, що в старій версті було 2000 менших сажень по 1,344 м або 1000 здовжених менших сажень

по 2,688 м. Тому одиниці вимірювання кутів, часу і відстані були ув'язані в єдиній універсальній метричній системі РУМБ, знаючи будь-який з параметрів (час, кут або відстань), можна визначити останні два, оскільки кожен з них складає одну і ту ж частину кола. Співвідношення мір часу, кутів і відстаней системи РУМБ наведені в таблиці 1.

Збереглося біля двадцяти різноманітних назв і величин сажень, більшість з яких народилися у XVII-XIX століттях. Табличним значенням системи РУМБ повністю відповідає менша сажень, здовжена менша сажень і мала п'ядь, які добре узгоджуються з розмірами архітектурних споруд давнини [5, 8].

Слід відзначити, що сучасні часові, кутові міри і міри довжини, представлені в табл.1, дуже добре відповідають пульсаційно-спіновому резонансу, встановленому в роботах [9, 10]. Сонце і всі космічні об'єкти Сонячної системи пульсують на одній і тій же частоті $1,0416 \cdot 10^{-4}$ Гц, що відповідає періоду пульсації $T_{п1} = 160$ хвилин. Проявляються також парні гармоніки цих пульсацій, що підкоряються октавному закону з модулем 2 - $T_{п2} = 80$ хв.; $T_{п4} = 40$ хв.; $T_{п8} = 20$ хв.; $T_{п16} = 10$ хв.; $T_{п32} = 5$ хв. А стародавні, крім того, резонують з періодом спін-орбітального резонансу (з періодом обертання Землі навколо Сонця).

Таблиця 1 - Руська універсальна метрична база (РУМБ)

Частина кола	Міра часу, в т. ч. в сучасних одиницях	Кутова міра, в т. ч. в сучасних одиницях	Міра відстаней (довжини), в т. ч. в сучасних одиницях		
			По екватору	По меридіану	Середня
1/32	1 курант = 45 хв.	1 румб = $11,25^0$	450 старих верст = 1251,7 км	450 старих верст = 1247,5 км	450 старих верст = 1250 км
1/16	1 година = 2 куранта = 90 хв.	2 румба = $22,5^0$	900 старих верст = 2503 км	900 старих верст = 2495 км	900 старих верст = 2500 км
1/8	1 квадрант = 4 куранта = 2 год.	4 румба = 45^0	1800 старих верст = 5007 км	1800 старих верст = 4990 км	1800 старих верст = 5000 км

Частина кола	Міра часу, в т. ч. в сучасних одиницях	Кутова міра, в т. ч. в сучасних одиницях	Міра відстаней (довжини), в т. ч. в сучасних одиницях		
			По екватору	По меридіану	Середня
1/64	Півкур-ранта =22,5 хв.	Пів-румба =5,625 ⁰	225 старих верст=625,85 км	225 старих верст=623,76 км	225 старих верст=625,15 км
1/72	4/9 куранта =20 хв.	4 ступен і=4/9 румба =5 ⁰	200 старих верст =556,32 км	200 старих верст =554,4 км	200 старих верст =555,68 км
1/96	1 пункт =1/3 куранта=15хв.	1/3 румба =3,75 ⁰	150 старих верст =417,23 км	150 старих верст =415,8 км	150 старих верст =416,77 км
1/144	2/9 куранта =1/9 год. =10 хв.	2/9 румба = 2 ступен і=2,5 ⁰	100 старих верст = 278,2 км	100 старих верст = 277,2 км	100 старих верст = 277,8 км
1/288	1/9 куранта =5 хв.	1 ступінь =1/9 румба = 1,25 ⁰	50 старих верст=139 км	50 старих верст=138,6 км	50 старих верст =138,9 км
1/2304	1 частина = 1/144 години =37,5 с.	1 частина =1/72 румба =0,156 25 ⁰ =9,375'	1 географ. миля=6,25 старих верст=12500 сажень =17,38 км	1 географ. миля =6,25 старих верст=12500 сажень =17,33 км	1 географ. миля =6,25 старих верст=12500 сажень =17,365 км
1/2985984	1 доля = 1/1296 частини=0,05787с	1 доля =1,205 *10 ⁻⁴ град. =0,433 8"	10 менших сажень = 5 здвоєних менших сажень =72 малих пяді =13,4 м	10 менших сажень =5 здвоєних менших сажень =72 малих пяді =13,36 м	10 менших сажень = 5 здвоєних менших сажень =72 малих пяді =13,39 м
1/214990848	1 мить =1/72 долі =0,00076 с	1 мить =1,67* 10 ⁻⁶ град.	1 мала пядь=0,1858 м	1 мала пядь=0,1852 м	1 мала пядь=0,1856 м
1/1633930444 80	1 миг =1/760 митей=0,0485* 10 ⁻⁷ с	1 миг =1,58* 10 ⁻⁹ град.	1 точка=0,176 мм	1 точка=0,175 мм	1 точка=0,1756 мм

Сутність пульсаційно-спінного резонансу для Землі полягає в тому, що на 9-й

гармонії період обертання Землі навколо власної осі резонує з періодом пульсації. Для першої гармоніки пульсації $T_{вр} = 9T_{пл} = 9 \cdot 160 = 1440$ хв. = 1 доба (1 оберт навколо власної осі), для другої гармоніки – півдобы, для четвертої – чверть доби, для восьмої – 2 години, для 16-ї – 1 година=90 хв., для 32-ї – 45 хв.= 1 курант. Більш високим парним гармонікам відповідає частина, доля, мить, миг, сіг і сантіг.

Тривалість сігу дорівнює 30 періодам власних коливань атомів цезія-133 або $3,305 \cdot 10^{-9}$ с. Сіг в свою чергу складався з 14400 сантігов (1 сантіг = $229,5 \cdot 10^{-15}$ с, що відповідає приблизно 695 періодам власних коливань атому водню. Питання навіть не в тому, що наші пращури міряли сігами і сантігами, а в тому, що ізотоп цезія-133 використовувався в якості стандарту часу багато тисяч років тому, а наша цивілізація прийняла таке рішення тільки на XIII Генеральній конференції по мірах і вагах у 1967 році.

Складається враження, що універсальна метрична база (РУМБ) і мапи-портолани до XV – XVII в.в. мали поширення у всьому світі. У всякому разі, древньоруські, древньоєгипетські, древньоанглійські міри мають між собою повну відповідність [1]. Просто на певному етапі (XV – XVII в.в.) стародавні знання були втрачені, переіначені, а стародавні мапи, в тому числі і портолани, що дійшли до нас, доносять уламки знань наших пращурів. Про причини втрати цих знань мова окрема.

Мета роботи.

Дослідження давніх картографічних документів з ціллю виявлення принципу роботи з мапою-портолоном на основі метричної бази РУМБ.

Дані досліджень.

За офіційними даними в кінці XIII століття в картографії виникло щось схоже на революцію і з'явилися мапи-портолани [11-16]. На відміну від великих карт світу, які мали скоріш космологічне, ніж географічне значення, портолани відрізнялись практичністю, максимальною точністю і відзеркалювали всю суму знань, накопичених поколіннями мореплавців.

Однею з головних загадок для сьогодинішніх дослідників історичної картографії залишається питання про те, як,

навіщо, коли і де виникли перші морські мапи-портолани. Вони з'явилися в середньовіччя вже повністю готовими. Сама стара з портоланів, що збереглися, датується приблизно 1290 роком (так звана Пізанська карта), хоча є згадки і про більш ранні мапи «перипли» з VI в. до н.е. Деякі дослідники впевнені, що портолани були зібрані як пазли з десятків або сотень мап геніальним математиком Фібоначчі, для яких він розробив особливу картографічну проекцію і систему компасних картушок. Всі наступні мапи, створені у XIV–XVI віках, рахуються їх копіями. На користь цього свідчить те, що всі портолани, що дійшли до нас, виконані в однаковому масштабі і в єдиній проекції дуже схожій на рівнокутну проекцію Меркатора. При цьому на мапах відображалось природне блукання магнітного полюсу Землі. Починаючи з 1300 року магнітний полюс змінював своє положення в межах від 2 до 12°, і разом з ним «поверталися» на відповідний кут відносно компасних картушок контури берегової лінії на портоланах. Значить з ними безперервно велась серйозна наукова робота, однак ні одна з картографічних шкіл не залишила після себе архіву з чернетками, даними вимірювань, формулами побудови проекцій. Середньовічна картографія до сих пір ставить дослідників в тупик. Наприклад, на початку XVI століття, коли, за офіційними даними, мореходи ще не вміли визначати географічну довготу, а пройдену відстань визначали по лагу, одна за другою, буквально з невідкуди, з'являються невірогідні мапи Пірі-Рейса (1513р.), Оронтея Фінея (1531р.) з детальним зображенням ще невідкритої Антарктиди, вільної від крижаного покриву. Ще раніше у 1507 році (за 14 років до Магеллана), нікому невідомий Мартин Вальдземюллер, приголомшливо точно прорисував тисячі миль атлантичного узбережжя Південної Америки.

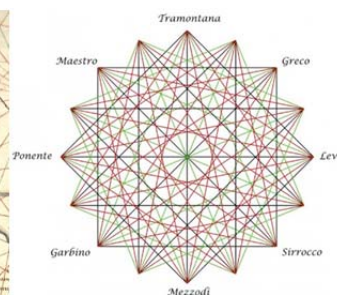
Історія виникнення і розвитку портоланів до кінця невідома, що добре показано в роботах А.Ю. Гордєєва [13, 14]. Норденшельд А.Е. [17] висунув припущення, що портолани є копією античного походження. Однак, як показав один з авторів «Нової хронології» Фоменко А.Т. [18], античність це і є середньовіччя. В зв'язку з важливістю проблеми портоланів для ряду наук про

Землю, проблема залишається однією з фундаментальних.

Основні риси портоланів, які кидаються в очі усякому, хто має діло з топографічними мапами, це: їх висока топографічна точність, достовірність і чіткість графічного виконання, обрис морських берегів на портоланах дуже близький до обрису на сучасних мапах картах і космічних знімках, відчувається, що виготовлялись вони професіональними картографами; характерною рисою портоланів, що складає неповторний образ «стародавньої морської мапи», є нанесена на них сітка румбів для тридцяти двох напрямків (рис.3-5); в основі створення портоланів лежить єдиний принцип головних умовних знаків; головним елементом змісту портоланів є абрис берегової лінії з відомими населеними пунктами; невеликі острови і гирла річок виділялись кольором, скелі і мілі позначались хрестиками і точками, як на сучасних мапах; топоніміку суходолу далі узбережжя, як правило, не наносили (італійський тип, рис.4), або наносили схематичні зображення гірських хребтів, річок та інших внутрішніх географічних об'єктів, а також різних художньо-декоративних елементів (каталонський тип, рис.5); назви місць вздовж узбережжя писали перпендикулярно берегової лінії; виготовлялись на пергаменті для захисту від морської води.



а)



б)

Рис. 3. Румбова картушка портуланів з масштабною лінійкою і покажчиком на полюс (а) і троянда румбів (б) з 8 головними вітрами (чорний колір), 8 половинними вітрами (зелений колір) і 16 четвертними вітрами (червоний колір).



Рис. 4. Одна з перших мап-портоланів італійського типу

До сих пір нічого невідомо про те, які теоретичні основи і чому були використані творцями цих дивовижних мап. На перший погляд румбові лінії розташовані зовсім хаотично, однак при найближчому розгляданні можна виявити гармонію в цьому розташуванні. З центру *circulo oculto* (невидимих кіл) через кожні чотири румба (45°) проводили тонкі *чорні* (на деяких мапах коричневі або червоно-коричневі) лінії, що утворюють чотири напрямки: північ-південь, схід-захід, північний схід-південний захід, північний захід-південний схід. Ці чотири румбові лінії визначали вісім головних напрямків або «вітрів». Позначення основних географічних азимутів у вигляді зірки з кількістю променів 32, називають *компасною трояндою* або *трояндою румбів*. Берегову лінію на портолан-мапах малювали чорним кольором. Назви портів, помітних мисів і заливів писали під прямим кутом до берегової лінії на боці суходолу. Назви найбільш важливих міст і заливів виконували червоними чорнилами, решту назв – чорними. Межі між державами не відображались, але адміністративні центри відмічалися прапорами або гербами правителів. Портолан-мапи не мали якоїсь пріоритетної орієнтації, у них не було позначеного верху або низу, користувач повинен був обертати мапу, щоб читати назви географічних пунктів. Портолан-мапи були першими мапам, на яких був розміщений масштаб. Розмір мапи в середньому складав 65×100 см, а масштаб – в одній великій подільці (біля 1 см) – 50 верст.

Шкала масштабу звичайно розміщувалась вздовж полів мапи або в іншому, де вона не заважала використовувати мапу за призначенням. Шкала мала стандартну форму і для більшості портолан-мап складалась з прямокутних секцій-поділок по 50 верст, кожна з яких була розбита на п'ять частин по 10 верст. Нагадаємо, що велика поділка 50 верст в системі РУМБ відповідає центральному куту в одну ступінь ($1/9$ румба $= 1^\circ 15'$) і часу $1/9$ куранта $= 5$ хв., а мала поділка 10 верст – куту $1/45$ румба ($15'$) і часу $1/45$ куранта $= 1$ хв. Базові картушки портоланів (більш крупних розмірів) розташовувалися у вузлах мережі меридіанів і паралелей як на суходолі, так і на морі, тому координати цих вузлів були однозначно відомі. Рахувати портолани чисто морськими мапами нема підстав (рис. 5, 6).

Картушками нульового порядку були безпосередньо північний і південний географічні полюси, де б вони не знаходились (рис. 7). Від них по 32-м напрямкам проводились румбові лінії, що з'єднували полюси, які і були меридіанами.

На наведеній мапі Меркатора, яка которая рахується першою мапою північного полюсу, добре видно спроби реконструкції прадавньої румбової мапи і переводу її в градусну міру. На зовнішній шкалі нумерації румбів видно, що до номерів румбів просто приписували нолик, але 32 румбів не хватило для 360 градусів по 10° в подільці, тому одразу за подількою 290° ідуть поділки 340, 350 і 360° . В більш пізніх виданнях цей недолік усунутий, і замість 32

румбових поділок стали малювати 36 поділок по 10^0 . Однак, перевагою цієї мапи є збереження прадавнього нульового меридіану, який проходив на 5 румбів = $56,25^0$ західніше Гринвіча: з Гренландії по Атлантичному океану до Антарктиди, а 16-й (тепер 180-й) меридіан - через столицю Тартарії Ханбалік на Далекому сході, острови Тихого океану до Антарктиди.

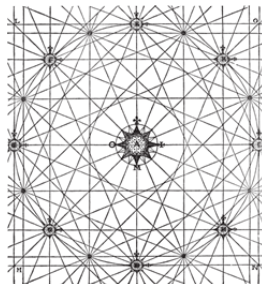


Рис. 5. Мапа-портлан Європи каталонського типу, 1583 р. і побудова мережі для прокладки курсу корабля на прикладі мапи 1532 р.

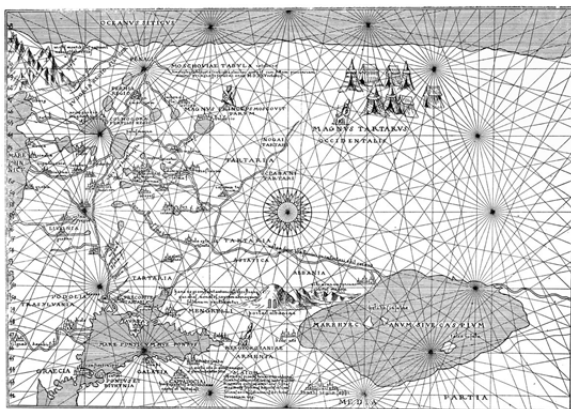


Рис. 6. Мапа Московії, 1525 рік



Рис. 7. Мапи північного полюса: Меркатора, 1567р. (а) і Урбано Монте 1598р.(б)

На реконструйованих мапах (рис. 8) нульовий меридіан перетинає Гренландію, Ісландію і проходить на 20^0 західніше гринвічського меридіану по західній кромці Африки до Антарктиди.

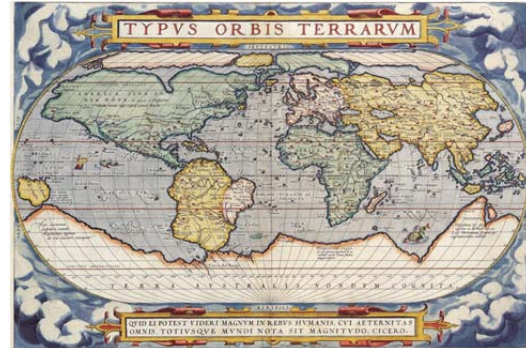


Рис. 8. Реконструйована мапа Меркатора і мапа світу Абрахама Ортелія в атласі 1584 р.

Меридіональні кола також поділялись на 32 частини через румб (по 16 у східній і західній півкулі). Румбові точки з'єднувались між собою, утворюючи паралелі. Восьма паралель від обох полюсів називалась екватором, який ділив земну кулю на північну і південну півкулі. Відстань між лініями паралелей і меридіанів в кутових одиницях складала 1 румб ($11,25^0$) або в одиницях довжини по екватору і меридіану 450 верст (1250 км). В перекладі на понятійну мову це значить: Земля повертається навколо своєї осі, а Сонце зміщується по небосхилу на кут $11,25^0$ (1

румб) за час 45 хвилин (1 курант), при цьому будь-який нерухомий об'єкт на Землі переміщується в просторі на відстань 1250 км (450 старих верст).

В залежності від кута нахилу земної осі до площини екліптики проводили полярні кола і тропіки. На вузлових точках

перетину паралелей з меридіанами встановлювались базові картушки, координати яких були однозначно відомі (рис. 9, 10). Від них проводились румбові лінії по 32 напрямках.



Рис. 9. Мапа Північного полюсу, складена по матеріалах подорожі Баренця, 1599 р.

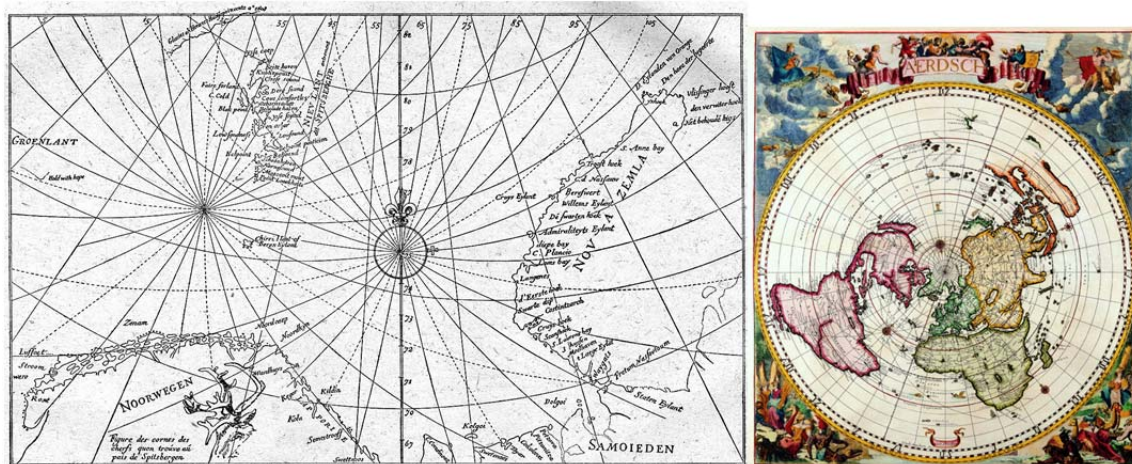


Рис. 10. Мапа Півночі, 1612 року і напрямок нульового меридіану

Крім того, на відстані від них кратній 50 верстам (1/9 румба), як правило від 100 до 300 верст, встановлювались проміжні картушки більш мілкого розміру, від яких також проводились румбові лінії. Односпрямовані лінії проміжних картушок створювали чотири додаткові рівнозначні прямокутні координатні мережі (рис. 4-6), якими можна користуватись незалежно від місця знаходження географічних і магнітних полюсів. Таким чином, картушки портоланів виконували своєрідну роль триангуляційних пунктів з відомими координатами, від яких,

вирішуючи пряму геодезичну задачу [19], знаходились координати будь-якої точки на поверхні Землі у заданому напрямку. Характерно, що за полярним колом румбові лінії викривлялись, замикаючись на полюс, що свідчить про те, що координатна система не була плоскою.

Що стосується мореплавства, то точність навігації (визначення кутів і відстаней) визначалась товщиною румбової лінії і розмірами точки олівця навігатора (штурмана). В системі РУМБ 1 точка = 0,176 мм, що в масштабі мапи-портолана не

перевищує 1 версту. Географічна дальність видимості предметів висотою 2 м при висоті ока спостерігача над рівнем моря 15 м, згідно [20], складає 10 верст, а дальність видимості полум'я – 15 верст, предмети висотою 70 м видні на відстані 25 верст, тому вказана точність навігації цілком задовольняла лоцманів и штурманів.

На разі при складанні навігаційних мап використовують проекцію Гауса-Крюгера, яка практично не відрізняється від проекції Меркатора, особливістю якої є те, що масштаб довжини в кожній точці зберігається по всіх напрямках, але змінюється при зміні координат. В зв'язку з цим співвідношення площин на Землі і на мапі не зберігається. Другою особливістю проекції Меркатора є те, що локсодромії (криві, що перетинають всі меридіани під одним і тим же кутом – спіралі, наближуються до полюсу, але ніколи його не досягають) відображаються на ній прямими лініями, що перетинають меридіани під одним і тим же кутом. Простори біля полюсів на мапах Меркатора не відображаються, і даються окремо в азимутальній проекції, як показано на рис.9.

Напрямок «Північ-Південь» на портоланах систематично відхилявся від географічного меридіану на кут від 4 до 12⁰, припускають, що цей напрямок відповідає магнітним меридіанам з характерним магнітним схиленням. Якщо порто лани усвідомлено будувались в певній картографічній проекції, це була похила проекція Меркатора з циліндричною віссю, орієнтованою вздовж земної магнітної осі. Додаткові мережі прямокутних координат дозволяли користуватись нею незалежно від місця знаходження полюсів. Тому проекцію Меркатора можна розглядати як спрощений варіант проекції мап-портоланів з однією прямокутною системою координат [21], що викликає необхідність регулярного їх поновлення.

Висновки.

Наші пращури до 1700 року користувались універсальною метричною базою РУМБ, володіли інформацією про поведінку полюсів, при їх інтенсивних зміщеннях, коли важко використовувати компас і враховувати магнітне схилення при орієнтації на місцевості, кілька століть ефективно використовували так звані мапи-

портолани. При їх використанні поверхня Землі розбивається паралелями і меридіанами на криволінійні румбові вічка і додатково чотирма системами прямокутних координат, що утворюються румбовими лініями. Вузли перетину румбових ліній створюють своєрідну мережу триангуляційних пунктів з відомими координатами, які дозволяють встановлювати координати будь-яких точок шляхом вирішення прямої геодезичної задачі. Відстань між двома точками при цьому визначається по дузі.

Список літератури

1. Шостьин Н.А. Очерки истории русской метрологии XI –XIX века. Москва: издательство стандартов, 1975. 272 с.
2. Богомолова Е.С., Брын М.Я., Веселкин П.А. История геодезии и земельных отношений. Учебн. пособие. Санкт-Петербург: ПГУПС, 2013. 124с.
3. Коргин Д.Н. Очерки истории развития чертежных инструментов. Труды Института истории естествознания и технологи. Москва: 1959. Т.25. С.270-310.
4. Кусов В.С. Измерение Земли: История геодезических инструментов. Москва: Дизайн. Информация. Картография, 2009. 254с.
5. Чернов А.Ю. Хроники изнаночного времени. Слово о полку Игореве. Санкт-Петербург: Вита Нова, 2006. 496с.
6. Мартынов А.С. Системы мер времени в древних странах ближнего востока. Наука и Техника, 2007. №6. С.12-17.
7. Архив_05/Славяно-Арийские Веды. Древние единицы измерений длины и времени.,Вселенная
©<https://mylove.ru/groups/vselennaya/arhiv-05-slavyano-ariyskie-vedi/>.
8. Белобров В.А. Система русских сажень: мифы и загадки. 58с.
<https://www.academia.edu/2163842>
9. Кумченко Я.А. Альтернативная резонаторная теория силовых взаимодействий в макром мире: устойчивость Вселенной и ее энергетика на примере Солнечной системы /Я.А. Кумченко //Сб. работ конф. «Теория та методика навчання математики, фізики, інформатики». Кривий Ріг, 2002. Т.2,- С.103-108.
10. Кумченко Я.А. Единая резонаторная природа силового взаимодействия в микро- и макром мире: Альтернативная теория. /Теория та методика навчання математики, фізики, інформатики: Збірник наукових праць: В 3-х томах. – Кривий Ріг: Видавничий відділ НацМетАУ, 2001. – Т. 2: Теория та методика навчання фізики.- С.162-176.
11. Фоменко И.К. Образ мира на старинных портоланах Причерноморья. Конец XIII- XVII в. Москва: Индрик, 2007. 408с.
12. Фоменко И.К. Наследие Золотой Орды в европейской картографии XV-XVIII в.в. Золотоордынское обозрение, 2013. №1. С.82-95.

13. Гордеев А.Ю. Карты-портоланы XIII-XVII ст.: особенности та роль у розвитку картографії. Київ: Видавництво географічної літератури «Обрії», 2011. 408с.

14. Гордеев А.Ю. Карты-портоланы: питання перспективи досліджень. Вісник геодезії і картографії, 2014. №4(91). С.23-27.

15. Шетников А.И. Портуланы – морские карты XIV-XVI в.в. Новосибирск: ООО Фарадей, 2015. С.24-34.

16. Нестерук І.А., Трофименко П.І., Трофименко Н.В. Портуланы: міфи та реальності. Житомирський національний агроекологічний університет, 2012. С.193-201.

17. Норденшельд А.Э. Плавание на “Вега”. Москва: Паулсен, 2014. 528с.

18. Фоменко А.Т. Античность – это средневековье. Санкт-Петербург: Издательский Дом «Нева», 2005. 768 с.

19. Попов В.Н., Чекалин С.И. Геодезия. Москва: Изд. «Горная книга», 2012. 722с.

20. Михайлов В.С., Кудрявцев В.Г., Давыдов В.С. Навигация и лоция. Киев: 2009. 230 с.

21. Галушко К. Украинские пределы. Украина и украинцы в европейской картографии от античности до XX века. Киев: НПУ им. Драгоманова, 2014. 143с.

References

1. Shostin N.A. Ocherki istorii russkoj metrologii III –VIII veka. Moskva: izdatelstvo standartov, 1975. 272 s.

2. Bogomolova E.S., Bryn M.Ya., Veselkin P.A. Istoriya geodezii i zemel'nyh otnoshenij. Uchebn.posobie. Sankt-Peterburg: PGUPS, 2013. 124s.

3. Korgin D.N. Ocherki istorii razvitiya cherteznyh instrumentov. Trudy Instituta istorii estestvoznaniya i tehnologii. Moskva: 1959. T.25. S.270-310.

4. Kusov V.S. Izmerenie Zemli: Istoriya geodezicheskikh instrumentov. Moskva: Dizajn. Informaciya. Kartografiya, 2009. 254s.

5. Chernov A.Yu. Hroniki iznachochnogo vremeni. Slovo o polku Igoreve. Sankt-Peterburg: Vita Nova, 2006. 496s.

6. Martynov A.S. Sistemy mer vremeni v drevnih stranah blizhnego vostoka. Nauka i Tehnika, 2007. №6. S.12-17.

7. Arhiv_05/Slavyano-Arijskie Vedy. Drevnie edinicy izmerenij dliny i vremeni.,Vselennaya (c)<https://mylove.ru/groups/vselennaya/arhiv-05-slavyano-arijskie-vedi/>.

8. Belobrov V.A. Sistema russkikh sazhenij: mify i zagadki. 58s. <https://www.academia.edu/2163842>

9. Kumchenko Ya.A. Alternativnaya rezonatornaya teoriya silovih vzaimodejstvij v makromire: ustojchivost Vselennoj i ee energetika na primere Solnechnoj sistemy /Ya.A. Kumchenko //Sb. rabot konf. «Teoriya ta metodika navchannya matematiki, fiziki, informatiki». Krivoj Rog, 2002. T.2,- S.103-108.

10. Kumchenko Ya.A. Edinaya rezonatornaya priroda silovogo vzaimodejstviya v mikro- i makromire: Alternativnaya teoriya. /Teoriya ta metodika navchannya matematiki, fiziki, informatiki: Zbirnik naukovih prac: V 3-h tomah. – Krivij Rig: Vidavnicij viddil NacMetAU, 2001. – T. 2: Teoriya ta metodika navchannya fiziki.- S.162-176.

11. Fomenko I.K. Obraz mira na starinnykh portolanaх Prichernomorya. Konec VIII- HVII v. Moskva: Indrik, 2007. 408s.

12. Fomenko I.K. Nasledie Zolotoj Ordy v evropejskoj kartografi HV-XVIII v.v. Zolotoordynskoe obozrenie, 2013. №1. S.82-95.

13. Gordyeyev A.Yu. Karti-portolani VIII-XVII st.: osoblivosti ta rol u rozvitku

kartografiyi. Kiyiv: Vidavnictvo geografichnoyi literaturi «Obrii», 2011. 408s.

14. Gordyeyev A.Yu. Karti-portolani: pitannya perspektivi doslidzhen. Visnik geodeziyi i kartografiyi, 2014. №4(91). S.23-27.

15. Shetnikov A.I. Portulany – morskije karty HIV-XVI v.v. Novosibirsk: ООО Фарадей, 2015. С.24-34.

16.Nesteruk I.A., Trofimenko P.I., Trofimenko N.V. Portolani: mifi ta realiyi. Zhitomirskij nacionalnij agroekologichnij universitet, 2012. S.193-201.

17. Nordensheld A.E. Plavanie na “Vege”. Moskva: Paulsen, 2014. 528s.

18. Fomenko A.T. Antichnost – eto srednevekovye. Sankt-Peterburg: Izdatelskij Dom «Neva», 2005. 768 s.

19. Popov V.N., Chekalin S.I. Geodeziya. Moskva: Izd. «Gornaya kniga», 2012. 722s.

20. Mihajlov V.S., Kudryavcev V.G., Davydov V.S. Navigaciya i lociya. Kiev: 2009. 230 s.

21. Galushko K. Ukrainskie predely. Ukraina i ukraincy v evropejskoj kartografi ot antichnosti do HH veka. Kiev: NPU im. Dragomanova, 2014. 143s.

Надійшла до редакції 01.09.2020

Рязанцев Микола Олександрович – доцент, кандидат технічних наук, доцент каф. геодезії та будівництва підземних споруд державного вищого навчального закладу «Донецький національний технічний університет», м. Покровськ, пл. Шибанкова, 2; 85300, Україна.

E-mail: mykola.riazantsev@ii.donntu.edu.ua

Носач Олександр Костянтинович - доцент, кандидат технічних наук, професор каф. розробки родовищ корисних копалин державного вищого навчального закладу «Донецький національний технічний університет», м. Покровськ, пл. Шибанкова, 2; 85300, Україна.

E-mail: oleksandr.nosach@ii.donntu.edu.ua

UNIVERSAL METRIC BASE (RUMB), UNITS OF ANGLE MEASUREMENT IN GEODESY AND CARTOGRAPHY

Objective. Study of ancient cartographic documents in order to clarify the principle of working with a portolan map based on the RUMB metric base.

Methodology. Analytical, graphic, mathematical, geodesic.

Scientific novelty. For the first time, a table of interrelation of units of measurement of time, angles and distances in the metric base of RUMB is shown. It was found that the so-called portolan maps were built on the basis of RUMB, and their projection is similar to the oblique Mercator projection with a cylindrical axis oriented along the earth's magnetic axis, with an additional network of rhomb rectangular coordinates, which allows the map to be used at any position of the poles. The Mercator projection is a simplified version of it with one coordinate system.

Practical implications. It is shown that dividing the clock face, equator and meridians of the Earth into the same number of parts allows determining the coordinates of points on the Earth's surface using any of the known parameters, which greatly simplifies the solution of geodetic and navigation problems.

Key words: units of measurement, metric base, degree, bearing, portolan map, rose card, projection, coordinate.

Ryazantsev Nikolai Aleksandrovich - Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department. geodesy and construction of underground structures State higher educational institution "Donetsk National Technical University", Pokrovsk, sq. Shibankova, 2; 85300, Ukraine.

E-mail: mykola.riazantsev@ii.donntu.edu.ua

Nosach Alexander Konstantinovich - associate professor, candidate of technical sciences, professor of the department development of mineral deposits State higher educational institution "Donetsk National Technical University", Pokrovsk, sq. Shibankova, 2; 85300, Ukraine.

E-mail: oleksandr.nosach@ii.donntu.edu.ua