

**Сагиян Валерий Робертович**

аспирант

ФГБОУ ВО «Армавирский государственный  
педагогический университет»

г. Армавир, Краснодарский край

**Смыковская Татьяна Константиновна**

д-р пед. наук, профессор, заведующий кафедрой

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный  
социально-педагогический университет»

г. Волгоград, Волгоградская область

DOI 10.31483/r-116175

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ ЗАНЯТИЙ ПО ТРИГОНОМЕТРИИ ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ СРЕДНЕГО ЗВЕНА НАВИГАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ СУДНОМ**

***Аннотация:** в статье поднимается проблема организации занятий по тригонометрии для специалистов среднего звена навигационного управления судном без отрыва от профессиональной деятельности. Рассмотрен содержательный компонент занятий по тригонометрии, обеспечивающих систематизацию знаний, необходимых для решения основной задачи судовождения.*

***Ключевые слова:** систематизация знаний, тригонометрия, математическая основа, навигация, навигационное управление, методика обучения в пост-дипломный период, система занятий.*

Главной задачей судовождения является безаварийное и оптимальное проведение судна между намеченными точками определенной акватории. Для решения данной задачи с учетом безопасности плавания судов необходимо выполнять: 1) прокладку курса (выбор наиболее безопасного и оптимального по времени пути движения судна); 2) осуществлять постоянный контроль местонахождения судна (отслеживание движения судна по выбранному маршруту, т.е. по соответствующему курсу); 3) вести наблюдение за погодой и прогнози-

ровать ее изменение по курсу судна; 4) отслеживать состояние пути (в том числе глубину фарватера, обстановочные знаки, различные препятствия: встречные суда, льды и т. д.); 5) поддерживать постоянную связь с внешним миром и другими судами.

Анализ указанных действий показал, что их математическую основу составляет тригонометрия. В связи с этим актуализируется проблема систематизации знаний по тригонометрии у специалистов среднего звена навигационного управления судном в условиях их профессиональной деятельности.

Приведем *пример системы занятий по тригонометрии для специалистов среднего звена навигационного управления судном* без отрыва от профессиональной деятельности: тема, основное содержание.

#### *Занятие 1. Тригонометрия в навигации.*

Навигация – это наука, предполагающая изучение и создание наиболее удобных и полезных способов построения маршрута из одной точки в другую, его оценка и выбор из предложенных варианта, соответствующего заданным требованиям, определяемым трудностями, преградами мореплавания, вопросами по курсу движения. Навигационные измерительные инструменты: секстант: назначение, устройство, измерение угла между двумя направлениями. Секстант используется для определения высоты Солнца и других космических объектов над горизонтом с целью определения географических координат точки, в которой производится измерение. Например, измерив высоту Солнца в астрономический полдень и зная дату измерения, можно вычислить широту места расположения прибора. Зная высоту маяка (с карты), измерив угол между направлениями на основание маяка и на его верхнюю часть, а также выполнив расчеты с использованием тригонометрических значений угла, можно узнать дистанцию до данного маяка.

Компас, виды компасов. Обыкновенный магнитный компас (компас Адриана), Принцип работы (намагниченная стрелка поворачивается в магнитном поле Земли). Разновидности компаса Андрианова: артиллерийский компас, горный компас, морской компас в кардановом подвесе. Судовой магнитный

компас, проблемы искажения показаний. Астрокомпас на арктических судах: навигационный прибор, указывающий направление географического меридиана путем ориентации по небесным светилам, принцип работы, использование тригонометрии. Индукционный (электромагнитный) компас. Гирокомпас, что общего у гирокомпаса и детской юлы. Радиокompас: устройство, принцип работы, устройство.

*Занятие 2. Треугольник скоростей. Расчет путевой скорости самолета [3].*

Для наиболее точного и безопасного ведения самолета пилоты с помощью тригонометрии могут рассчитывать ветряные погрешности. Математическая основа – треугольник скоростей (рис. 1): вектор воздушной скорости (V), вектор ветра (W), вектор путевой скорости (Vп), где ПУ – путевой угол, УВ – угол ветра, КУВ – курсовой угол ветра. Формула:  $V_{п} = V \cos(\gamma) + W \cos(\beta)$

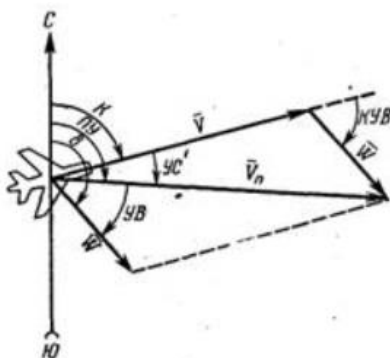


Рис. 1. Расчет путевой скорости самолета

Занятие 3. Нахождение значений синуса и косинуса, тангенса и котангенса по таблице Брадиса [1].

Приведем пример задания (рис. 2) для практической работы.

|                                        |  |                                        |  |
|----------------------------------------|--|----------------------------------------|--|
| $\sin 7^\circ = ?$                     |  | $\sin 71^\circ = ?$                    |  |
| $\sin 48^\circ 36' = ?$                |  | $\sin 64^\circ 24' = ?$                |  |
| $\sin 59^\circ 20' = ?$                |  | $\sin 33^\circ 14' = ?$                |  |
| $\sin 65^\circ 29' = ?$                |  | $\sin 38^\circ 17' = ?$                |  |
| $\cos 4^\circ 36' = ?$                 |  | $\cos 47^\circ 36' = ?$                |  |
| $\cos 40^\circ 21' = ?$                |  | $\cos 32^\circ 21' = ?$                |  |
| $\sin \alpha = 0,5864$<br>$\alpha = ?$ |  | $\sin \alpha = 0,7627$<br>$\alpha = ?$ |  |
| $\cos \alpha = 0,9198$<br>$\alpha = ?$ |  | $\cos \alpha = 0,7638$<br>$\alpha = ?$ |  |
| $\sin \alpha = 0,1653$<br>$\alpha = ?$ |  | $\sin \alpha = 0,9349$<br>$\alpha = ?$ |  |
| $\cos \alpha = 0,4112$<br>$\alpha = ?$ |  | $\cos \alpha = 0,1705$<br>$\alpha = ?$ |  |

Рис. 2. Расчет путевой скорости самолета

При выполнении задания используется инструкция (рис. 3).

**1. Выбираем нужную таблицу**

**2. Определяемся с углом. Если нужно, то переводим в градусы по формуле  $\alpha_{\text{град}} = \alpha_{\text{рад}} \cdot 180^\circ / \pi$ .**

**3. Находим нужное значение для угла в таблице**

Не забудьте добавить "0," перед значением

| sin | 0'     | 6'     | 12'    | 18'    | 24'    | 30'    | 36'    | 42'    | 48'    | 54'    | 60'    | 1'     | 2'     | 3'     |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 15° | 0.2588 | 2605   | 2622   | 2639   | 2656   | 2672   | 2689   | 2706   | 2723   | 2740   | 2756   | 2773   | 2790   | 2807   |
| 16° | 2756   | 2773   | 2790   | 2807   | 2823   | 2840   | 2857   | 2874   | 2890   | 2907   | 2924   | 2940   | 2957   | 2974   |
| 17° | 2924   | 2940   | 2957   | 2974   | 2990   | 3007   | 3024   | 3040   | 3057   | 3074   | 3090   | 3107   | 3123   | 3140   |
| 18° | 3090   | 3107   | 3123   | 3140   | 3156   | 3173   | 3190   | 3206   | 3223   | 3239   | 3256   | 3272   | 3289   | 3305   |
| 19° | 3256   | 3272   | 3289   | 3305   | 3322   | 3338   | 3355   | 3371   | 3387   | 3404   | 0.3420 | 0.3437 | 0.3453 | 0.3469 |
| 20° | 0.3420 | 0.3437 | 0.3453 | 0.3469 | 0.3486 | 0.3502 | 0.3518 | 0.3535 | 0.3551 | 0.3567 | 0.3584 | 0.3600 | 0.3616 | 0.3633 |
| 21° | 3584   | 3600   | 3616   | 3633   | 3649   | 3665   | 3681   | 3697   | 3714   | 3730   | 3746   | 3762   | 3778   | 3795   |
| 22° | 3746   | 3762   | 3778   | 3795   | 3811   | 3827   | 3843   | 3859   | 3875   | 3891   | 3907   | 3923   | 3939   | 3955   |
| 23° | 3097   | 3923   | 3939   | 3955   | 3971   | 3987   | 4003   | 4019   | 4035   | 4051   | 4067   | 4083   | 4099   | 4115   |
| 24° | 4067   | 4083   | 4099   | 4115   | 4131   | 4147   | 4163   | 4179   | 4195   | 4210   | 0.4226 | 0.4242 | 0.4258 | 0.4274 |
| 25° | 0.4226 | 0.4242 | 0.4258 | 0.4274 | 0.4289 | 0.4305 | 0.4321 | 0.4337 | 0.4352 | 0.4368 | 0.4384 | 0.4399 | 0.4415 | 0.4431 |
| 26° | 4384   | 4399   | 4415   | 4431   | 4446   | 4462   | 4478   | 4493   | 4509   | 4524   | 4540   | 4555   | 4571   | 4586   |
| 27° | 4540   | 4555   | 4571   | 4586   | 4602   | 4617   | 4633   | 4648   | 4664   | 4679   | 4695   | 4710   | 4726   | 4741   |
| 28° | 4695   | 4710   | 4726   | 4741   | 4756   | 4772   | 4787   | 4802   | 4818   | 4833   | 4848   | 4863   | 4879   | 4894   |
| 29° | 4848   | 4863   | 4879   | 4894   | 4909   | 4924   | 4939   | 4955   | 4970   | 4985   | 0.5000 | 0.5015 | 0.5030 | 0.5045 |
| 30° | 50     | 14     | 28     | 42     | 56     | 70     | 84     | 98     | 112    | 126    | 140    | 154    | 168    | 182    |

**4. Если количество минут лежит между интервалами в таблице, то нужно взять поправку, пользуясь табличкой справа. К примеру, если угол  $27^\circ 20'$ , то к 4586 нужно прибавить 5. Итого 0.4591**

Рис. 3. Инструкция

**Занятие 4.** Приборы, в которых используются физические явления на основе тригонометрических функций [3].

Эхолот [6], принцип работы эхолота (рис. 4), частоты на которых работает ЭХОЛОТ.

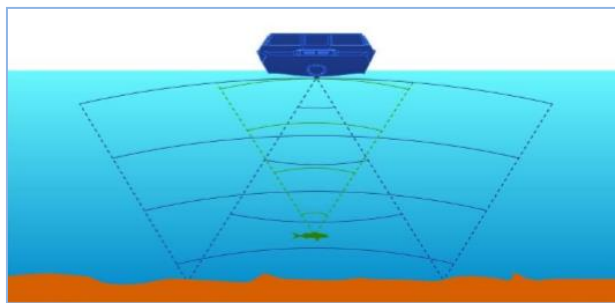


Рис. 4. Принцип работы эхолота

Ультразвуковой дальномер [4]. Принцип приема и передачи ультразвуковой энергии. Принцип работы ультразвукового дальномера (рис. 5).

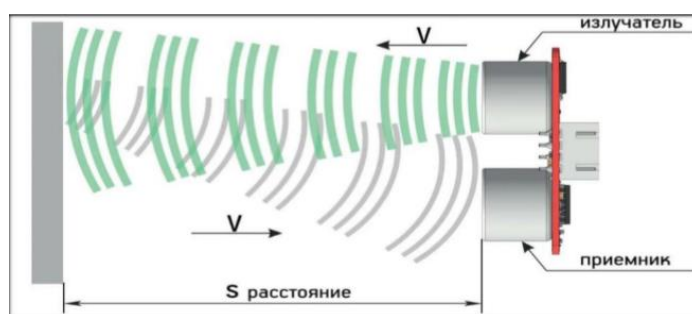


Рис. 5. Принцип работы ультразвукового дальномера

Сейсмограф, принцип работы [7], схема строения (рис. 6).

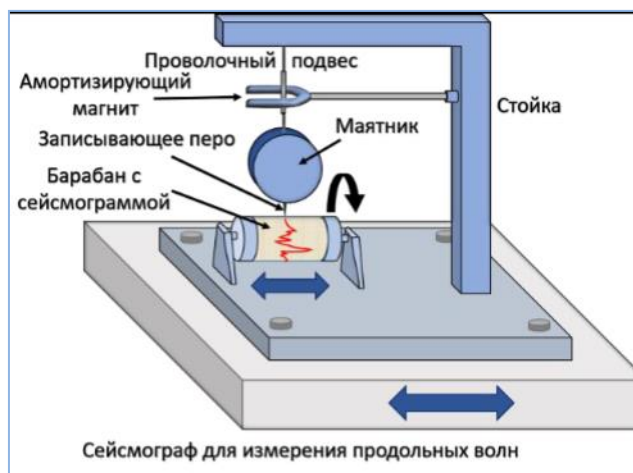


Рис. 6. Схема строения сейсмографа

*Занятие 5.* Графики тригонометрических функций, преобразование графиков тригонометрических функций.

Предлагаются функции и необходимо построить их графики [5].

Например, а) построить график функции  $y = \sin\left(x + \frac{\pi}{3}\right)$  (рис. 7),

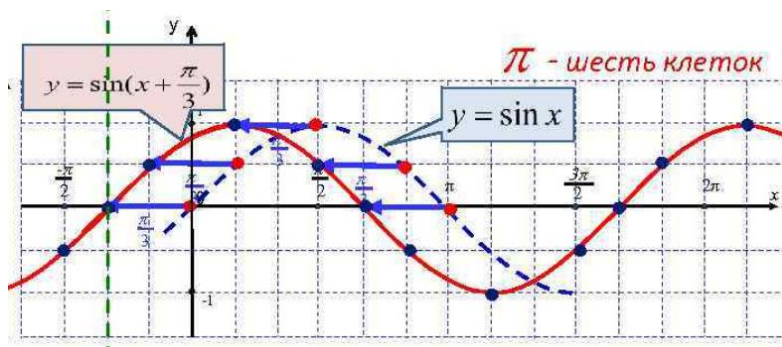


Рис. 7. График функции  $y = \sin\left(x + \frac{\pi}{3}\right)$

б) построить график функции  $y = \cos x - \frac{1}{2}$  (рис. 8),

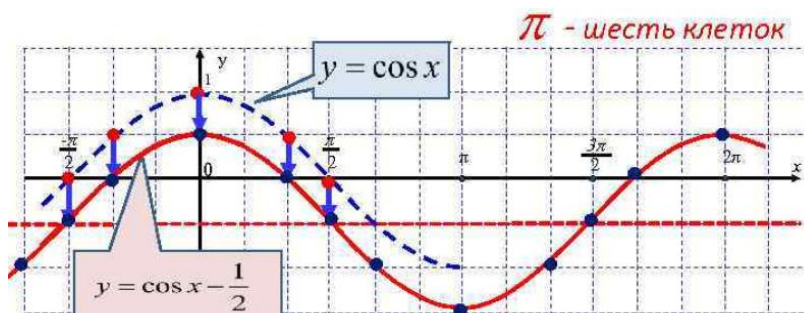


Рис. 8. График функции  $y = \cos x - \frac{1}{2}$

в) построить графики функций  $y = 3\sin x$  и  $y = \frac{1}{2}\sin x$  (рис. 9).

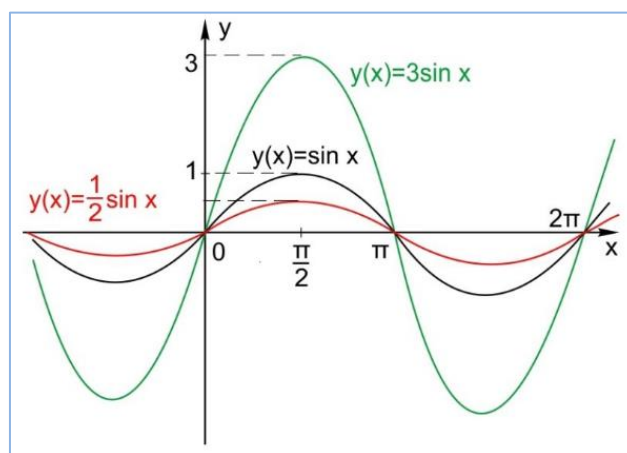


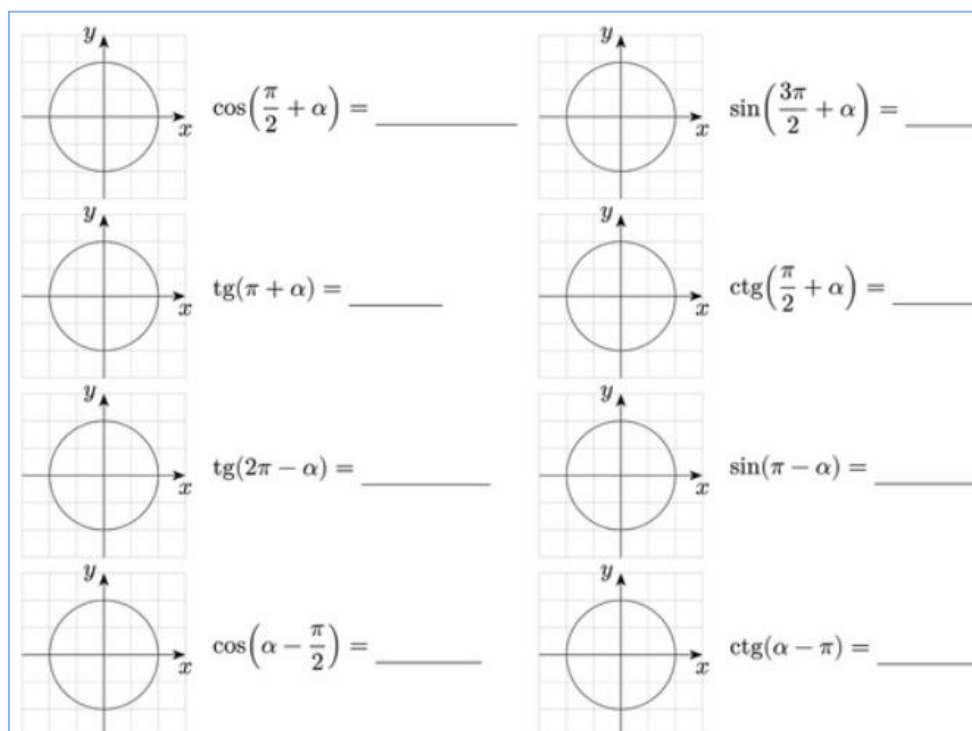
Рис. 9. Графики функций  $y = 3\sin x$  и  $y = \frac{1}{2}\sin x$

Предлагается построить графики тригонометрических функций, используя преобразование графиков. Ниже приведена карточка с заданием:

- 1)  $y = \cos\left(x + \frac{\pi}{2}\right)$       2)  $y = \operatorname{tg}\left(x + \frac{\pi}{6}\right)$       3)  $y = 2\sin x$   
 4)  $y = \cos x - 2$       5)  $y = \sin\left(x - \frac{2\pi}{3}\right) - 1$

Занятие 6. Формулы приведения [1].

Задание: упростите выражения, используя формулы приведения:



Занятие 7. Введение в сферическую тригонометрию

Понятие о сферическом треугольнике (рис. 10). Измерение углов и сторон сферического треугольника [2]. Соотношения между сторонами и углами сферического треугольника.

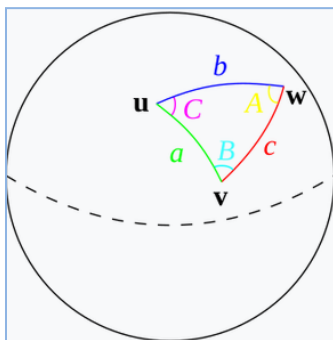


Рис. 10. Сферический треугольник

Основные формулы сферической тригонометрии. Формулы косинуса стороны. Формулы синусов. Формулы косинуса угла. Формулы для решения прямоугольных сферических треугольников (где  $C$  – прямой угол):

$$\begin{aligned}\operatorname{tg} b &= \operatorname{tg} c \cos A, \\ \operatorname{tg} a &= \sin b \operatorname{tg} A, \\ \sin a &= \sin c \sin A, \\ \cos c &= \operatorname{ctg} A \operatorname{ctg} B, \\ \cos A &= \cos a \sin B.\end{aligned}$$

В статье представлен фрагмент системы занятий. Однако в данном фрагменте продемонстрирован отбор содержания в соответствии с профессиональным контекстом (навигация, судовождение) обучающихся, а также предметные задания.

### ***Список литературы***

1. Гельфанд И.М. Тригонометрия / И.М. Гельфанд, С.М. Львовский, А.Л. Тоом. – М.: МЦНМО, 2022. – 199 с.
2. Матвиевская Г.П. Становление плоской и сферической тригонометрии: из истории математических идей / Г.П. Матвиевская. – М.: Ленанд, 2017. – 72 с.
3. Мякишев Г.Я. Физика. 11 класс: учебник для общеобразоват. организаций: базовый и углубл. уровни / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, В.М. Чаругин; под ред. Н.А. Парфентьевой. – М.: Просвещение, 2019. – 432 с.
4. Как работает ультразвуковой дальномер [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://robotosha.ru/electronics/how-works-ultrasound-meter.html> (дата обращения 21.01.2025).
5. Опять синусы. Теперь на алгебре [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dzen.ru/a/XsMBZqjZSHiRLr2v> (дата обращения 21.01.2025).
6. Устройство и основные принципы работы эхолота [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ivan-susanin.ru/reviews/ustroystvo\\_i\\_osnovnye\\_printipy\\_raboty\\_ekholota?ysclid=lfvewxexg9269332121](https://ivan-susanin.ru/reviews/ustroystvo_i_osnovnye_printipy_raboty_ekholota?ysclid=lfvewxexg9269332121) (дата обращения 21.01.2025).

7. Что такое сейсмограф, описание и принцип действия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fb.ru/article/432704/что-такое-seismograf-opisanie-i-printsip-deystviya?ysclid=ldxc4suf04877039685> (дата обращения 21.01.2025).