

УДК 378

Дьяконенко Н.Л., Макогон О.А., Петренко Л.Г.,  
Корж І.А., Базелюк О.В., Назарченко О.С.

## МОТИВАЦІЯ ВИВЧЕННЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ТЕОРЕТИЧНИХ ОСНОВ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН ПРИ ПІДГОТОВЦІ ВІЙСЬКОВИХ ФАХІВЦІВ

*При викладанні курсу загально-навчальних дисциплін у вищих навчальних закладах для фахівців військових спеціальностей технічних напрямків підготовки доцільно здійснювати поєднання лекційного матеріалу з прикладами його застосування у військовій техніці. Усвідомлення застосування фізичних законів у військовій справі розширює світогляд слухачів і мотивує вивчення фундаментальних основ фізики.*

**Ключові слова:** фізика, військові прилади.

При підготовці військових фахівців технічних спеціальностей сьогодні особливу актуальність набуває наявність у сучасних випускників базових фізико – математичних знань, якими вони можуть оперувати в світі технологій, що безперервно удосконалюються. Якісне вивчення основних теоретичних засад природничих дисциплін індукуватиме в курсантів розвиток загально-навчальних навичок, необхідних для урахування сучасних особливостей виробництва та експлуатації військової техніки.

Викладання фізики у вищому військовому навчальному закладі має ряд особливостей у порівнянні з іншими вишами. На першому місці мають бути міжпредметні зв'язки поміж фізикою та спеціальними предметами, тому що саме закони природи є підґрунтям дії вимірювальних пристроїв, механічних та електронних приладів.

При викладанні нової теми практично будь-якого розділу фізики завжди можна знайти приклади, де ці знання застосовуються. Такі приклади здаються доброю мотивацією для одержання фундаментальних знань. Для розвитку критичного мислення курсантам пропонується пошук прикладів вирішення проблемних ситуацій.

Метою цієї статті є висвітлення найбільш яскравих прикладів міждисциплінарних зв'язків загальновійськових та військово-спеціальних дисциплін.

Розглянемо розділи фізики, пов'язані з використанням основних теоретичних положень у військовій справі.

1. Наприклад, у розділі механіка, вивчаючи динаміку, доцільно розглянути загальний випадок прямолінійного руху танку на підйомі з опором на гаку або без останнього. Для вирішення ряду практичних задач та оцінки можливостей руху танку в таких умовах прийнято користуватися поняттями потрібної сили тяги по двигуну та сили тяги по зчепленню [1]. Для проведення розрахунків вважають, що танк рухається з деяким прискоренням  $x''$ , а опір на гаку  $R$  діє паралельно поверхні шляху. Знання законів динаміки та диференціального числення необхідні для проведення вказаних розрахунків фахівцями з експлуатації озброєння та військової техніки.

2. При розгляді питання механічної роботи доцільно навести такий практичний приклад – витягання бронетехніки тягачами (БРЕМ, МТП) перегортання та підйом бронетанкової техніки з використанням поліспаствів.

Як відомо, поліспаств (грец. – натягуваний багатьма мотузками) – таль, вантажопідйомний пристрій, з кількох рухомих блоків, що їх огинає канат (або трос), що призначений для виграшу в силі (силовий поліспаств) або у швидкості (швидкісний поліспаств).

Швидкісний поліспаств дозволяє одержати виграш у силі (рівень збільшення тягового зусилля, яке прикладається, має назву передаточне число або кратність поліспаству). При цьому швидкість і шлях, що проходить об'єкт, зменшуються прямо пропорційно збільшенню сили (тобто швидкість руху кінця тросу, до якого прикладене тягове зусилля в  $N$  разів більше швидкості руху об'єкту, який витаскують, а шлях, який пройде цей об'єкт, буде в  $N$  разів менше, ніж шлях, який пройде тяговий кінець тросу).

Поліспаств є частиною механізмів підйому такалажних пристроїв. У разі потреби поліспаств об'єднують з лебідками. У силовому поліспастві вантаж підвішують до рухомої обойми, а тягове зусилля прикладають до гілки канату, що збігає з останнього блоку та огинає цей канат. Сила натягу канату (без урахування втрат на тертя) визначається як частка від поділу маси вантажу на кратність поліспаству (під кратністю розуміють число гілок канату, на які розподіляється вантаж).

Витягання бронетехніки, яка застрягла, з використанням лебідки тягача та поліспаствів є одним із способів витягання бронетехніки лебідкою тягача (БРЕМ, МТП) при середніх застряганнях.

3. Закон збереження імпульсу використовується на прикладах реактивного руху, закон збереження моменту імпульсу – у гіроскопах.

4. Розділ "магнітне поле" надає можливість поміркувати над створенням зброї майбутнього. Курсанти знаходять інформацію в Інтернеті, аналізують, що з цього матеріалу фантастика, а що доступно сучасним технологіям, які базуються на фундаментальних знаннях фізики. Ідея створення джерел надпотужних магнітних полів та надвеликих електричних струмів може призвести до створення нової зброї, яка не підпадає ні під які санкції та заборони. У багатьох країнах світу зараз працюють над створенням рейкотрону, що відноситься до електромагнітних прискорювачів мас. Використання його у стрілецькій зброї залишається у сфері фантастики, але оснащення рейкотроном важкої техніки та військових кораблів уже почалось у США. Основні частини установки: джерело живлення (батарея конденсаторів, яка створює короткий потужний імпульс струму), ствол, який витримує тиск понад 1000 атмосфер і температуру до 30000К. Вздовж ствола розташовані два довгих паралельних електрода (рейки). На рейки подається потужний імпульс струму. Поміж рейок спалахує плазмова дуга, крізь яку тече струм, виникає потужне електромагнітне поле. Під впливом сили Лоренца плазма починає швидко рухатися вздовж ствола. Якщо попереду неї був снаряд, то його швидкість може досягти 13–15 км/с (для порівняння, сучасні артилерійські знаряддя здатні прискорювати снаряд до 2 км/с). Рейкотрон може бути зброєю і без застосування снарядів, стріляючи згустками плазми, швидкістю до 50 км/с. Перевагою такої зброї являється велика пробивна сила. Наприклад, полімерна кулька масою 2 г пробиває товсті металеві пластини, при цьому частина металу перетворюється у плазму та випаровується. Дальність пострілу може досягати 400 км. Враховуючи швидкість кулі, відстань до 10 км вона подолає за секунду, відхилитися від такого удару неможливо. При швидкості більш ніж 4 км/с кінетична енергія снаряду настільки велика, що при влученні в ціль трапляється навіть не удар, а справжній вибух, потужніший ніж у будь – якої існуючої вибухової речовини. До недоліків рейкотрону відносяться великі розміри батареї конденсаторів. Тому їх встановлюють тільки на кораблях. Вплив плазми руйнує ствол, тому зараз досліджуються нові композитні матеріали, одержані за допомогою нанотехнологій. Сучасні рейкотрони далеко не бездоганні, але вже існують і модернізуються. У цьому задіяні найбільші світові виробники зброї.

Мабуть, в кожному розділі фізики можна знайти цікаві приклади застосування у військовій сфері.

5. Вивчаючи механічні хвилі, наводимо приклад ударної хвилі – миттєвого перепаду тиску, що призводить до руйнувань та загибелі усього живого.

6. У розділі "Види електромагнітного випромінювання" надається увага інфрачервоному (ІЧ) випромінюванню, яке використовується в тепловізорах та пристроях нічного бачення для водіїв танків і сигналізації.

7. Тема "Напівпровідники та їх електричні властивості" дозволяє розглянути фізичні основи роботи таких пристроїв.

Згадаємо, що кожне тіло випромінює електромагнітні хвилі. Інтенсивність і спектр випромінювання залежать від температури тіла. У видимій області спектру тіла починають світитися тільки при високих температурах понад 500°C. В області звичних для людини температур тіла світяться інтенсивно лише в ІЧ області спектру. ІЧ випромінювання є низькоенергетичним і для ока людини невидиме, тому для його реєстрації створені спеціальні прилади – тепловізори (термографи). Тепловізор – оптико-електронний пристрій для спостереження за розподілом температури досліджуваної поверхні. ІЧ випромінювання від об'єкта дослідження концентрується системою спеціальних лінз і потрапляє на фотоприймач, який вибірково чутливий до певної довжини хвилі інфрачервоного спектра. Теплові зображення утворюються завдяки зміщенню максимумів спектрів власного випромінювання тіл під впливом нагрівання в короткохвильову область. При цьому спостерігається зсув фундаментального краю поглинання. У спектрах поглинання напівпровідників та діелектриків основний внесок у поглинання вносять переходи між валентною зоною та зоною провідності. При переходах між валентною зоною і зоною провідності утворюється електрон-діркова пара, тобто вільні частинки, які можуть давати внесок в електричний струм, що призводить до фотопровідності напівпровідника або діелектрика. При частотах, менших від частоти краю поглинання для діелектрика або напівпровідника існує область, де речовина прозора. Для діелектриків на зразок кварцу або скла область прозорості простягається на весь видимий діапазон. Напівпровідники з малою шириною забороненої зони прозорі в інфрачервоному діапазоні.

Фотопровідність реєструється і посилюється електронною схемою. Отриманий сигнал піддається цифровій обробці і передається на блок відображення інформації. Блок відображення інформації має колірну палітру, в якій кожному значенню сигналу присвоюється певний колір. Після цього на екрані монітора з'являється точка, колір якої відповідає чисельному значенню інфрачервоного випромінювання, яке потрапило на фотоприймач. Скануюча система проводить послідовний обхід усіх точок в межах поля видимості приладу і формує видиму картину інфрачервоного випромінювання об'єкта. Внаслідок того, що тіла нагріті нерівномірно (наприклад, температура автомобіля з працюючим двигуном буде вище температури автомобіля з двигуном вимкненим), складається певна картина розподілу ІЧ-випромінювання.

Таким чином, на екрані тепловізора значення потужності ІЧ випромінювання в кожній точці поля зору відображені згідно заданій колірній палітрі. Чутливість фотоприймача тим вище, чим нижче його власна температура, тому його поміщають в спеціальний пристрій – "холодильник". Найбільш простий

вид охолодження за допомогою рідкого азоту не є портативним. Інший вид – за допомогою елементів Пельтьє (напівпровідники, що дають перепад температур при пропусканні через них струму).

Висока чутливість сучасних тепловізорів (0,1°C) реалізується завдяки наявності багатоелементної матриці фотоприймачів випромінювання, зроблених з напівпровідникових матеріалів з малою шириною забороненої зони: InSb (ширина забороненої зони 0,17 eV), InGaAs (в залежності від складу ширина забороненої зони змінюється від 0,4 eV до 1,4 eV), ртуть-кадмій-теллура Hg-Cd-Te та ін.

На відміну від тепловізора, який реагує на тепло і не потребує світла, прилад нічного бачення посилює світло, що потрапляє в об'єктив, що дає можливість орієнтуватися при низькому рівні освітленості. Оптичні прилади нічного бачення вловлюють випромінювання з довжиною хвилі ~ 1-2 мкм, що лише трохи вище чутливості людського ока. Тепловізійна апаратура охоплює області довжин хвиль: 8-14 мкм (далеке ІЧ-випромінювання) і 3-5,5 мкм (середнє). Саме в цих областях приземні шари атмосфери прозорі для ІЧ-випромінювання, а випромінювальна здатність спостережуваних об'єктів з температурою від -50 до +500°C максимальна.

Основним недоліком тепловізора є велика ціна матриці й об'єктиву. Матриці складні у виробництві. Об'єктиви не можна зробити зі скла (скло не пропускає інфрачервоне випромінювання), тому для створення об'єктивів застосовуються рідкісні та дорогі матеріали.

Таким чином, тепловізійні прилади, які здатні забезпечувати бачення в будь-який час доби при дещо зниженій прозорості атмосфери (туману, дощу, снігопаду, пилу і димі) отримали широке застосування у військовій індустрії для координації бойових дій.

8. Багато цікавих прикладів можна навести в кожному розділі фізики. Поглинання і випромінювання енергії молекулами, вимушене випромінювання, яке є основним принципом роботи квантових генераторів практично застосовується в лазерних прицілах.

9. У фізиці ядра закладено основи ядерної зброї. У методах реєстрації радіоактивного випромінювання застосовують сучасні дозиметри, принцип дії яких базується на фізиці напівпровідників.

10. Якщо постає питання удосконалення властивостей матеріалів (броня техніки або захисні костюми), звертаємося до наукових знань у галузі наноматеріалів.

На завершальному етапі вивчення кожного розділу фізики курсантам запропоновано знайти в інтернеті приклади застосування даних фізичних законів у військовій справі. Пошук нової наукової інформації дає можливість розширювати світогляд слухачів і мотивувати вивчення фундаментальних основ фізики.

## Використані джерела

1. Сергеев Л.В. Теория танка. – 1973.

*Dyakonenko N., Makogon A., Petrenko L., Korzh I., Bazelyuk A., Nazarchenko A.*

## MOTIVATION STUDY FUNDAMENTAL THEORETICAL BASIS OF NATURAL SCIENCES PREPARATION OF MILITARY EXPERTS

*Using physics sections in higher education for cadets is considered. Teaching of physics in higher education institutions for cadets deals with a combination of lectures with examples of the military technics use. Using of physical laws in military training motivates cadets to study fundamental physics. In the cause of training military specialist presence is particularly relevant to the basic physico-mathematical knowledge given graduates the possibility to operate with modern improved world technologies, features production and operation of military equipment.*

*Teaching physics at the military department has a number of features compared with other institutes. First of all it should be called the interdisciplinary links between physics and special items as knowledge of the nature laws are at the basis of the instrumentation, mechanical and electronic devices. During explaining a new topic of any branch of physics one can always finds examples this knowledge is applied.*

*For example, in the section, studying dynamics, we can consider the general case of tank motion. The "magnetic field" provides an opportunity to reflect on the creation of weapons of the future. Infrared radiation is used in thermal imaging night vision devices for drivers of tanks and alarm. The thermal imaging cameras allow seeing areas of heat through smoke and darkness. Semiconductors and their electrical properties studying allow us to consider the physical basis of such devices and so on.*

*These examples are seemed good motivation to obtain fundamental knowledge. For the development of critical thinking cadets are offered independently searching problem solving.*

**Key words:** physics, military devices.

*Стаття надійшла до редакції 25.05.2015*