



## ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНО ЗНАЧИМИХ УМІНЬ ПРИ ВИВЧЕННІ КУРСУ «СФЕРИЧНА ТРИГОНОМЕТРІЯ» У ВНЗ МОРСЬКОГО ПРОФІЛЮ

*Лисенко В.І.*

*Херсонська державна морська академія*

*У статті розкриті можливості цілеспрямованої підготовки курсантів і студентів до вивчення фахових дисциплін, зокрема навігації, морехідної астрономії та судноводіння. За допомогою спеціально складеної системи підготовчих завдань, курсанти не просто розв'язують сферичні трикутники, наприклад за двома сторонами та кутом між ними, а обчислюють висоту та азимут світла, яке спостерігається на заданій широті; початковий курс судна та шлях, пройдений по ортодромії та ін.*

*Ключові слова: локсодромія та ортодромія, азимут та початковий курс судна.*

**Постановка проблеми.** Застосування природничо-математичних знань практично у всіх сферах діяльності людини та високий темп розвитку суспільства ставить перед системою освіти завдання – сформуванню творчої особистості, бо саме вона готова до постійних змін у технологіях в будь-якій сфері діяльності.

Однією з характерних рис творчої особистості є вміння самостійно одержувати знання, застосовувати їх у нових і нестандартних ситуаціях та при розв'язуванні прикладних задач. Необхідною умовою для таких дій є:

- оволодіння набором способів діяльності по самостійному одержанню знань;
- засвоєння не тільки окремих змістовних ліній кожної з навчальних дисциплін, а системи знань, що сприяє підготовці до розв'язування задач, пов'язаних з майбутньою професійною діяльністю.

Як підтверджує практика, найбільш ефективно здійснюється формування прийомів евристичної діяльності за допомогою спеціально складеної системи завдань.

У ХДМА протягом останніх шести років курсанти денної і студенти заочної форм навчання вивчали спецрозділ вищої математики «Сферична тригонометрія». Весь час здійснювався пошук шляхів підвищення ефективності формування професійно значимих знань і умінь.

**Метою** нашого дослідження є виявлення і створення умов ефективного використання міжпредметних зв'язків для розвитку особистості майбутнього фахівця через професійну спрямованість у викладанні сферичної тригонометрії, навігації, судноводіння та морехідної астрономії.

**Досягнення поставленої мети вимагало розв'язання таких завдань:**

- проаналізувати, які поняття сферичної тригонометрії знаходять застосування у морехідній астрономії, навігації та судноводінні;
- встановити, які з них при вивченні спеціальних дисциплін зазнають розширення та уточнення;
- виявити, при розв'язанні яких задач у фахових дисциплінах використовується паралактичний трикутник;
- проаналізувати задачі на обчислення, які розв'язують при вивченні фахових дисциплін та встановити, які з них можна розв'язувати при вивченні сферичної тригонометрії.

В результаті проведених досліджень було встановлено перелік питань сферичної тригонометрії, при вивченні яких доцільно розв'язувати простіші задачі, пов'язані з професійною діяльністю (табл. 1).



Таблиця 1 – Перелік питань сферичної тригонометрії, при вивченні яких доцільно розв'язувати задачі, пов'язані з професійною діяльністю

№	Поняття сферичної тригонометрії	Їх застосування при вивченні фахових дисциплін
1	Найкоротша відстань між двома точками на сфері.	Поняття ортодромії та локсодромії у навігації та судноводінні.
2	Сферичний кут.	Істинний курс та істинний пеленг судна; початковий курс судна при русі по ортодромії; азимут світила та ін.
3	Географічні координати пункту (точки) на земній кулі.	Обчислення різниці широт та різниці довгот при розміщенні пунктів в одній та різних півкулях.
4	Паралактичний трикутник.	Обчислення довжини ортодромії та початкового курсу при плаванні по ортодромії і т.д.
5	Розв'язування сферичних трикутників.	Розрахунки довжини ортодромії та початкового курсу плавання по ортодромії; азимута та висоти світила та ін..

Розв'язування професійно-орієнтованих завдань при вивченні сферичної тригонометрії сприяє підвищенню мотивації навчання, викликає інтерес до розглядуваних питань, сприяє активізації пізнавальної діяльності курсантів та студентів

Щоб полегшити курсантам пошук необхідних формул для розв'язання сферичного трикутника, на заняттях зі спецкурсу їм пропонували такі довідкові матеріали: умови існування сферичних трикутників; основні типи задач на розв'язування сферичних трикутників (за трьома сторонами, трьома кутами, двома сторонами та кутом між ними); перетворення деяких співвідношень між сторонами та кутами сферичних трикутників тощо (табл. 2).

Таблиця 2 – Приклад розв'язання сферичних трикутників

Дано	Знайти	Формули для обчислення шуканих елементів
Дві сторони та кут між ними: а) $a, b, C$	Сторону $c$ , кути $A, B$ .	$\cos c = \cos a \cdot \cos b + \sin a \cdot \sin b \cdot \cos C.$ $(6): \operatorname{ctg} A \cdot \sin C = \operatorname{ctg} a \cdot \sin b - \cos b \cdot \cos C,$ $\operatorname{ctg} A = \frac{\operatorname{ctg} a \cdot \sin b - \cos b \cdot \cos C}{\sin C}.$ $\operatorname{ctg} B \cdot \sin C = \operatorname{ctg} b \cdot \sin a - \cos a \cdot \cos C,$ $\operatorname{ctg} B = \frac{\operatorname{ctg} b \cdot \sin a - \cos a \cdot \cos C}{\sin C}.$
б) $b, c, A$	Сторону $a$ , кути $B, C$ .	$(2): \cos a = \cos b \cdot \cos c + \sin b \cdot \sin c \cdot \cos A.$ $(6): \operatorname{ctg} B \cdot \sin A = \operatorname{ctg} b \cdot \sin c - \cos c \cdot \cos A,$ $\operatorname{ctg} B = \frac{\operatorname{ctg} b \cdot \sin c - \cos c \cdot \cos A}{\sin A}.$ $\operatorname{ctg} C \cdot \sin A = \operatorname{ctg} c \cdot \sin b - \cos b \cdot \cos A,$ $\operatorname{ctg} C = \frac{\operatorname{ctg} c \cdot \sin b - \cos b \cdot \cos A}{\sin A}.$
в) $a, c, B$ .	Сторону $b$ , кути $A, C$ .	$(2): \cos b = \cos a \cdot \cos c + \sin a \cdot \sin c \cdot \cos B.$ $(6): \operatorname{ctg} A \cdot \sin B = \operatorname{ctg} a \cdot \sin c - \cos c \cdot \cos B,$ $\operatorname{ctg} A = \frac{\operatorname{ctg} a \cdot \sin c - \cos c \cdot \cos B}{\sin B}.$ $\operatorname{ctg} C \cdot \sin B = \operatorname{ctg} c \cdot \sin a - \cos a \cdot \cos B,$ $\operatorname{ctg} C = \frac{\operatorname{ctg} c \cdot \sin a - \cos a \cdot \cos B}{\sin B}.$



На заключному етапі вивчення теми «Розв’язування сферичних трикутників» користувались складеними програмами, що дозволило курсантам за короткий проміжок часу розв’язати задачі різних типів.

Використання на заняттях мультимедійних засобів дозволяє знайомити курсантів з наочним поданням таких понять, як ортодромія, локсодромія, істинний курс та істинний пеленг судна та ін. (рис. 1-3).

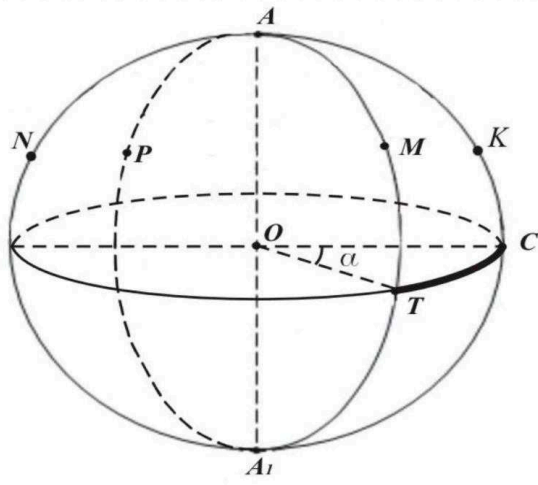


Рисунок 1 – Відстань між двома точками на сфері

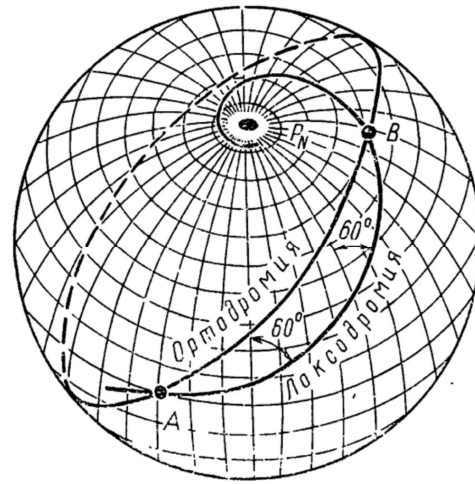


Рисунок 2 – Ортодромія та локсодромія

При введенні поняття дуги великого та малого кіл, ми давали визначення ортодромії та локсодромії.

Якщо судно при плаванні між двома пунктами йде постійним курсом, то воно перетинає всі меридіани під одним і тим самим кутом. Лінію, яка перетинає всі меридіани під одним і тим самим кутом, називають локсодромією. Локсодромія не є найкоротшим шляхом між двома пунктами.

Найкоротшою відстанню між вибраними точками є дуга великого кола, що з’єднує ці точки і менша  $180^\circ$ . Її називають ортодромією. Ортодромія перетинає всі меридіани під різними кутами (рис. 2).

При введенні поняття сферичного кута в курсі сферичної тригонометрії, ми знайомили курсантів з поняттями істинного курсу судна та істинного пеленга.

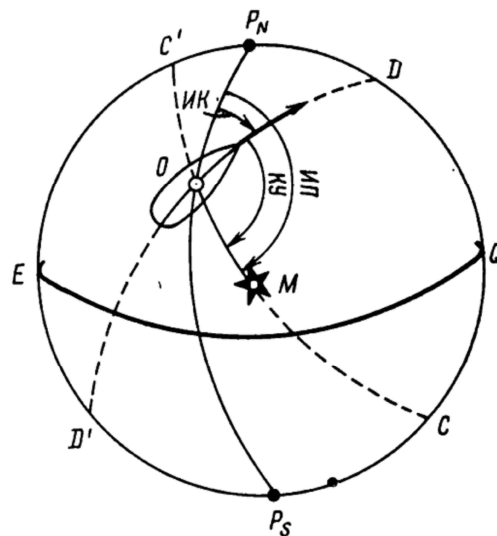


Рисунок 3 – Істинний курс та істинний пеленг



У навігації постійно доводиться визначати напрям руху судна, а також напрям на видимі з судна орієнтири. Напрямок руху судна визначається двограним кутом між північною частиною істинного меридіана  $P_N P_S$  і діаметральною площиною судна  $DD'$ . Площину, яка проходить через вісь Землі і місце спостерігача (судна), називають площиною істинного меридіана (рис. 3).

Наведення такої інформації, дозволяє обговорювати з курсантами питання типу:

- 1) при якому значенні істинного курсу судно рухається по паралелі? (по меридіану?);
- 2) чи є такі курси руху судна, на яких рух по локсодромії співпадає з рухом по ортодромії?

Розв'язування сферичних трикутників в курсі сферичної тригонометрії не самоціль. Головне завдання – навчити застосовувати сферичні трикутники до розв'язування прикладних задач. Тому, після вивчення теми «Географічні координати пункту на Земній кулі» доцільно пропонувати наступні професійноорієнтовані завдання:

1. В задачах 1-3 (табл. 3) за географічними координатами пункту відправлення судна  $A(\varphi_1, \lambda_1)$  та пункту прибуття  $B(\varphi_2, \lambda_2)$ , визначити довжину ортодромії  $D_0$  та початковий курс руху по ортодромії  $K_n$  (рис. 4).

Таблиця 3 – Прикладні задачі до вивчення теми «Географічні координати пункту на Земній кулі»

№	$\varphi_1$	$\lambda_1$	$\varphi_2$	$\lambda_2$
1	$32^{\circ}20'N$	$20^{\circ}15'W$	$70^{\circ}05'N$	$50^{\circ}32'E$
2	$20^{\circ}34'N$	$30^{\circ}21'E$	$56^{\circ}16'N$	$81^{\circ}32'E$
3	$57^{\circ}19'N$	$32^{\circ}50'W$	$24^{\circ}18'N$	$60^{\circ}19'E$

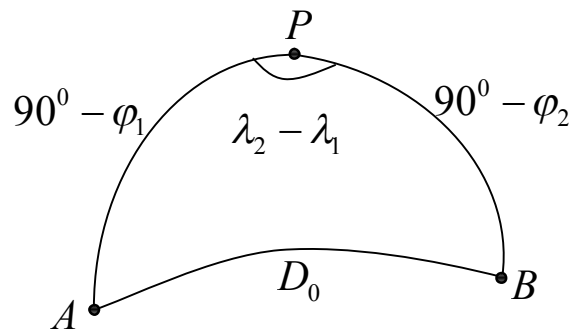


Рисунок 4 – Задача за географічними координатами пункту відправлення судна

*Примітка.* При обчисленні початкового курсу плавання по ортодромії доцільно формулу  $ctgK_n = tg\varphi_2 \cdot \cos\varphi_1 \cdot \operatorname{cosec}(\lambda_2 - \lambda_1) - \sin\varphi_1 \cdot ctg(\lambda_2 - \lambda_1)$  перетворити до виду

$$tgK_n = \frac{\sin(\lambda_2 - \lambda_1)}{tg\varphi_2 \cdot \cos\varphi_1 - \sin\varphi_1 \cdot \cos(\lambda_2 - \lambda_1)} \quad (1)$$

2. Якщо при обчисленні початкового курсу плавання виявиться, що  $tgK_n < 0$ , то до одержаного значення  $K_n$  слід додати  $360^{\circ}$ . Так отримане значення і буде шуканим  $K_n$ .

Після розгляду в курсі сферичної тригонометрії теми «Визначення положення світила на небесній сфері у системі горизонту та у першій екваторіальній системі», доцільно запропонувати систему завдань наступного типу:

В задачах 4-7 (табл. 4) розв'язати паралактичний трикутник (рис. 5), знайти висоту  $h$  та азимут  $A$  світила, знаючи екваторіальні координати світила та географічні координати спостерігача.



Таблиця 4 – Прикладні задачі до вивчення теми «Географічні координати пункту на Земній кулі»

№	$\varphi$	$\delta$	$t$
4	$55^{\circ}40'N$	$58^{\circ}06'N$	$100^{\circ}20'W$
5	$43^{\circ}22'N$	$13^{\circ}15'N$	$68^{\circ}14'E$
6	$25^{\circ}24'N$	$16^{\circ}35'N$	$21^{\circ}46'W$
7	$71^{\circ}25'N$	$15^{\circ}54'N$	$16^{\circ}35'E$

Аналогічно, при обчисленні азимута світила, доцільно формулу  $ctg A = tg \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos ec t - \sin \varphi \cdot ctg t$  перетворити до виду

$$tg A = \frac{\sin t}{tg \delta \cdot \cos \varphi - \sin \varphi \cdot \cos t} \quad (2)$$

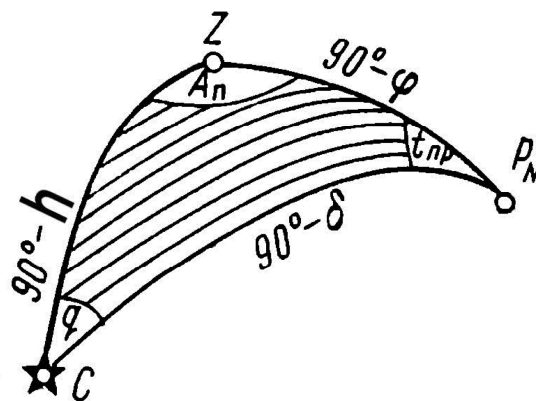


Рисунок 5 – Задача з визначення положення світила на небесній сфері у системі горизонту та у першій екваторіальній системі

*Примітка.* Якщо при обчисленні азимута світила виявиться, що  $tg A < 0$ , то до одержаного результату слід додати  $180^{\circ}$ . Отриманий так результат і буде значенням азимуту при півкруговому рахунку.

#### Висновки та пропозиції:

1. Розв'язування професійно-орієнтованих завдань при вивченні сферичної тригонометрії сприяє підвищенню мотивації навчання, викликає інтерес до розглядуваних питань, сприяє активізації пізнавальної діяльності курсантів та студентів.

2. Врахування характеру міжпредметних зв'язків (випереджувальне вивчення, паралельне чи вивчення фахових дисциплін здійснюється пізніше), та використання мультимедійних засобів, сприятиме засвоєнню не тільки окремих змістовних ліній кожної з навчальних дисциплін, а системи знань.

3. Оволодіння курсантом (студентом) системою знань забезпечує його підготовку до розв'язування задач, пов'язаних з майбутньою професійною діяльністю.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Титов Р. Ю., Файн Г. И. Мореходная астрономия : учебник для мореходных училищ. – М. : Транспорт, 1984. – 252 с.
2. Ляльков Э. П., Васин А. Г. Навигация : учебник для средних уч. завед. мор. трансп. – М. : Транспорт, 1981. – 349 с.
3. Сокол И. В., Пятаков Э. Н. Основы мореходной астрономии. – Херсон : ОЛДИ, 2006. – 208 с.



4. Лисенко В. І. Методичні рекомендації до самостійної та індивідуальної роботи курсантів та студентів зі спецрозділу вищої математики «Сферична тригонометрія». – Херсон : Видавництво ХДМА, 2012. – 62 с.

**Лысенко В.И.** ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНО ЗНАЧИМЫХ УМЕНИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ КУРСА «СФЕРИЧЕСКОЙ ТРИГОНОМЕТРИИ» В ВУЗАХ МОРСКОГО ПРОФИЛЯ

*В статье раскрыты возможности целенаправленной подготовки курсантов (студентов) к изучению профессиональных дисциплин, в частности навигации, судовождения и мореходной астрономии. С помощью специально составленной системы подготовительных заданий, курсанты не просто решают сферические треугольники, например по двум сторонам и углу между ними, а находят высоту и азимут светила, наблюдаемого в указанных широтах, вычисляют начальный курс судна и пройденное расстояние по ортодромии и др.*

*Ключевые слова: локсодромия, ортодромия, азимут, начальный курс судна.*

**Lysenko V.I.** FORMATION OF PROFESSIONAL SIGNIFICANT SKILLS WHEN STUDYING THE COURSE «SPHERICAL TRIGONOMETRY» AT MARITIME EDUCATIONAL INSTITUTIONS

*The article describes the opportunities of object-oriented preparing cadets and students for studying professional disciplines including navigation and nautical astronomy. With the help of specifically prepared training system cadets don't only solve spherical triangles by two legs and angle between them, but learn how to estimate the altitude and azimuth of the star spied in defined latitudes, initial course and the distance logged on orthodromic route etc.*

*Keywords: loksodromiya, great circle route, azimuth, initial course of the vessel.*