

РЕАЛІЗАЦІЯ МІЖПРЕДМЕТНИХ ЗВ'ЯЗКІВ МІЖ ПРИРОДНИЧОЮ ТА ПРОФЕСІЙНОЮ ПІДГОТОВКОЮ МАЙБУТНІХ СУДНОВОДІЇВ У ВНЗ МОРСЬКОГО ПРОФІЛЮ

У статті розглянуто елементарну теорію гіроскопа та зміст її подання у дисциплінах "Фізика", "Теоретична механіка", "Електронавігаційні прилади". Визначено елементи знань з дисципліни "Електронавігаційні прилади", які необхідні для пояснення перетворення гіроскопа у гірокомпас. Представлено задачі, необхідні для засвоєння правил знаходження напрямів кутових кінематичних та динамічних величин, що характеризують рух та основні властивості гіроскопа. Розроблено поетапну методику переходу від задачі на знаходження напрямку кутових кінематичних та динамічних величин гіроскопа до розрахункових задач з обов'язковими малюнками до них. Розкрито природу спрямовуючого моменту гірокомпасу. Підготовлено основу для переходу до точної теорії гіроскопу на практичних заняттях з фізики та у подальшій спеціальній дисципліні "Електронавігаційні прилади".

Ключові слова: професійна підготовка судноводіїв, вищі морські навчальні заклади, міжпредметні зв'язки, фізика, теоретична механіка, електронавігаційні прилади, гіроскоп, гіроскопічний ефект, прецесія гіроскопу.

Нормативними морськими документами [3, 9] регламентовано необхідність оволодіння курсантами знаннями та уміннями, які відповідають їх кваліфікації на рівні предметних і професійних компетентностей. У контексті зазначеного підготовка конкурентоспроможних компетентних випускників є завданням викладачів природничо-наукових і спеціальних дисциплін вищих морських навчальних закладів (ВМНЗ).

Визначення понять "компетентність", "компетентнісний підхід" представлено у методичних рекомендаціях з розроблення складових галузевих стандартів вищої морської освіти [12] і знайшло відображення у вимогах до підготовки майбутніх фахівців морського транспорту.

Одним із дієвих засобів реалізації компетентнісного підходу у навчанні майбутніх судноводіїв є міжпредметні зв'язки (МПЗ) між природничими та спеціальними дисциплінами. Їх можливості як засобу підвищення ефективності навчання майбутніх судноводіїв досліджувались нами і оприлюднені у публікаціях [5, 6, 7], де викладені питання про види МПЗ, рівні їх реалізації, особливості здійснення у процесі навчання фізики. Проте, незважаючи на наявність значної кількості статей з проблеми МПЗ, взаємозв'язок між дисциплінами науково-природничого і спеціального циклів у вищих морських навчальних закладах є малодослідженим, тому **метою нашої статті** було обрано реалізацію вищезазначених зв'язків між дисциплінами "Фізика", "Теоретична механіка", "Електронавігаційні прилади" при засвоєнні розділу "Динаміка обертального руху твердого тіла. Гіроскоп". Доцільність підвищення якості його засвоєння пов'язаний з формуванням спеціалізованих професійних компетентностей: КСП-21 – планування рейсу та судноводіння; КСП-22 – Визначення місцезнаходження судна та точність результатів визначення місцезнаходження різними способами.

Реалізація мети передбачала виконання наступних завдань:

- з'ясування місця зазначених дисциплін в навчальному плані;
- аналіз змісту теоретичного матеріалу з теми "Динаміка обертального руху твердого тіла. Гіроскоп", що викладається в дисциплінах "Фізика", "Теоретична механіка", "Електронавігаційні прилади", та визначення розбіжностей у тлумаченнях основних понять теорії гіроскопів;
- реалізація МПЗ фізики загально технічними та професійними дисциплінами у процесі вивчення теми "Динаміка обертального руху твердого тіла. Гіроскоп" в курсі фізики.

Результати розв'язання першого завдання представлені у табл. 1, де наведено перелік дисциплін змістом яких передбачене вивчення питань, пов'язаних з теорією гіроскопів; назва розділів, у межах яких передбачене їх вивчення, та семестр, протягом якого курсанти їх опановують.

Вирішуючи 2-ге завдання, ми намагались з'ясувати відмінності між трактуванням понять: кутова швидкість власного обертання, прецесії, момент інерції, момент сили, кінетичний момент гіроскопа у фізиці, теоретичній механіці та спеціальній дисципліні "Електронавігаційні прилади". Результати дослідження наведені у таблиці 2.

Таблиця 1

Хронологія вивчення дисциплін

Дисципліни	Назва розділу, час вивчення
Фізика	"Динаміка обертального руху твердого тіла. Гіроскоп". 1 курс, 1 семестр
Теоретична механіка	Розділ "Динаміка". 2 курс, 3 семестр
Електронавігаційні прилади	"Гірокомпаси із коректованим чутливим елементом". 3 курс, 6 семестр

Таблиця 2

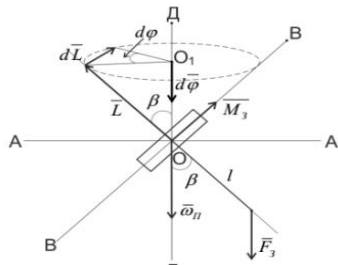
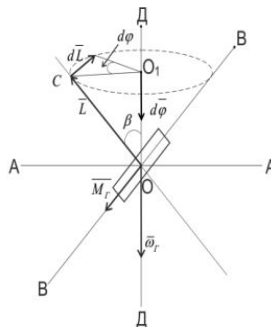
Основні динамічні характеристики гіроскопа у дисциплінах "Фізика", "Теоретична механіка", "Електронавігаційні прилади"

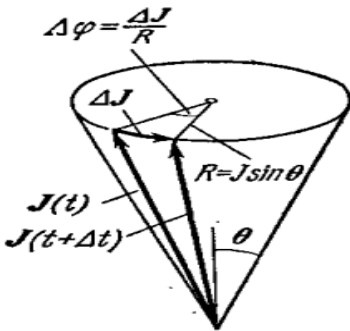
Дисципліни	Кутова швидкість обертання гіроскопу, прецесії	Момент інерції	Момент сили	Момент імпульсу
Фізика	ω, ω_p	I, J	J, M	L (момент імпульсу, кінетичний момент)
Теоретична механіка	Ω, ω_p	J	M	K (кінетичний момент)
Електронавігаційні прилади	Ω, ω_p	J	L	H (момент кількості руху, кінетичний момент)

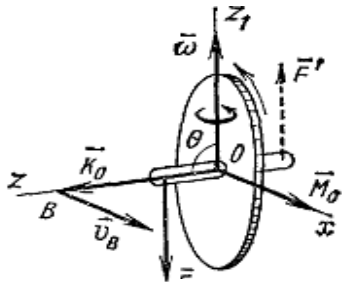
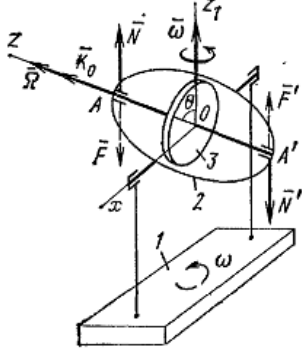
Порівняльний аналіз змісту зазначених фізичних величин засвідчив, що існують також відмінності у поданні матеріалу у зазначених дисциплінах при знаходженні і поясненні напрямку кутових величин, гіроскопічного моменту які зазначено у таблиці 3.

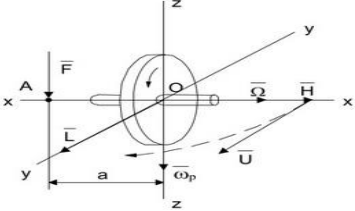
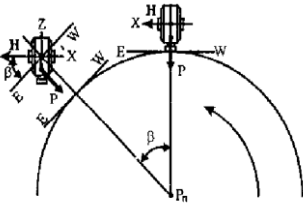
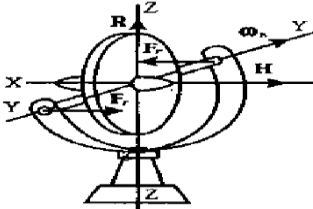
Таблиця 3

Відмінності у тлумаченні понять прецесійного руху гіроскопа та гіроскопічного моменту реакції у дисциплінах "Фізика", "Теоретична механіка", "Електронавігаційні прилади"

Дисципліни	Виведення кутової швидкості прецесії гіроскопу	Знаходження напрямку кутової швидкості прецесії	Знаходження напрямку гіроскопічного моменту реакції
Фізика	<p>Під час дії сили тяжіння на гіроскоп, що знаходиться під кутом β до осі ДД, створюється момент сили, який зумовлює появу приросту моменту імпульсу (мал. 1)</p> <p>1 спосіб. Використовуючи основне рівняння динаміки обертального руху твердого тіла.</p>  <p>Мал. 1</p>	<p>Використовуючи співвідношення векторного добутку</p> $\vec{M} = [\vec{\omega}_p \cdot \vec{L}]$	<p>Правило Жуковського: напрям гіроскопічного моменту \vec{M}_r завжди такий, що він намагається сумістити вектори моменту імпульсу \vec{L} гіроскопу та кутової швидкості прецесії $\vec{\omega}_r$ найкоротшим шляхом</p>  <p>Мал. 2</p>

Дисципліни	Виведення кутової швидкості прецесії гіроскопу	Знаходження напрямку кутової швидкості прецесії	Знаходження напрямку гіроскопічного моменту реакції
	$d\vec{L} = \vec{M}_3 dt, \quad d\vec{L} = \vec{L}_0 + d\vec{L},$ $d\vec{L} \uparrow \uparrow \vec{M}_3, \quad \vec{M}_3 \perp \vec{L},$ <p style="text-align: center;">отже $d\vec{L} \perp \vec{L}$</p> $d\vec{L} = d\vec{\varphi} \cdot \vec{L} $ $d\vec{L} = \vec{M} dt = d\vec{\varphi} \cdot \vec{L} $ $\vec{M} = \left \frac{d\vec{\varphi}}{dt} \cdot \vec{L} \right , \quad \frac{d\vec{\varphi}}{dt} = \vec{\omega}_n$ $\vec{M} = \vec{\omega}_n \cdot \vec{L} $ $\omega_n = \frac{M_3}{L \sin \beta} = \frac{M_3}{J \omega \sin \beta} =$ $= \frac{M_3}{2\pi \nu J \sin \beta}$ <p>M_3 – момент зовнішніх сил, J – момент інерції, ω – кутова швидкість обертання гіроскопа, ν – частота обертання гіроскопа, β – кут між віссю ДД та віссю гіроскопа, L – момент імпульсу гіроскопа.</p> <p>2-й спосіб (мал. 2). За визначенням кутової швидкості:</p> <div style="text-align: center;">  <p style="text-align: center;">Мал. 1 а</p> </div> $\omega_n = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = \frac{\Delta J}{\Delta t} \cdot \frac{1}{J \sin \theta} =$ $= \frac{mgL \sin \theta}{J \sin \theta} = \frac{mgL}{J}$ <p>J – момент імпульсу, m – маса гіроскопа, L – відстань від точки опори гіроскопа до центру мас гіроскопу.</p>		$M_r = L \omega_r \sin \beta$

Дисципліни	Виведення кутової швидкості прецесії гіроскопу	Знаходження напрямку кутової швидкості прецесії	Знаходження напрямку гіроскопічного моменту реакції
<p>Теоретична механіка</p>	<p>Застосовуючи теорему Резалія: швидкість кінця вектора кінетичного моменту тіла відносно центру O дорівнює за модулем і за напрямом головному моменту зовнішніх сил відносно того ж самого</p> $\text{центру } \vec{v}_B = \vec{M}_0 = \frac{d\vec{K}_0}{dt}$ <p>Під дією зовнішніх сил вісь 3-х степеневого гіроскопу, що обертається, здійснює прецесію. Швидкість \vec{v}_B кінця вектора кінетичного моменту K_0, спрямованого по осі симетрії гіроскопа, дорівнює за модулем і співпадає за напрямком з головним моментом відносно точки підвісу зовнішніх сил M_0 (мал. 3).</p>  <p style="text-align: center;">Мал. 3</p> $OB = r, \vec{v}_B = \vec{\omega} \times \vec{r} = \vec{\omega} \times \vec{K}_0$ $\omega K_0 \sin \theta = M_0, \text{ звідси}$ $\omega = \frac{M_0}{J_z \Omega \sin \theta}, \text{ де } \theta - \text{ кут між}$ <p>віссю гіроскопа z та вектором кутової швидкості прецесії. Кутова швидкість прецесії пропорційна головному моменту зовнішніх сил і обернено пропорційна кінетичному моменту гіроскопа та синусу кута між віссю гіроскопа z і вектора кутової швидкості прецесії. Цю властивість гіроскопу – називають прецесію його осі.</p>	<p>Якщо до гіроскопу, що обертається навколо власної осі прикласти зовнішні сили, що створюють момент сил відносно його нерухомої точки, то та частина гіроскопа, по якій спрямований кінетичний момент, розпочне прецесіювати у напрямі векторного моменту цих сил.</p>	<p>Правило Жуковського: якщо гіроскопу, що швидко обертається, надати вимушеного прецесійного руху, то на підшипники, в яких закріплена вісь ротора гіроскопа, почне діяти гіроскопічна пара з моментом $\vec{M}_{гир}$, яка буде намагатися найкоротшим шляхом встановити вісь ротора гіроскопа паралельно осі так, щоб напрями векторів кутової швидкості обертання гіроскопу $\vec{\Omega}$ і кутової швидкості прецесії $\vec{\omega}$ співпали (мал. 4).</p>  <p style="text-align: center;">Мал. 4</p>

Дисципліни	Виведення кутової швидкості прецесії гіроскопу	Знаходження напрямку кутової швидкості прецесії	Знаходження напрямку гіроскопічного моменту реакції
<p>Електро-навігаційні прилади</p>	<p>Теорема Резаля: лінійна швидкість руху кінця вектора кінетичного моменту H тіла, що обертається дорівнює за величиною і напрямом головному моменту зовнішніх сил L, прикладених до тіла. Вектор лінійної швидкості $U=L$, де U – вектор лінійної швидкості руху кінця вектора H (мал. 5).</p>  <p>Мал. 5</p> <p>При обертальному русі точки кутова швидкість дорівнює лінійній, поділеній на радіус обертання, то з мал. $\omega_p=U/H$, т.я. $U=L$, маємо, $\omega_p=L/H$.</p>  <p>Мал. 5 а</p> <p>Для гіроскопу зі зниженим центром тяжіння (гіроскоп з неповним зв'язком) (мал. 5 а). Момент сили тяжіння L, який спрямований вздовж осі $УУ$ на читача на північ.</p> $L = Pl = mgl = mgasin \beta$ $L_{max} = mgasin 90^\circ = mga = B$ <p>де B – максимальний момент сили тяжіння чутливого елемента, P – сила тяжіння, m – маса чутливого елемента, g – прискорення вільного падіння, β – кут між віссю XX та площиною істинного горизонту.</p>	<p>1. Напрямок вектора кутової швидкості прецесії визначається за правилом: з кінця цього вектора рух повинен спостерігатися проти руху стрілки годинника.</p> <p>2. Правило полюсів: при прикладанні до гіроскопа моменту зовнішньої сили полюс гіроскопа найкоротшим шляхом прагне до полюса сили. Полюсом гіроскопа є той кінець його головної осі, з боку якого обертання гіроскопа навколо власної осі спостерігається проти стрілки годинника. Полюсом сили називають той кінець осі гіроскопа, з боку якого дія зовнішньої сили відбувається проти руху стрілки годинника. З кінця вектора кутової швидкості процесії, рух має розглядатися проти стрілки годинника.</p>	<p>Правило трьох пальців лівої руки: якщо розташувати три пальці лівої руки взаємно перпендикулярно і вказівний палець направити уздовж вектора моменту імпульсу H, а великий – уздовж вектора кутової швидкості прецесії ω_p, то середній палець вкаже напрям вектора гіроскопічного моменту R (мал. 6).</p>  <p>Мал. 6</p> <p>Сила F_r – гіроскопічна реакція Момент гіроскопічної реакції R дорівнює за величиною, але протилежний за напрямом моменту прикладеної сили L, тобто $R=L$. $\omega_p=L/H$. Звідси $L=H\omega_p$. Отже, $R=H\omega_p$. При відведенні від площини меридіану у гірокомпасі з'являється спрямовуючий момент, що призводить до встановлення головної осі у площину меридіану. Значення цього моменту визначається формулою:</p> $L = J\omega_G \omega_3 \cos \varphi \sin \alpha$ <p>де $\omega_3 \cos \varphi$ – горизонтальна складова земного обертання, $J\omega_G$ – кінетичний момент гіроскопа, α – кут відхилення полюса гірокомпасу від площини меридіана.</p>

Реалізація міжпредметних зв'язків при вивченні теми "Динаміка обертального руху абсолютно твердого тіла. Гіроскоп" в курсі фізики здійснюємо під час проведення лекцій (4 год.) та практичних занять (4 год.).

Перед проведенням практичних занять (ПЗ) курсантам пропонуємо домашнє завдання на повторення пройденого матеріалу [1, 8, 10, 15, 16]: 1) з теми "Кінематика матеріальної точки і твердого тіла" – визначення поступального руху, кількості ступенів вільності механічної системи, плоского руху, обертального руху, миттєвої осі обертання, принцип суперпозиції руху, швидкість і прискорення точок тіла, що обертається; кінематичні рівняння Ейлера, теорема Резаля; 2) з теми "Кінематика абсолютно твердого тіла (АТТ). Плоский рух" – поняття АТТ, принцип суперпозиції руху АТТ, рух АТТ, закріпленого у точці; 3) з теми "Динаміка поступального руху" – рух в неінерціальних системах відліку, сила Коріоліса; 4) з теми "Динаміка обертального руху твердого тіла. Гіроскоп" – елементарна (прецесійна) теорія гіроскопу; 5) а також елементи знань, які використовуються зі спеціальної дисципліни "Електронавігаційні прилади" – принцип перетворення гіроскопа у гірокомпас, поняття "чуттєвий елемент гірокомпаса".

Розглянемо перше практичне заняття: **елементарна (прецесійна) теорія гіроскопу**, на якому акцентується увага на правилах знаходження напрямку і значення основних динамічних характеристик гіроскопа, законах динаміки АТТ, основних теоретичних положеннях елементарної теорії гіроскопу.

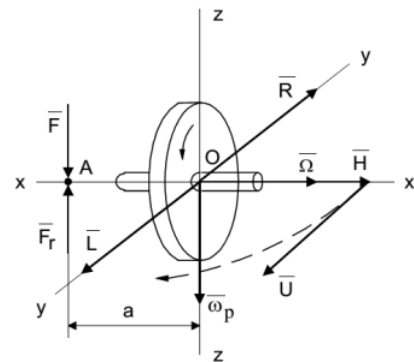
Для практичного засвоєння методів знаходження напрямків кутової швидкості обертання гіроскопа навколо власної осі, моменту імпульсу, напрямку кутової швидкості прецесії використовуємо задачі зі спеціальної дисципліни, які позначені нижче номерами 1 та 2. Під час розв'язування фізичних задач №3-8 відпрацьовуємо елементи і закріплюємо формули і закони елементарної прецесійної теорії гіроскопа. За допомогою задачі №8 з'ясуємо фізичну сутність направляючого моменту гірокомпаса і робимо перехід до точної теорії гіроскопу, яка буде розглядатися на наступному практичному занятті.

Задачі до практичних занять

Задача 1. За напрямком руху ротора гіроскопа (проти годинникової стрілки) і напрямком сили F , що діє на нього, знайти: 1) напрям кутової швидкості гіроскопа; 2) напрям кутової швидкості прецесії гіроскопа; момент гіроскопічної реакції.

Розв'язування. 1. З кінця вектора $\vec{\Omega}$ рух спостерігається проти стрілки годинника. 2. Вектор моменту імпульсу лежить на одній прямій з вектором кутової швидкості обертання гіроскопа. 3. Момент сили розташований на тій осі, відносно якої діюча сила намагається обернути гіроскоп (у даному випадку сила діє навколо осі YU гіроскопа). З кінця вектора моменту сили дія сили розглядається проти годинникової стрілки. 4. Паралельно вектору моменту сил \vec{L} буде спрямована швидкість кінця вектора моменту імпульсу або кількості руху \vec{U} . Цей вектор вказує напрямок прецесійного руху найкоротшим шляхом від вектора кількості руху \vec{H} до \vec{L} . 5. Вектор кутової швидкості прецесії $\vec{\omega}_p$ спрямований вздовж осі, навколо якої буде здійснювати обертання гіроскоп – вісь ZZ . З кінця вектора $\vec{\omega}_p$ рух повинен спостерігатися проти годинникової стрілки. 6. Гіроскопічна сила спрямована протилежно до діючої, це стосується й моментів.

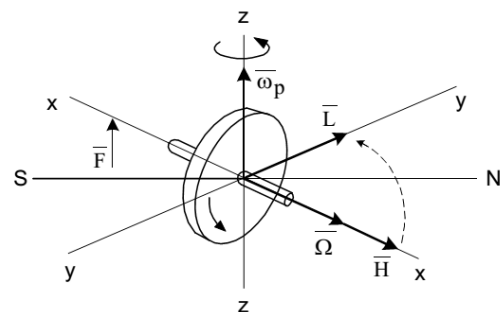
Результат розв'язку задачі №1 представлений на мал. 7.



Мал. 7

Задача 2. Відомі напрями вектора \vec{H} , вектора $\vec{\omega}_p$ і кутової швидкості прецесії. Головна вісь гіроскопа на малюнку 8 знаходиться під кутом відносно площини істинного меридіану. Визначити напрям дії сили і напрям вектора моменту сили \vec{L} , при яких головна вісь гіроскопа в результаті прецесії встановиться вздовж меридіану (задача розв'язується на практиці при прискореному приведенні однороторного гіроскопа до меридіану).

Розв'язування. 1. У прецесійному русі кінець вектора моменту імпульсу \vec{H} спрямований за найкоротшою відстанню до вектора моменту сил \vec{L} . Так



Мал. 8

як головна вісь гіроскопа в результаті прецесії встановиться вздовж меридіану, то гіроскоп буде розвертатися навколо вертикальної осі ZZ.

2. Вектор кутової швидкості прецесії повинен розташовуватися на осі, навколо якої здійснюється прецесійний рух, і спрямований угору, з його кінця рух вектора моменту імпульсу до моменту сили повинен спостерігатися проти годинникової стрілки.

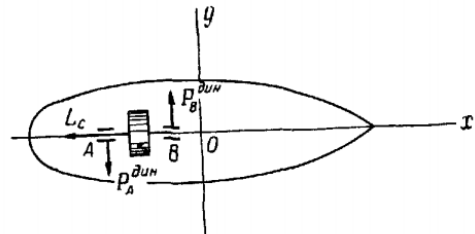
3. Робимо висновок, що момент сил буде розташований на осі УУ, за площиною малюнку, а сила буде прикладена до осі ХХ, таким чином, щоб її дія спостерігалася проти годинникової стрілки з кінця вектора моменту сил \vec{L} .

Результат розв'язку задачі №2 представлений на малюнку 8.

Задача №3. Знайти кінетичний момент гіроскопа, частота обертання якого 20000 об/хв. Вказати напрями векторів кутової швидкості гіроскопа та вектору кінетичного моменту.

Задача №4. Дзига масою 50 кг вісь якої нахилена під кутом 30° до вертикалі здійснює прецесію під дією сили тяжіння. Момент інерції дзиги відносно її осі симетрії $2 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, кутова швидкість обертання навколо цієї осі 350 рад/с, відстань від точки опори до центру мас дзиги 10 см. Знайти: 1) кутову швидкість прецесії дзиги; 2) модуль і напрям горизонтальної складової сили реакції, що діє на дзигу у точці опори. Дзига обертається навколо власної осі за годинниковою стрілкою.

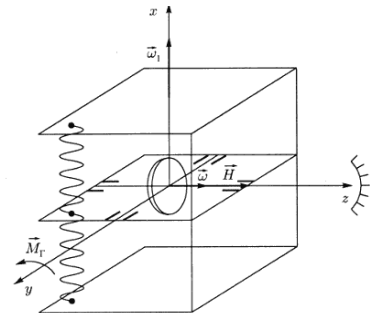
Задача №5. Судно рухається зі швидкістю 36 км/год по дузі кола радіуса $R=200$ м. Знайти момент гіроскопічних сил, що діють на підшипники з боку вала з маховиком, момент інерції яких щодо осі обертання $3,8 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ і здійснюють $n=300$ об/хв. Вісь обертання розташована уздовж судна (мал. 9).



Мал. 9

Задача №6. Ротор швидкісної турбіни, вісь якої співпадає з поздовжньою віссю судна, має вагу 39,2 кН, радіус інерції відносно осі обертання 0,75 м і частоту 3000 об/хв. Визначити максимальну гіроскопічну силу, що діє на підшипники турбіни при кильовій качці з амплітудою 5° і періодом 12 с, якщо відстань між підшипниками 2 м.

Задача №7. Гіротахометр складається з гіроскопу, рамка якого з'єднана двома пружинами, що прикріплені до корпусу приладу. Момент інерції гіроскопа відносно осі його власного обертання дорівнює J , кутова швидкість гіроскопа ω . Визначити кут α , на який повернется вісь гіроскопа разом з його рамкою, якщо прилад встановлений на платформі, що обертається з кутовою швидкістю ω_1 навколо осі x . Вісь ox перпендикулярна oy обертання рамки. Коефіцієнт жорсткості пружини k , кут α вважати дуже малим, відстані від осі обертання рамки до пружини дорівнює a (мал. 10).



Мал. 10

Задача №8. Що є причиною виникнення направляючого моменту гірокомпасу? Розглянути складний рух плоского ротора, що обертається відносно системи координат $хуз$ з кутовою швидкістю ω . Система координат $хуз$ обертається разом з географічною системою $\xi\eta\zeta$ з кутовою швидкістю обертання Землі ω_3 , її проекції задані $\omega_\xi=0$, $\omega_\eta=\omega_1=\omega_3 \cos \varphi$, $\omega_\zeta=\omega_2=\omega_3 \sin \varphi$, де φ – широта місцевості.

Розв'язуючи задачі на елементарну теорію гіроскопу курсант має змогу закріпити основні поняття і закони щодо цієї теми з фізики, уявити практичну значущість вивченого матеріалу, для подальшого опанування основами професії судноводія.

Використані джерела

1. Донцов С.В. Основы теории гироскопа. – Одесса, 2014. – 54 с.
2. Загальний курс фізики: 3б. задач І.П. Гаркуша, І.Т. Горбачук, В.П. Курінний та ін.; За заг. ред. І.П. Гаркуші. – 2-ге вид., стер. – К. : Техніка. 2004. – 560 с.
3. ИМО Модельные курсы [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.imo.org/en/OurWork/HumanElement/TrainingCertification/Pages/ModelCourses.aspx>
4. Иродов И.Е. Задачи по общей физике: Учебное пособие. 9-е изд., стер. – СПб.: Издательство "Лань", 2005. – 416 с.

5. Колечинцева Т.С. Реализация компетентностного подхода при обучении физике будущих судоводителей / Т.С. Колечинцева // Естественные и точные науки: Вестник Сибирской государственной геодезической академии. – 2014. – № 20. – С. 78-85
6. Колечинцева Т.С. Технологія здійснення міжпредметних зв'язків фізики і спеціальних дисциплін ВНЗ морського спрямування / Т.С. Колечинцева // Актуальні проблеми природничо-математичної освіти в середній і вищій школі: Збірник наукових праць. – Херсон: Вид-во ХДУ, 2014. Випуск 8. – С. 175-177
7. Колечинцева Т.С. Формування професійно-значимих знань та умінь під час викладання фізики у ВНЗ морського профілю / Т.С. Колечинцева. Науковий часопис Національного педагогічного університету ім. М.П. Драгоманова. Серія № 5. Педагогічні науки: збірник наукових праць. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, Вип. 47. – 2014. – 336 с.
8. Кучерук І.М. і ін.. Загальний курс фізики: Т.1: Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка. – К.: Техніка, 1999. – 536 с.
9. Манільські поправки до додатка до Міжнародної конвенції про підготовку і дипломування моряків та несення вахти (ПДНВ) 1978 року [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/896_052
10. Мартыненко Ю.Г. Тенденции развития современной гироскопии [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.pereplet.ru/nauka/Soros/pdf/9711_120.pdf
11. Методичні рекомендації до підготовки та виконання лабораторних робіт курсантами денної та студентами заочної форм навчання з дисципліни фізика / Укладач: Верещака М.П. – Херсон: ХДМА, 2013. – 96 с.
12. Методичні рекомендації з розроблення складових галузевих стандартів вищої освіти (компетентнісний підхід) [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://sumdu.edu.ua/images/stories/gen_info/structure/methodical/Methodical_references.pdf
13. Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике. – М., 1975. – 448 с.
14. Одинцов А.А. Теория гироскопов и гироскопических приборов. Практикум / А.А. Одинцов, М.А. Павловский и др. . – К. : Вища школа, 1976. – 265 с.
15. Ревенко В.Ю. Электронавигационные приборы. Учебное пособие раздел Гироскопы. – Одесса.: Атлант, 2011. – 312 с.
16. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики: Учеб. для вузов. – 10-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 416 с.

Kolechynzewa T.

REALIZATION OF INTERSUBJECTS CONNECTIONS BETWEEN THE NATURAL AND PROFESSIONAL TRAINING OF NAVIGATORS AT THE HIGHER EDUCATION INSTITUTION OF MARINE PROFILE

The article is devoted to the implementation of the interdisciplinary links during teaching physics in Higher Educational Establishment of maritime profile and their necessity is related to the competence approach, based on principles of IMO, STCW.

The elementary and exact theory of the gyroscope is considered while studying the topic of physics "Dynamics of the rotational motion of solids. Gyroscope". Improving the quality assimilation of the material is associated with the formation of specialized professional competences: specialized professional competence - 21 – planning voyage and navigation; specialized professional competence - 22 - determining the location of the ship and the accuracy of determination results of her coordinates in different ways.

In the article the attention is focused on the elementary gyroscope theory and rules of finding the directions of angular speed precession, the gyroscopic moment that characterize the motion and main properties of the gyroscope, peculiarities of their presentation in such disciplines as "Electronavigation devices" and "Theoretical Mechanics". The chronology of teaching the material in these disciplines, the introduction specifics of the main dynamic characteristics and concepts of the rotational motion of solids such as the angular speed of rotation of its own, the moment of inertia, the moment of force, the kinetic moment of the gyroscope in physics, theoretical mechanics and special discipline such as "Electronavigation devices" is taken into consideration.

Presented tasks with particular topic are used during practical lessons in physics. The staged methodology of transition from task to find the direction of kinematic and dynamic angular quantities of gyroscope to the calculated tasks with compulsory figures to them was developed. The examples of tasks with the solution to defining the directions of kinematic and dynamic quantities of the three steps gyroscope which are used during study the discipline "Electronavigation devices" are presented. The nature of the steering moment of gyrocompass was discovered. The basis for the transition to an accurate theory of the gyroscope at next practical lessons of physics and future special discipline "Electronavigation devices" was made.

Key words: *training skippers, higher marine education, interdisciplinary communication, physics, engineering mechanics, elektronavihatsyni devices gyroscope gyroscopic effect, the precession of gyroscopes.*

Стаття надійшла до редакції 24.05.2016