

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Фізико-математичний факультет**  
**Кафедра фізики та методики її навчання**

«Допущено до захисту»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Коновал О.А.  
(підпис) (прізвище, ініціали)

Реєстраційний номер № \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 р.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 р.

**ТЕМА МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ**  
**ІННОВАЦІЙНА МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ МЕХАНІКИ В НАВЧАЛЬНИХ**  
**ЗАКЛАДАХ З ПОСИЛЕНОЮ ВІЙСЬКОВОЮ ПІДГОТОВКОЮ**

Магістерська робота студента  
фізико-математичного факультету  
групи Фім-14  
Освітньо-кваліфікаційний рівень  
Другий рівень вищої освіти  
Спеціальність:  
014.08 Середня освіта (Фізика)  
Додаткова спеціальність:  
014.09 Середня освіта (Інформатика)  
Бондаренка Владислава  
Володимировича  
Керівник: канд. фіз – мат. наук,  
доктор пед. наук, професор кафедри  
фізики та методики її навчання  
Коновал Олександр Андрійович

Оцінка:

Національна шкала \_\_\_\_\_

Шкала ECTS \_\_\_\_\_

Кількість балів \_\_\_\_\_

Члени комісії

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## АНОТАЦІЯ

Бондаренко В.В. Інноваційна методика навчання механіки в закладах з посиленою військово-фізичною підготовкою : кваліфікаційна робота / науковий керівник - канд. фіз – мат. наук, доктор пед. наук, професор кафедри фізики та методики її навчання Коновал Олександр Андрійович., Кривий Ріг, 2019, 61 с.

Було розглянуто та опрацьовано ряд спеціальної літератури, що стосувалася розглядуваної теми, розкрито особливості навчальної діяльності ліцеїстів у закладах з посиленою військово-фізичною підготовкою та запропоновано інноваційну методику вивчення механіки у закладах з посиленою військово-фізичною підготовкою. Методика, пропонувалася та впроваджувалася у даній роботі показала себе з гарної сторони, аналізуючи її результати, можна стверджувати що ефективність даної методичної роботи знаходиться на достатньому рівні.

*Ключові слова:* механіка, методика навчання фізики, заклади з посиленою військово-фізичною підготовкою (ПВФП).

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
<b>РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ТЕОРЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ З МЕТОДИКИ</b>	
<b>НАВЧАННЯ ФІЗИКИ.....</b>	<b>6</b>
1.1. Актуальні проблеми методики викладання фізики .....	6
1.2. Особливості методики навчання фізики у старшій школі .....	15
1.3. Огляд навчальної літератури щодо методики вивчення механіки в ліццях з посиленою військово-фізичною підготовкою .....	23
Висновки до 1 розділу.....	26
<b>РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ІННОВАЦІЙНОЇ МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ</b>	
<b>МЕХАНІКИ ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ЇЇ ВПРОВАДЖЕННЯ.....</b>	<b>28</b>
2.1. Модернізація методики навчання фізики в середніх навчальних закладах з посиленою військово-фізичною підготовкою у контексті вимог STEM освіти .....	28
2.2. Розробка та впровадження інноваційною методики вивчення механіки в закладах загальної середньої освіти з посиленою військово- фізичною підготовкою .....	32
2.3. Аналіз результатів її впровадження та оцінка ефективності інноваційної методики методом спостереження, анкетування та тестування ліцеїстів.....	50
Висновки до 2 розділу.....	56
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>59</b>
<b>ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....</b>	<b>60</b>

## ВСТУП

**Актуальність проблеми.** Наше століття має ряд проблем, які стосуються системи освіти. Одна з найголовніших проблем – це небажання дітей вчитися та пізнавати ряд предметів, які їм пропонуються у закладах середньої освіти. Існує багато статей та публікацій, які присвячені вивченню даної проблеми та її вирішенню. Але ця література стосується здебільшого звичайних шкіл, гімназій та ліцеїв. В даній роботі буде розглядатися способи підвищення рівня знань учнів з фізики, які навчаються в ліцеї-інтернаті з посиленою військово-фізичною підготовкою. Подібним закладам освіти приділено дуже мало уваги з точки зору педагогіки, тому дана проблема має високий рівень актуальності. Наукові аспекти навчання й виховання курсантів вищих військових навчальних закладів досить широко відображено в працях багатьох педагогів і психологів. Так, О.С. Автушенко, В.К. Шваба М.І. Нецадим, інші науковці розглядали проблеми, пов'язані зі змістом професійної підготовки курсантів у вищих військових навчальних закладах [11, 12]. Проблемам виховання курсантів та майбутніх офіцерів – присвячено наукові дослідження І.О. Хорева, А.В. Катковського, які обґрунтовують шляхи виховання різних професійних якостей майбутніх офіцерів, необхідних для ефективного здійснення військово-професійної діяльності [5, 13].

**Мета** роботи полягає у розробці інноваційної методики, з допомогою якої ліцеїсти зможуть підвищити свій рівень знань з механіки. Впровадження цієї методики буде виконуватися поступово та за певними етапами.

**Задачі** дослідження:

- опрацювати спеціальну літературу, що стосується розглядуваної теми;
- вивчити зміст ключових понять;
- запропонувати інноваційну методику, що стосується вивчення механіки у закладах з посиленою військово-фізичною підготовкою;

- проаналізувати результати, які дасть методика та оцінити її ефективність.

**Об'єкт дослідження** – процес навчання фізики в ліцях з посиленою військово-фізичною підготовкою.

**Предмет дослідження** – організаційні форми та методи навчання ліцеїстів, спрямовані на якісне засвоєння курсу фізики.

## РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ТЕОРЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ З МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ

### 1.1. Актуальні проблеми методики викладання фізики

На нашу думку перед педагогічною наукою України стоять дуже важливі проблеми, основні з яких – це розвиток галузі досліджень, які мають перспективний характер, і на основі досягнень науки розв’язувати практично важливі сьогодні завдання навчання і виховання. Як виявляється, ці ж завдання стоять й перед методикою викладання всіх навчальних предметів, а в тому числі і фізики. Вони визначають сучасні проблеми методики фізики. У процесі розв’язуванні даних проблем важливо сформулювати наступні загальні положення методики фізики, які б служили внеском в загальну дидактику і сприяли її розвитку. Перед методикою фізики стоїть також завдання сприяти підвищенню наукового рівня педагогічних досліджень [9, с. 76].

З певних причин на сьогоднішній день з методикою фізики склалася парадоксальна і тривожна ситуація. З одного боку, статистика демонструє десятки й сотні захищених за роки незалежності докторських і кандидатських дисертацій з методики фізики, відбувається регулярна публікація монографій, підручників, створюються нові кафедри, все це свідчить про поступальний та невпинний розвиток методики фізики в Україні. Але з протилежного боку цієї ситуації діє дещо інша тенденція. Паралельно із зростанням кількості досліджень з методики фізики дуже явно знижується останнім часом культура наукового мислення, методологічний та теоретичний рівень досліджень. Дослідження, що були виконані в останні роки, не вплинули істотно на розвиток теорії і практики навчання фізики. Занадто часто в нас присутня хибна думка, що методика фізики є чисто прикладною, рецептурною наукою, своєрідною прикладною дидактикою, яка ніби то не має своєї теорії і яка нібито не потребує наукової методології. Без осмислення та детального розуміння методологічних аспектів методики фізики не можна зрозуміти ні суті даної

галузі знань, ні її практичного втілення, ні специфіки процесу пізнання в ній [9, с. 76 ] .

Тепер розглянемо наступний важливий факт. Сьогодні в більшості розвинутих країнах Заходу вважають найважливішою якістю професіонала не великий обсяг фактологічних знань, а рівень його методологічної культури. Це стосується і вчителя. Зарубіжні педагоги вважають, що сьогодні не можна науково осмислювати конструювати і організовувати навчально-виховний процес звичними способами. Для якісного функціонування школа потребує вчителя з розвиненою методологічною культурою, тобто особливим складом мислення, яке ґрунтується на знанні методологічних норм і вмінь їх застосовувати у процесі розв'язання проблемних методичних ситуацій. Учителю фізики важливо розуміти, як пов'язані методична наука і практика, яке місце посідає педагог в системі цього зв'язку, яке застосування можуть знайти методи дослідження в його практичній роботі. В переліку головних ознак методологічної культури вчителя можна назвати: навички проектування освітнього процесу з фізики, вміння усвідомлювати, формулювати і творчо розв'язувати задачі, здатність до здійснення методичної рефлексії [9, с. 77].

В посібниках з методики фізики пряме питання про методологію не ставиться, однак автори відносять до методологічних знань об'єкт/ предмет/ методики, зв'язок з дидактикою, фізикою, психологією тощо. Автори кандидатських і докторських дисертацій як методологічну основу свого дослідження називають філософські і педагогічні концепції і теорії, а також праці педагогів, психологів, методистів. Виробився своєрідний шаблон «методологічних засад», який мандрує майже без змін з дисертації в дисертацію, незалежно від її теми. Звичайно, таке розуміння методології методики нічого не дає досліднику для грамотного виконання дослідження. Створюється враження, що слово «методологія» пов'язується у свідомості багатьох дослідників з чимось абстрактним, далеким від шкільного життя, яке вводиться до цитат з філософських текстів, ідеологічних і адміністративних документів, слабо пов'язаних з методикою взагалі і поточними потребами

методичної теорії і практики навчання фізики зокрема. Виникає питання: що ж таке методологія методики фізики?

У працях філософів немає єдиної точки зору на суть і зміст методології. Найчастіше її зводять до структури, логічної організації, методів та засобів діяльності в певній галузі. Під методологією науки розуміють вчення про принципи будови, форми і способи наукового пізнання. Існують і значно ширші тлумачення методології науки [9, с. 77].

В методології методики фізики крім загальних філософських і загальнонаукових існують і так звані спеціальні методи дослідження. До них він відносить:

- аналіз загальних завдань середньої освіти і з'ясування ролі фізики як навчального предмета в їх розв'язанні;
- вивчення й узагальнення передового педагогічного досвіду;
- співставний аналіз завдань фізичної освіти і педагогічної практики; - виявлення психологічних особливостей учнів і специфіки процесу навчання фізиці, опрацювання з їх врахуванням дидактичних вимог до підручників, засобів навчання і методичних посібників;
- з'ясування об'єктивних тенденцій і закономірностей розвитку методики фізики на основі аналізу історії фізичної освіти;
- встановлення об'єктивних тенденцій і закономірностей розвитку методики фізики в розвинутих країнах світу на основі співставного аналізу програм, підручників, посібників, результатів вивчення якості знань школярів тощо;
- висунення на цій загальній основі гіпотез і їхньої експериментальної перевірки [9, с. 77].

Більшість дослідників як об'єкт методики фізики виділяють процес навчання фізиці, а предмет – закономірності процесу навчання. Чи адекватне це тим завданням, які покликана розв'язувати методика: кого вчити? Для чого вчити? Чому вчити? Як вчити? Очевидно, що ні. Об'єкт методики фізики створюється предметними освітою, вихованням і навчанням. З твердженням,



що процес навчання фізиці і є об'єктом методики фізики можна погодитися лише за умови розуміння навчання як взаємопов'язаної діяльності учителя й учня, яка окрім освітньої, виховної і розвиваючої функцій реалізує ще евристичну, прогностичну, естетичну, практичну, корегуючу й інтегруючу функції. Об'єктом конкретних методичних досліджень можуть виступати аспекти, властивості, частини вказаного об'єкту методики навчання, тоді предметом такого дослідження буде методична система, адекватна об'єкту. Наприклад, якщо розв'язується проблема розв'язання якогось типу задач, то об'єктом такого дослідження й буде процес розв'язування задач.

Предметом дослідження повинна виступати ідеалізація об'єкта, його мислене відображення в свідомості дослідника. Такою ідеалізованою моделлю виступає методична система, яка охоплює найбільш важливі компоненти досліджуваного об'єкту методики фізики, включає цілі і зміст навчання фізики, методи, засоби і форми навчання фізики. Оголошення предметом методики фізики закономірностей процесу навчання не можна визнати коректним, тому що виділення закономірностей – це мета будь-якого дослідження. При цьому вказане формування предмета передбачає наявність компонентів досліджуваного процесу навчання, оскільки лише в цьому випадку можна говорити про закономірності, а вони, тобто компоненти, як раз і не вказуються. Таким чином, методику фізики складають методологію методики, теорія навчання фізиці, прикладна частина і технологія навчання. Тому пропозиції про зміну назви наукової галузі, яка називається методикою навчання фізики, є неспроможними [9, с. 78].

І ще про один серйозний недолік методичних досліджень, в тому числі й дисертаційних. Більшість методичних досліджень в основному говорить про те, що має розповідати чи робити вчитель, і ні слова про те, що при цьому відбувається з учнями, з їх інтелектуальним розвитком, з розвитком критичного та аналітичного мислення, творчих здібностей тощо. Дана тенденція веде до того, що такі дослідження мало впливають на стан навчання й виховання [9, с. 78].

При визначенні нового змісту фізичної освіти слід поставити перед собою наступні питання: яку фізику - класичну чи сучасну вивчати в школі та який курс можна вважати сучасним, і в той же час елементарним, доступним для учнів? Теоретичний аналіз фізичного змісту навчального матеріалу, дидактичних принципів і даних психології дає усі підстави зробити висновок, що в сучасному шкільному курсі не повинно бути поділу на класичну і нову фізику. Вони повинні стати одним цілим. Це означає, що переважна частина навчального матеріалу класичної фізики повинна вивчатися з врахуванням сучасних фізичних поглядів, а питання нової фізики треба вводити поступово. Сучасний та новітній підхід до аналізу фізичних явищ заключається в наступному: розглядається механізм цих явищ на молекулярному, атомному, ядерному або електронному рівнях. Тому кожен розділ курсу в будь-якому класі необхідно починати з вивчення природи того об'єкта, властивості якого будуть в подальшому вивчатися: вченню про теплоту передують розгляд молекулярної будови тіл, вченню про електрику – будова атомів і поняття про електрон, вченню про світло – електромагнітна природа світла тощо [9, с. 79].

Як було сказано раніше, успішний перехід до нової фізики можливий здебільшого вже від класичної фізики. Між тим деякі її галузі в певній мірі вже є завершеними (гідростатика, вчення про теплоту, геометрична оптика тощо). Безперечно вони мають пізнавальну цінність і повинні бути включені у шкільний курс фізики. Але й необхідно враховувати інші галузі фізики, що мають подальші перспективи розвитку, наприклад, атомно-молекулярне вчення, електроніка, фізична оптика, атомна і ядерна фізика, фізика елементарних частинок. Зрозуміло, що в залежності від напрямку розвитку науки центр ваги курсу повинен переміщатися з одних його розділів на інші. Немає жодних правомірних аргументів і в тому, щоб відображати в шкільному курсі всі, навіть основні, галузі фізики в однаковій мірі, на однакових рівнях і з однаковою повнотою не лише неможливо, але й недоцільно. На жаль, цих речей не враховують автори «нової» програми. Як можна погодитися з тим, що на вивчення електростатики – матеріалу 17- го століття, виділено годин

більше, ніж на атомну і ядерну фізику разом: на вивчення фазових переходів речовини стільки ж часу виділяється, скільки на вивчення фізичної і квантової оптики разом. На вивчення та освоєння простих механізмів: важеля, блоків, похилої площини, поліспаств виділяється разів у 5 більше часу, ніж на вивчення лазера та його застосувань. [9, с. 79].

Перед написанням плану програми автори мають розуміти та враховувати пріоритетність кожного розділу для учнів, спираючись на сучасні наукові відкриття та тенденції.

Ні для кого не буде секретом, що нова фізика ґрунтується на двох сучасних фізичних теоріях, а саме теорії відповідності і квантовій механіці, що виникли в ХХ ст. Понятійний апарат цих теорій дещо суперечить нашим звичайним стандартним уявленням або, як прийнято казати, суперечить «здоровому глузду». І, вивчаючи ці питання після класичної фізики, учні не завжди успішно психологічно перебудовується. Це наявним чином показує досвід вищої школи. Однак пропедевтику такої перебудови можна здійснити при вивченні питань класичної фізики. В цьому випадку перехід від класичної до сучасної фізики буде здійснюватися вже з подоланням учнями нижчого психологічного бар'єру. На сьогоднішній день цей шлях частково вивчений в ряді методичних досліджень, і результати виявилися обнадійливими. [9, с. 79].

У фізиці початку ХХІ ст. відомі три, як їх називають, «великі ідеї»: ймовірність, взаємоперетворюваність частинок і корпускулярно-хвильовий дуалізм: частково ці ідеї відображені в змісті шкільної фізичної освіти, однак методичні пошуки більш кращого та демонстративного відображення цих «великих ідей» в курсі фізики мають певним чином активізуватися та набути позитивної динаміки. До речі, відомий російський методист фізики Л. Тарасов твердить, що сьогодні найбільш важливим завданням школи є формування в дітей імовірнісного мислення [9, с. 79].

Поміж іншим надзвичайно серйозною і складною виявляється проблема включення до змісту шкільної освіти нових наукових досягнень, відображення безпосередньо сучасних фізичних ідей та поглядів, «осучаснення» класичної

фізики. Складова частина даного матеріалу має включатися обережно та поступово, логічно пов'язуючись з матеріалом класичної фізики в єдине ціле, для школярів повинні усвідомлювати важливе значення потреби в сучасному осмисленні матеріалу класичної фізики. У зв'язку з цим науково і методично невиправданим та нелогічним є чисто механічне перенесення з 11 класу в 9-й основ спеціальної теорії відносності під презентаційною, але не коректною назвою «Релятивістська механіка». Матеріал даного розділу чи теми не дає жодних підстав для такої гучної назви. Через це учням доводиться догматично зазубрювати незрозумілий матеріал в повному відриві від класичної механіки, не розуміючи, чому виникла теорія відносності, її значення в сучасній науці і техніці. Відомо, що у шкільному курсі фізики вивчаються два види матерії – речовина і поле. До сьогодні їх властивості вивчаються та розглядаються лише в земних умовах. Тепер же у зв'язку з подіями, що пов'язані з освоєнням космічного простору, а також бурхливим та стрімким розвитком астрофізики, повинні вивчатися властивості матерії в нових фізичних умовах. Великого пізнавального і світоглядного значення набуває той факт, що молодь та підростаюче покоління буде вивчати та ознайомлюватися з тим, що ряд фізичних законів мають не тільки місцевий, локальний, земний характер, а всезагальне значення, що в інших фізичних умовах можуть бути й інші, відмінних від відомих фізиці законів, і що якісне знання властивостей матерії при експериментальних параметрах у космосі вказує шляхи реалізації таких станів матерії, які можуть бути використані для практичних цілей, в першу чергу на Землі [9, с. 80].

На нашу думку, у шкільному курсі фізики подальший розвиток повинно дістати атомно-молекулярне вчення, що відповідає тенденції розкриття в навчанні фізики і хімії мікро механізму явищ на різних рівнях будови речовини, яка намітилася останнім часом. Даний нестандартний підхід до вивчення фізики має вирішальне значення для ліквідації формалізму в засвоєнні знань і достатньо сильно сприяє розвитку наукового мислення учнів. Не слід виключати можливість побудови курсу фізики на структурній основі.

Слід зазначити, що організація дослідження в цьому напрямку є дуже перспективною, бажаною та очікуваною. Відомо, що речовина у Всесвіті на 99,9 % складається з плазми. Плазмовий стан речовини існує в полум'ї, газових струминах, газовому розряді, іоносфері і газовому поясі Землі, в блискавці, полярних сьйвах, міжзоряному просторі. Сонце і багато зір складається повністю з плазми, це має бути відомо кожному старшокласнику, що вивчає фізику. Існуванням плазми обумовлені різні види випромінювань. Широкі технічні застосування плазми зустрічаються в світлотехніці, металургії, машинобудуванні, енергетиці, контрольновимірній техніці. Речовина в плазмовому стані і випромінювання плазми є об'єктом вивчення фізики. Знання властивостей плазми має декілька основних значень: пізнавальне, світоглядне і політехнічне. Всі зазначені раніше факти дають підстави пропонувати вивчення плазми в середній школі як один з агрегатних станів речовини. Дана методика надасть можливість з більшою повнотою та розумінням вивчати властивість речовини [9, с. 80].

Стрімкий розвиток класичної і квантової електроніки та їх широке застосування в техніці вимагають аналізу можливостей відображення цих галузей фізики і техніки в шкільній освіті. Класична електроніка частково вивчається в курсі фізики, хоча з « нової » програми з дивних міркувань виключено вивчення транзисторів. Квантова ж електроніка, наноелектроніка, яка розвивається величезними темпами в теоретичному і практичному напрямках, з певних причин залишається поза шкільним курсом. Між тим оптичний квантовий генератор-лазер, безпосередньо після створення якого почався розвиток квантової електроніки, є принципово новим відкриттям, потужним знаряддям фізичних досліджень і технології виробництва, яке змінило низку виробничих принципів та стандартів. Квантова електроніка сприяла розвитку нелінійної оптики, самостійної галузі фізики, яка швидко розвивається. Під її впливом даного розділу були розвинуті деякі фундаментальні фізичні поняття, наприклад, когерентність. Саме створення лазерів вимагає зміни тлумачення ряду питань оптики, в тому числі курсу

фізики (умови одержання когерентних пучків світла, багатофотонні процеси тощо). На даний момент ще не встановлено, які відомості з квантової електроніки можуть стати предметом вивчення в школі. Однак цілком очевидно, що серед них мають бути фізичні принципи будови і дії лазера і його застосування в технології виробництва, засобах зв'язку, метрології і космонавтиці. Навіть можлива така думка, що буде створений новий розділ в курсі фізики «Електроніка та її застосування» [9, с. 81].

Фізика вивчає властивості речовини і випромінювання і їхні взаємні перетворення тощо. В курсі фізики середньої школи більшу частину часу відводять на вивчення властивостей речовини. Такий акцент може здаватися на сьогоднішній день неправомірним. Вимога посилення уваги до вивчення оптики може бути обумовлена тим, що всесвіт складається головним чином з випромінювання: створення таких галузей фізики як електродинаміка, теорія відносності, атомна і ядерна фізика, квантова механіка і астрофізика органічно пов'язані з розвитком оптики, випромінювання – це фізичний об'єкт, з яким пов'язані явища ультрарелятивістських швидкостей; оптика широко втручається у наукову і виробничу діяльність людей, вивчає не лише властивості випромінювання, але й властивості речовини при взаємодії з випромінюванням. Тому зміст оптики в курсі фізики далеко виходить за межі вивчення світла. Нарешті, можна зтверджувати та наполягати на тому, що найлегший шлях до нової фізики лежить через фізичну оптику. Оптика повинна посідати особливе місце у фізичній освіті. Це визначається та обґрунтовується її великою пізнавальною цінністю, яскраво вираженою діалектикою оптичних явищ і методологічним характером висновків з вивчення про світло, великим прикладним значенням оптики і її роллю в науковотехнічній революції. Таким чином, сформувавши висновок, можна зтверджувати, що перегляд змісту і місця оптики в курсі фізики є дуже важливим методичним завданням [9, с. 81].

Суттєве оновлення дидактичного матеріалу і введення в шкільний курс більш сучасних наукових відкриттів при залишенні в курсі лише класичних

уявлень і понять привели до непереборних труднощів. Вважається, що новий зміст ряду тем курсу і класичне їх тлумачення прийшли в певну суперечність між собою. Справді, сьогодні при вивченні питань випромінювання і поглинання енергії атомом не розглядаються енергетичні рівні атома; електричні властивості напівпровідників вивчаються без використання зонної теорії; хвильові і квантові властивості світла вивчаються відокремлено одні від одних. Програма курсу фізики передбачає в собі вивчення закону взаємозв'язку маси і енергії, а тлумачення поняття маси залишається в рамках класичної фізики; електронні оболонки атомів розглядаються без використання принципу Паулі; молекулярно-кінетичні уявлення формуються без поняття про статистичні закономірності, флуктуації тощо [9, с.81].

## **1.2. Особливості методики навчання фізики у старшій школі**

Добір навчального матеріалу з фізики здійснюють на основі загальнодидактичних принципів науковості, систематичності, єдності теорії та практики, зв'язку із життям, відповідності віковим особливостям учнів, узгодженості з іншими навчальними предметами природничо-математичної галузі і спеціальних принципів: концентричного, ускладнення форм руху матерії, генералізації знань навколо основних фізичних принципів та теорій [8, с. 11].

Актуальність, яку несе в собі будь-яка частина навчального матеріалу має бути підтверджена та узгоджена компетентними комісіями.

Сучасні навчальні плани старшої школи передбачають вивчення фізики на основі концентричного принципу, за якого відбувається розподіл навчального матеріалу так, що майже кожен розділ фізики вивчають двічі. Перший концентр є певною мірою завершеною системою початкових елементарних відомостей зі всіх розділів фізики, він наповнює змістом програму базового курсу фізики, який вивчають в основній школі. Матеріал другого концентру, структурно подібний до базового курсу, становить систему

із широким викладом теорій, застосуванням складнішого математичного апарату і має вищий рівень узагальненості та абстракцій. Перевагою концентричної побудови шкільного курсу фізики є поступове ускладнення навчального матеріалу відповідно до зростання розумових здібностей учнів, а недоліком – повторення навчального матеріалу, що перевантажує школярів. Негативний ефект також полягає у психологічному аспекті повторюваності навчального матеріалу: коли навчання розпочинається з повторення розглянутого матеріалу, інтерес до нього помітно знижується [8, с.11].

Але дана система концентрів дозволяє вивчати матеріал у 7-9 класах на тому рівні, який відповідає віковим особливостям учнів, а вже у старших класах дає змогу повернутися до пройденого матеріалу на вже більш серйозному рівні. Якщо правильно донести вже знайомий матеріал учням з педагогічної точки зору, негативний ефект, пов'язаний з психологічним аспектом повторюваності, одразу ж зникне.

У старшій школі за змістом і структурою фізика систематизована, її вивчення ґрунтується на принципі ускладнення форм руху матерії відповідно до класичних фундаментальних теорій: класична механіка, молекулярна фізика, електродинаміка з основами спеціальної теорії відносності та квантової фізики. Ця структура систематичного курсу старшої школи реалізує основний принцип його побудови – принцип генералізації знань навколо основних фізичних принципів та теорій. Змістовими лініями програми фізики старшої школи є: класичний принцип відносності; закони руху Ньютона; закони збереження; молекулярно-кінетична теорія будови речовини; закони термодинаміки; електронна теорія провідності; теорія електромагнітного поля Максвелла; спеціальна теорія відносності; квантова теорія; вчення про будову атома і атомного ядра [8, С.11-12].

Навчальна діяльність вчителя спирається на закономірності, що можна зрозуміти при одній умові: систематизації досвіду роботи вчителів та результатів науково-педагогічних досліджень. Навчання само по собі є двостороннім процесом, у якому беруть участь як учитель, так і учні, але саме



на плечах педагога лежить відповідальність за організацію навчально-пізнавальної діяльності. В цьому випадку є різноманітні шляхи і способи, які називають методами навчання. Методи навчання – способи взаємопов’язаної діяльності вчителя і учнів, упорядковані і спрямовані на досягнення поставленої мети освіти. Методи навчання з’явилися науковому узагальненню досвіду вчителів-практиків. В даних методах теоретичною основою є методи пізнання і логічного мислення [8, с.12].

Відповідно до видів змісту освіти і способів їх засвоєння російські вчені Михайло Скаткін та Ісаак Лернер за рівнем реалізації розвивальної функції навчання виокремили п’ять методів навчання: пояснювально-ілюстративний (інформаційно-рецептивний), репродуктивний, проблемний виклад, частково-пошуковий, або евристичний, дослідницький.

У процесі навчання фізики вчителю потрібно вміти різноманітними способами контролювати та керувати процесом пізнання учнів, враховуючи специфіку свого предмета. Дані способи називають приватно-методичними і класифікують та перераховують за наступними ознаками:

- способом передавання інформації від учителя до учнів;
- характером діяльності вчителя;
- характером діяльності учнів.

Відповідно до них методи навчання поділяють на три групи: словесні (розповідь, пояснення, бесіда, лекція), наочні (демонстрація приладів, дослідів, моделей, макетів, схем, малюнків, кінофільмів і діафільмів тощо) і практичні (фронтальні лабораторні роботи і лабораторні практикуми, позаурочні досліди і спостереження, розв’язування задач) [8, с.13].

У процесі навчання фізики, усі методи, що будуть застосовані повинні відображати фізику, як науку, у якій теоретична і експериментальна частина йдуть на рівних і використовуються у дослідження однаково часто.

У навчальному процесі теоретичний метод може реалізуватися під час ознайомлення й обґрунтування основних понять, теорій та законів, в свою чергу експериментальний проявляється у самих різних видах навчального

фізичного експерименту. Теоретичний метод пізнання може включати в себе наступні етапи:

- спостереження явищ;
- аналіз і узагальнення отриманих фактів;
- характеристика проблеми;
- висування гіпотез,
- формування теоретичних висновків із гіпотез.

Основну роль у цьому методі грає формулювання проблеми та висування гіпотези, які є здогадкою, виникають інтуїтивно, а не з'являються, як логічний наслідок.

Серед методів теоретичної фізики визначають:

- модельні гіпотези (моделі ідеального газу, броунівського руху тощо). Цей метод ґрунтується на наочних образах і уявленнях, що виникають під час спостережень, а також у процесі проведення аналогій;
- метод математичних гіпотез (математична екстраполяція). На основі експериментальних даних знаходять математичний вираз функціональної залежності між фізичними величинами. Із математичних рівнянь роблять висновки, які перевіряють експериментально. Якщо дослід підтвердив їх, то гіпотезу вважають правильною, в іншому разі її відхиляють. Прикладом математичної гіпотези є рівняння Максвелла, на яких ґрунтується класична макроскопічна електродинаміка;
- метод принципів (закони збереження енергії й імпульсу та закони термодинаміки). Він ґрунтується на екстраполяції дослідних або теоретичних даних, що підтверджують практично [8, с.13].

Виявляється, що експериментальний метод доволі тісно пов'язаний із теоретичним і охоплює в себе наступні аспекти: формулювання завдань експерименту, висування робочої гіпотези: розроблення методу дослідження й проведення експерименту, спостереження й вимірювання, систематизацію

одержаних результатів, аналіз і узагальнення експериментальних даних, висновки про достовірність робочої гіпотези [8, с.14].

Поширена класифікація методів навчання з урахуванням засобів навчання, які використовують на уроках: словесні, демонстраційні, лабораторні, робота з книгою, розв'язування задач, ілюстративні, методи контролю та обліку знань і умінь учнів.

Усі класифікації являються важливі й унікальними, та мають рівноправні можливості у даній сфері. Кожен метод може реалізовуватися на практиці з допомогою застосування та використання різноманітних прийомів у їх взаємозв'язку.

Запорукою високої ефективності навчального процесу з фізики є якісна організація самого навчального процесу. Кожна форма організації здійснюється з урахуванням певних аспектів, а саме: теми заняття, мети, вікової групи учнів, рівня їх розвитку, кваліфікації вчителя тощо.

Практична діяльність вчителів фізики має свою головну форму організації навчального процесу, а саме мова йде про урок. Урок – форма організації навчання, яка забезпечує активну і планомірну навчально-пізнавальну діяльність групи учнів певного віку, складу і рівня підготовки.

Мета уроку має визначати його тип і структуру. Спираючись на дану дидактичну мету класифікують наступні типи уроків:

- ✓ урок вивчення нового матеріалу;
- ✓ урок застосування вмінь та знань на практиці;
- ✓ урок закріплення та повторення матеріалу;
- ✓ урок контролю знань;
- ✓ комбінований урок.

Тепер слід розглянути орієнтовну структуру кожного з цих уроків.

#### **Урок вивчення нового матеріалу:**

- Вступні вправи.
- Актуалізація знань.
- Дослідження проблеми.

- Підведення підсумків та формулювання висновків.
- Задачі та вправи на закріплення здобутих знань.
- Домашнє завдання.

#### **Урок застосування вмінь та знань на практиці:**

- Вступні вправи.
- Практичні завдання для учнів з нової теми.
- Підведення підсумків.
- Домашнє завдання.

#### **Урок закріплення та повторення матеріалу:**

- Аналіз фізичних явищ і законів з теми, яка повторюється.
- Проектна робота чи повідомлення учнів.
- Узагальнення та підведення підсумків.
- Домашнє завдання.

#### **Урок контролю знань**

- Невелике повторення для актуалізації знань.
- Самостійне написання контрольних робіт.
- Оцінювання й аналіз робіт.

**Комбінований урок** на відміну від інших типів не має фіксованої структури та послідовності. Але, як правило, проводиться за наступним алгоритмом:

- Актуалізація знань.
- Виклад нового матеріалу.
- Систематизація вже вивченого.
- Домашнє завдання.

З розвитком технологій та зміною психології теперішніх учнів педагогами-методистами було розроблено нові форми та структури уроків. Мета цих дій – активізація пізнавальної діяльності учнів. Розглядаються наступні новітні типи уроків:

- ❖ урок – «ділова гра»;
- ❖ урок-змагання;

- ❖ урок-консультація;
- ❖ урок-лекція;
- ❖ урок-аукціон;
- ❖ урок комп'ютерних технологій;
- ❖ урок – подорож;
- ❖ урок-діалог тощо.

Увесь цей перелік уроків несе в собі певну новітність та незвичність. Розробка даних типів уроків потребує детального опрацювання та нестандартного підходу. Але все ж більшу частину із нових типів уроків можна описати, спираючись на вже існуючу структуру та класифікацію дидактичних правил.

Засоби навчання – необхідна складова будь-якого навчального середовища, складова множини засобів навчальної діяльності. З них формуються матеріальна та інформаційна складові навчального середовища; вони мають вплив на діяльність суб'єкту навчання та організацію дидактичного процесу; створюють умови, в яких забезпечуються можливість досягнення попередньо сформульованих цілей навчання, які, в свою чергу, покликані відображати якість дидактичного процесу. Вдалий вибір дидактичних засобів сприяє ефективнішому використанню в процесі навчання різноманітних методів і форм навчання [6 с.187].

Якщо проаналізувати усі існуючі класифікації навчальних засобів, то можна сказати, що у методистів немає єдиної думки та ідеї, які б стосувалися класифікації засобів навчання. Є перелік деяких авторів, що розглядають кілька різних класифікацій засобів навчання, що висвітлюються на основі наступних підходів [4, с.43], [14]: за складом об'єктів (матеріальні, ідеальні); за відношенням до джерел (штучні, природні); за складністю (прості, складні); за способом використання (динамічні, статистичні); за особливостями будови (плоскі, об'ємні, змішані, віртуальні); за характером впливу (візуальні, аудіальні, аудіовізуальні); за носієм інформації (паперові, магнітооптичні,

електронні, лазерні); за відношенням до технологічного прогресу (традиційні, сучасні, перспективні); за рівнями змісту освіти (засоби навчання на рівні уроку, на рівні предмета, на рівні всього процесу навчання).

Враховуючи сучасний розвиток інноваційних технологій та фізичної науки, то засоби навчання фізики, як наслідок, мають також осучаснюватися та модернізуватися.

Якщо взяти до уваги класифікацію, розроблену Д. Н. Луферовим [7, с.61], то автор поділяє засоби навчання на базові та інноваційні.

Інноваційні навчальні засоби – це додаткові навчальні засоби, що передбачають використання складних технічних пристроїв. До них відносяться технічні та комп'ютерні засоби навчання. Інноваційні засоби

навчання включають:

1) медійні засоби навчання (носії аудіо- і відео контенту):

- аудітивні (фонограма);
- візуальні (відеограма);
- аудіовізуальні (відео-фонограма);

2) технічні засоби навчання (відтворююча апаратура):

- звукотехнічні;
- світлотехнічні;
- звуко-світлотехнічні;

3) комп'ютерні засоби навчання:

- мультимедійні;
- мережеві.

На основі даної класифікації можна розглянути додаткову класифікацію засобів навчання, що представлена у статті В.О. Демкової [6]. Там виділяються дві основні групи дидактичних засобів з фізики: базові та інноваційні (рис 1).

Комп'ютерні засоби навчання передбачають використання мультимедійних засобів на основі комп'ютерних програм та продуктів з інтернету. До мультимедійних комп'ютерних засобів відносяться різноманітні види електронних текстів, статичних та анімаційних зображень, аудіо- та

відеоелементів. Мережеві комп'ютерні засоби навчання – засоби навчальної діяльності, при застосуванні яких використовуються різні інформаційні ресурси і мережеві комунікації всесвітньої мережі Інтернет [6].

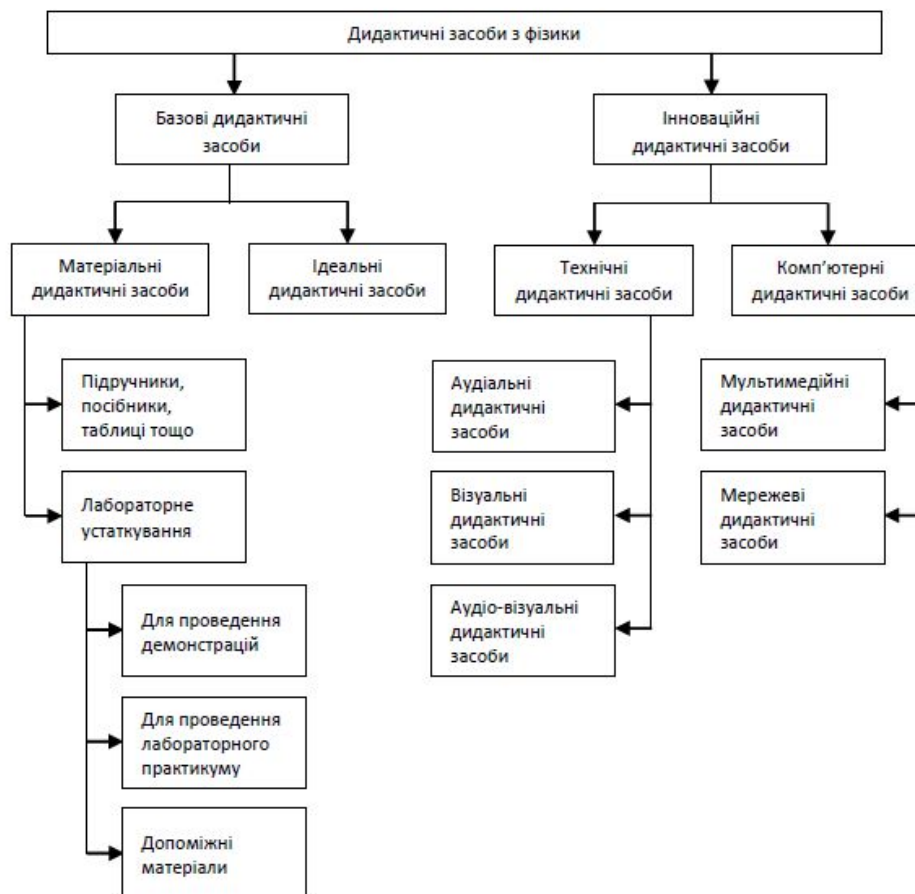


Рис. 1. Класифікація основних груп дидактичних засобів з фізики

### 1.3. Огляд навчальної літератури щодо методики вивчення механіки в ліцях з посиленою військово-фізичною підготовкою

На сьогоднішній день література, яка б розкривала у собі дослідження науковців, методистів та педагогів щодо закладів середньої освіти з посиленою військово-фізичною підготовкою, є доволі дефіцитною. Варто зауважити, що наукових досліджень, які стосуються методики навчання

фізики у ліцєях з підвищеною військово-фізичною підготовкою(ПВФП), до цього часу майже не проводилося. Відомі лише дослідження Л.В. Шпрангер з методики навчання інформатики в умовах суворовських училищ Росії, дослідження О.І. Мельника, присвячене педагогічним умовам формування військово-професійної спрямованості у вихованців суворовських військових училищ.

Одним із тих педагогів, які активно працювали за даною тематикою та запропонували власні методи розв'язання проблеми, є Наумчик Павло Іванович.

За Концепцією загальної середньої освіти старша школа функціонує переважно як профільна. Це створює кращі умови для диференційованого навчання, врахування індивідуальних особливостей розвитку учнів, які відрізняються передусім якісним складом своїх здібностей, і забезпечує належний рівень підготовки випускників школи до вступу у вищі навчальні заклади. Профільність навчання визначається з урахуванням освітніх потреб учнів, кадрових можливостей і матеріальної бази школи, соціокультурного виробничого середовища, перспектив здобуття подальшої освіти випускниками школи [10].

До навчальних закладів, що реалізують профільність навчання, відносять ліцєї з посиленою військово-фізичною підготовкою. Вони повинні забезпечити відбір і якісну підготовку молоді до військової служби та до навчання у військово-навчальних закладах Міністерства оборони України.

Виходячи з досвіду роботи Наумчик П. І., проводячи анкетування серед ліцєїстів, бесід з викладачами фізики серед ліцєїв з ПВФП, зробив висновок, що організована самопідготовка в подібних закладах має низьку ефективність. Головними чинниками цього є:

1. ліцєїсти (весь взвод) одночасно перебувають в одній кімнаті;
2. обмеженість самопідготовки у часі (3 академічні години).

Можна впевнено сказати, що перший з названих чинників пов'язаний з психологічними особливостями підлітків, так як не кожен з них має змогу



зосередитися та сконцентруватися на вивченні певного навчального матеріалу в присутності інших ліцеїстів, то другий фактор являється більш об'єктивним і стосується більшості учнів. В цей же самий час перед ними ставлять підвищені вимоги щодо їх навчальних досягнень. Дана проблема може ускладнюватися ще й тим, що для реалізації профільного навчання в ліцєях з ПВФП необхідно включити до навчального процесу з фізики матеріал, пов'язаний з військовою справою, хоч у нині діючих програмах з фізики цього не передбачено.

Необхідно зазначити, що дослідження вітчизняного методиста з фізики Б.А. Суся [2] деякою мірою мали відношення до розв'язання завдань, які описуються у публікації П.І. Наумчика та стоять у даній магістерській роботі. Незважаючи на те, що в дослідженні Б.А. Суся розглядається питання організації та активізації самостійної навчальної діяльності курсантів при вивченні курсу загальної фізики у вищих військових навчальних закладах (ВВНЗ) [2]. Це дослідження, як відзначає професор Сусь Б.А., відображає й проблему навчання фізики в умовах ліцеїв з ПВФП. Крім того, у докторській дисертації Б.А. Сусь безпосередньо звертає увагу на проблему обмеження часу на самопідготовку курсантів ВВНЗ і пропонує шляхи її розв'язання. Проте результати його дослідження не повною мірою відображають процеси навчання фізики в ліцєях з ПВФП [10].

У своїй дисертації Наумчик П.І. звернув увагу на низку висновків (результатів), які відображають наукову новизну даного дослідження [10].

А саме:

- ✓ було запропоновано та впроваджено в ліцєях з ПВФП міні-модульну методику навчання фізики, яка поєднує в собі традиційні, дослідницькі методи навчання та позаурочну роботу з учнями, що дозволило підвищити результативність навчання фізики ліцеїстів;

- ✓ запропоновано й розроблено основні положення методики навчання фізики в ПВФП та впроваджено в навчальний процес теоретичні дослідницькі завдання;
- ✓ удосконалено зміст навчального матеріалу з фізики, зокрема адаптовано його до військової тематики, яка полягає у включенні до навчального матеріалу з фізики відомостей про сучасну військову техніку та розроблено збірник задач з військовим змістом;
- ✓ одержала розвиток методика проведення позаурочної роботи, а саме: адаптовано її до умов навчання юнаків в ліцеях з ПВФП.

Для реалізації даної методики апробовано і видано для викладачів ліцеїв з ПВФП посібники з методики навчання фізики, у яких висвітлено у довідниковій формі курс шкільної фізики; наведено приклади використання фізичних явищ у сучасних побутових приладах і військовій техніці;

Научник П.І. в дисертації зазначає, що його міні-модульна методика навчання складається з великої кількості фронтальних лабораторних робіт. Як висновок, було затверджено, що умови навчання вихованців ліцеїв з посиленою військово-фізичною підготовкою суттєво відрізняються від умов навчання учнів в загальноосвітніх школах. Отже, і методика навчання фізики у цих закладах відрізняється від методики, реалізованої у процес вивчення шкільного курсу фізики у загальноосвітніх навчальних закладах [10].

### **Висновки до 1 розділу.**

Останні десятиліття фізика розвивається дуже стрімко та впевнено. Деякі розділи вже давно вивчені науковцями та повністю обґрунтовані, а деякі тільки вивчаються і покажуть свій потенціал та перспективу у майбутньому.

Щоб привернути увагу дітей та молоді до вивчення фізики, потрібно перебудувати та змінити деякі аспекти методики навчання фізики. Потрібно переглянути рівень пріоритетів кожного розділу фізики для викладання у

школах. Діти завжди проявляють інтерес до інноваційних технологій та подібних речей. Отже, в методиці потрібно виокремити розділи сучасної фізики та направити більшу частину уваги учнів на вивчення новітніх ідей та фактів, що стосуються даної науки.

## **РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ІННОВАЦІЙНОЇ МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ МЕХАНІКИ ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ЇЇ ВПРОВАДЖЕННЯ**

### **2.1. Модернізація методики навчання фізики в середніх навчальних закладах з посиленою військово-фізичною підготовкою у контексті вимог STEM освіти**

Стрімкий розвиток ІТ-галузі, робототехніки, нанотехнологій виявляє потребу у досвідчених фахівцях, а значить, виникає гостра освітня потреба у якісному навчанні сьгоднішніх учнів технічним дисциплінам – математиці, фізиці, інженерії, програмуванню. Освіта повинна бути випереджувальною та відповідати тенденціям розвитку суспільства в майбутньому [1].

На сьгоднішній день Україна йде шляхом стрімкого інтенсивного розвитку і, відповідно, потребує значної кількості висококваліфікованих підготовлених спеціалістів в інноваційній сфері, які в майбутньому зможуть потенціально стати запорукою та гарантією вдалого успішного економічного розвитку та конкурентоспроможності нашої держави.

Науково-орієнтована освіта школярів – це організація та підтримка цілеспрямованої пізнавальної діяльності учнів загальноосвітніх навчальних закладів щодо формування у них умінь та навичок здійснювати наукові дослідження, використовуючи державні й міжнародні наукові гранти та міжнародну систему захисту інтелектуальних прав. Головна мета науково-орієнтовної освіти школярів – це створення системи навчання на основі компетентнісного підходу, яка орієнтована на самореалізацію особистості молодого науковця, як суб'єкта вітчизняної та міжнародної системи наукового бізнесу [1].

Система навчання STEM (Science-наука, Technology-технологія, Engineering-інженерія, Mathematics-математика) є одним із чітких напрямків інноваційного розвитку природничо-математичної освіти. Завдяки даній системі школярі мають змогу розвивати власну технічну грамотність, логічне мислення, аналітично-практичні навички, вчать вирішувати поставлені задачі, попутно стаючи новаторами, винахідниками та першопроходьцями в

тій чи іншій наукових областях. Рішення найактуальніших проблем майбутнього є одним із новітніх можливостей STEM – навчання.

STEM-освіта – це спосіб допомогти сьогоднішнім дітям в майбутньому стати:

- новаторами;
- цілеспрямованими;
- творчими;
- надійними ланками команди, суспільства, країни;
- вчить жити в реальному швидкозмінному світі;
- вміти реагувати на зміни;
- критично мислити.

**На міжнародних конференціях вже були визначені на ступні ключові заяви, з якими попутно погодилися й українські фахівці [1]:**

- STEM-освіта має починатися з раннього дошкільного віку і продовжуватися в студентські роки.
- Гендерний підхід у навчанні: потрібні програми STEM-освіти для дівчаток. Дівчатка в науці, завдяки своїй акуратності і схильності до роботи з даними, можуть зробити те, що не під силу хлопчикам, але їх потрібно правильно вчити.
- STEM-освіта має будуватися на патріотизмі і любові до своєї країни. Незважаючи на те, що в науці немає кордонів, важливо виростити хорошого фахівця, який приносить користь своїй державі. Проблема витоку мізків без витоку тіл - це нова проблема глобального суспільства.

Раннє залучення дітей в STEM з одного боку буде успішно підтримувати процес розвитку креативного мислення та формування компетентностей, а з іншого буде сприяти соціалізації особистості й розвивати наступні навички:

- **Комунікативність.** Тактовне та розмірне спілкування має бути присутнім в будь-якій ситуації незалежно від посадового

положення людини буде завжди сприяти створенню гарної атмосфери у команді та зміцнення авторитету керівництва. Область навчання STEM – освіти надає доступні та широкі можливості щодо спілкування «один до багатьох» та «один на один».

- **Співробітництво.** Іноді плідна співпраця з товаришами по команді може бути складнішим завданням, ніж фактичне завдання, що стоїть перед командою. Для досягнення інноваційних результатів і вирішення складних завдань, в команді мають працювати особистості з різним науковим і технічним бекграундом. Маленькі, міждисциплінарні команди вимагають співробітництва, взаємодопомоги і швидкого мислення, щоб досягти прогресу в кінці проекту.
- **Творчість.** Поняття «творчість» та «інновації» на сьогоднішній день мають багато чого спільного та йдуть пліч-о-пліч одне з одним. Правильний креативний підхід може вдихнути та надати нове життя у будь-який науково-технологічний проект, незалежно від того, має актуальність даний проект, чи вже втратив її з певних причин, розкрити його ще не виявлені можливості. Більш того, люди, що здатні вийти за межі технічних навичок і мислити нестандартно, можуть винаходити щось абсолютно нове в багатьох інших областях життєдіяльності суспільства.

### **Впровадження в Україні системи навчання STEM сприятиме [1]:**

1. налагодженню видавництва методичної, науково-популярної, довідкової літератури та створення інформаційно-методичних комплексів з природничо-математичних предметів (електронні посібники, віртуальні лабораторії, електронні бази даних, освітні

портали тощо), а також забезпечення умов їх використання у школі;

2. підготовці вчителів природничо-математичних предметів та впровадження в навчальний процес сучасних інформаційно-комунікативних технологій;
3. налагодженню виробництва вітчизняного навчального обладнання і дидактичних засобів навчання;
4. застосуванню підходу до навчально-виховного процесу, який передбачає розвиток особистості, спрямований на активне та конструктивне входження у сучасні суспільно-політичні процеси і досягнення високого рівня самореалізації.

Так як у закладах з посиленою військово-фізичною підготовкою організаційний процес навчання та вільного часу дещо інший ніж у звичайних школах, а саме ліцеїсти проводять увесь вільний час у казармах, то відносини між ними мають складатися також інакше, ніж у звичайних школярів. В більшості випадках між суворовцями панують міцні дружні відносини, які будуються на протязі двох років навчання разом.

В цю ситуацію можна дуже вдало диференціювати поняття та контекст STEM – освіти. А саме мається на увазі одна з найголовніших навичок, яка розвивається під впливом STEM – співробітництво. Ми знаємо, що плідна праця з товаришами може мати велику ефективність у розробці різноманітних проектів та рішенні поставлених задач. Особливо вдалою командна робота буде в тому випадку, коли її учасники доповнюють слабкі сторони одне одного.

Як приклад, команді ліцеїстів можна задати завдання з фізики, яке буде вимагати певних практичних навичок та стосуватиметься військової тематики, яка щільно стосується їх майбутньої діяльності. Вчитель може задати наступне завдання: створити спрощену модель танка, який буде мати максимально допустиму швидкість та мінімальну масу. В даному проекті учням потрібно буде розподілитися на ролі:

1. **Інженер.** Дана людина буде враховувати особливості конструкції танка, його механічні аспекти та складності під час створення потрібної моделі. Не допустити, щоб під час розробки військової техніки команда забула врахувати ту чи іншу деталь.
2. **Фізик.** Має розрахувати мінімальну масу танка, його швидкість, механічну напругу, яку буде чинити дана техніка на асфальт у місті або інші об'єкти.
3. **Програміст.** Роль програміста заключається у створенні грамотної презентації, яка буде правильно відображати усі аспекти розробки проекту, етапи його створення та заключний висновок, від якого буде залежати вся ефективність командної праці.

В даній ситуації ліцеїсти поглиблять у контекст STEM – освіти та попутно будуть працювати з елементами військової справи, і звісно ж використовуючи головні закони фізики, які будуть представлені їм через потрібні галузі.

Ніколи в командній роботі не буває такого, що кожен учасник гарно володіє усіма навичками, але коли команда підібрана грамотна, а саме одна людина компенсує слабкі сторони іншої, тоді в команді буде панувати гарна комунікативність, творчість та співробітництво, і саме для цього працює STEM – освіта.

## **2.2. Розробка та впровадження інноваційною методики вивчення механіки в закладах загальної середньої освіти з посиленою військово-фізичною підготовкою**

На сьогоднішній день програма стандартного рівня фізики для 10 класу починається з вивчення механіки. Особливість цього розділу полягає у тому, що він є дуже зручним в плані фізичних демонстрацій та візуалізації механічних явищ. Усі фізичні явища, що наводяться у розділі механіки,



відбуваються в рамках макросвіту (дуже рідко в мегасвіті), тобто в речах та об'єктах, які мають приблизно наші розміри і безпосередньо оточують нас. Оскільки автор роботи, який викладає фізику у ліцеї-інтернаті з посиленою військовою підготовкою, неодноразово перевіряв та підтверджував на практиці ефективність твердження про те, що для зрозумілого та доступного ліцеїстам викладання суті фізичних явищ потрібно комбінувати демонстрації цих явищ у природі з військовою тематикою. Так як через звичайні порівняння та приклади фізичних явищ у житті не кожен може до кінця зрозуміти та оволодіти, то фізику у контексті бойових дій, військової техніки та балістики ліцеїсти розуміють значно краще. Як наслідок, рівень розуміння учнями основ фізики, які пояснювалися їм через приклади та певні демонстрації у вигляді аналогій з військовою справою, значно підвищується.

Дуже часто серед учнів виникає питання: «Як мені знадобиться фізика у житті?». Такий тип питань є актуальним і серед суворовців. Для них відповідь повинна бути лаконічною, інтригуючою і пов'язаною з їх основним профілем. А саме: «Без розуміння фізичної сутності техніки ніяке формальне виконання інструкцій і настанов не може гарантувати повноцінної дії будь-якої техніки. Вивірені і точні методи фізичного експерименту є відмінною школою пізнання сил природи і управління цими силами.»<sup>(1)</sup> Щоб створити максимальний інтерес учнів до предмета, потрібно знайти зв'язок між цим предметом та сферою їх майбутньої діяльності та інтересів.

Відомо, що механіка включає в себе розділи кінематики, динаміки і законів збереження, статички та механічних коливань і хвиль. Щоб всі ці теми максимально доступно та ефективно засвоювалися учнями, необхідно пов'язати фізичний матеріал даної теми зі специфікою закладу, в якому вони навчаються.

Як правило, вивчення будь-якої теми з фізики складається з двох основних етапів: вивчення теоретичного матеріалу та засвоєння алгоритму рішення задач.

Теорія механіки доволі громіздка за об'ємом та насичена багатьма формулами та фізичними величинами. Багато ліцеїстів, маючи низький рівень як з фізики, так і з математики, зіштовхнуться з труднощами у розумінні багатьох основ та факторів даної теми. Тому суть новітньої методики полягатиме у правильній інтерпретації основ фізики,\* а зокрема розділу механіки, в контексті військової тематики та всього, що пов'язано з нею. Наприклад:

1. Розглянемо 2 снаряди, які мають однакову форму, початкову швидкість  $\vec{v}_0$ , але різну масу  $m$ . Чи впливає на дальність польоту снаряда його маса? Коротка змістовна відповідь: Згущення повітря попереду головної частини снаряда гальмує його політ. Розріджена зона позаду снаряда ще підсилює гальмування. Крім того, стінки снаряда відчують тертя об повітря. При однаковій формі та розмірах снаряди будуть мати й однакову величину сили тертя об повітря. Але, за другим законом Ньютона, менш масивний снаряд буде мати більше від'ємне прискорення  $\vec{a}$ , і, як наслідок, матиме більш інтенсивну швидкість гальмування. Отже, з наведених міркувань більш масивний снаряд пролетить далі. Тобто ліцеїсти повинні зрозуміти, що менша куля летітиме далі, і причина такого розвитку подій лежить у другому законі Ньютона.

*При поясненні даної теми учні можуть навіть повністю конспектувати цю фізичну ситуацію з кулею та її прискоренням, щоб через деякий час ще раз проаналізувати усю суть цього питання та до кінця зрозуміти його. Після конспектування цієї задачі потрібно одразу записати усі відомі формули, що стосуються та певним чином причетні до розрахунку механічних параметрів кулі, паралельно підписуючи назви цих формул для себе в якості коментаря. А саме:  $\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$  - формула визначення прискорення;  $\vec{F} = m\vec{a}$  - другий закон Ньютона. Таким чином формули будуть краще запам'ятовуватися та асоціюватися з даною ситуацією.*

2. Інколи під час бойових дій використовуються парашути для дислокації десанту і обладнання на територію ворога. Як змінюється швидкість падіння під час відкриття парашуту? Чому? Коротка змістовна відповідь: Під час розкриття парашута, купол натягується під дією повітряного потоку. Через велику площу створюється великий опір при русі в повітрі і падіння загальмовується, швидкість зменшуються. Коли сила опору стає рівною силі тяжіння, починається спуск з постійною швидкістю.

Також приклад с парашутом може бути використаний для пояснення стану невагомості. Оскільки *невагомість* – це стан тіла, при якому його вага дорівнює нулю. Слід зазначити, що «ідеальна невагомість» досягається тільки в тому випадку, коли на об'єкт діє тільки поле тяжіння Землі, а інші сили відсутні. На прикладі парашутиста можна стверджувати, що він буде у стані невагомості рівно до того моменту, поки не розкриється парашут, але це за умови, що ми нехтуємо силою опору повітря, після цього сили компенсуються і стан невагомості закінчиться. Але повноцінна невагомість буде в тому випадку, якщо ми знехтуємо опором повітря, яке зазвичай протидіє гравітації й унеможлиблює настання невагомості в її повному розумінні. В цьому прикладі ілюструються основні положення динаміки.

*Складність даного питання буде полягати в тому, що більшість учнів плутатиме поняття «сила тяжіння» і «вага». Тут вони повинні зазначити для себе основні відмінності цих двох понять та записати детальне та максимально зрозуміле обґрунтування формули для ваги тіла на основі законів Ньютона.*

## Доведення

Вага – це сила, з якою тіло діє на опору або підвіс. Зобразимо тіло та опору до взаємодії одне з одним на рис.1.

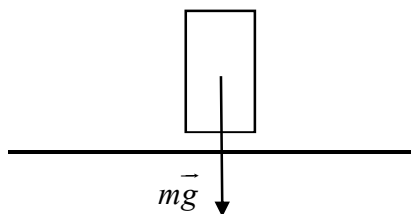


Рис. 2. Сили, які діють на тіло до взаємодії з опорою

Ми бачимо, що на рис. 2 на тіло до поки що діє тільки сила тяжіння  $\vec{F}_{тяж} = m\vec{g}$ . Після взаємодії двох предмета і опори між ними виникають додаткова сила пружності, через які при доторканні об'єкт буде деформувати опору і навпаки, що зображено на рис. 2.

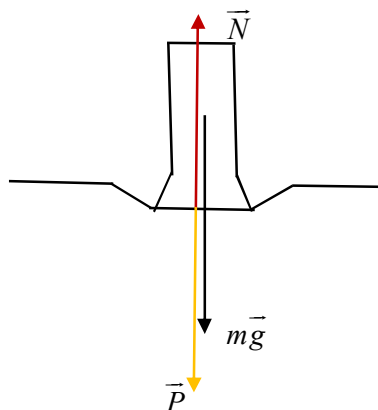


Рис. 3. Сили, що діють на тіло й опору після взаємодії

В даному випадку сила тяжіння як діяла, так і діє, але з'явилася сила реакції опори  $\vec{N}$ , яка направлена протилежно силі тяжіння вгору. Тіло деформувалося під дією опору і точно таким же чином опора деформувалася під дією ваги тіла. У міру того, як тіло опускається, сила пружності зростає. За третім законом Ньютона сила, з якою тіло діє на опору точно така ж по модулю, але протилежно направлена по відношенню до сили, з якою тіло діє на опору. Ця сила й називається вагою тіла  $\vec{P}$ . Тепер сформулюємо й запишемо

другий закон Ньютона: рівнодійна усіх сил, діючих на тіло дорівнює добутку маси тіла на його прискорення. Запишемо даний закон у векторній формі:

$$m\vec{g} + \vec{N} = m\vec{a}. \quad (1)$$

Як раніше зазначалося, за третім законом Ньютона:

$$\vec{N} = -\vec{P}. \quad (2)$$

Тоді, підставивши співвідношення (2) у формулу (1), отримаємо наступний вираз, який і буде визначати вагу тіла:

$$\vec{P} = m(\vec{g} - \vec{a}). \quad (3)$$

Використовуючи формулу (3), можна розрахувати вагу тіла в будь-якій ситуації, незалежно від того, чи рухається тіло з прискоренням, чи знаходиться у стані спокою.

Далі необхідно вкотре зазначити, що вага тіла та сила тяжіння – це різні сили.

Дане твердження учні можуть записати в наступним чином:

**Вагу і силу тяжіння не можна плутати, тому що:**

1. Ці сили прикладені до різних тіл (сила тяжіння прикладена до тіла, вага – до опори або підвісу).
2. Ці сили мають різну фізичну природу (сила тяжіння – гравітаційна, а вага – електромагнітна).
3. Сила тяжіння і вага можуть відрізнятися як по числовому значенню, так і по напрямку.

Після того, як ми довели формулу для ваги тіла, слід звернути увагу на особливі випадки, які учні занотують для себе таким чином:

- Тіло і опора нерухомі чи рухаються з постійною швидкістю  $\vec{v}$  (див. рис. 4).

Звідси  $\vec{a} = \vec{0}$  і, як наслідок,  $\vec{P} = \vec{F}_{\text{тяж}}$ ;  $\vec{F}_{\text{тяж}} = m\vec{g}$ , то:

$$\vec{P} = m\vec{g}. \quad (4)$$

Тому формула (3.1) визначає так звану «нормальну вагу тіла».

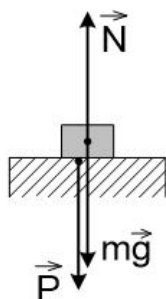
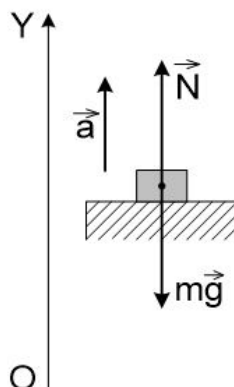


Рис. 4. Проекції сил при русі з постійною швидкістю

- Опора з тілом прискорюються вертикально вгору з прискоренням  $\vec{a}$  (рис. 5).

Рис. 5. Проекції сил при русі вгору з прискоренням  $\vec{a}$ 

Якщо тіло рухається з прискоренням  $\vec{a}$ , направленим вгору, то його рівняння руху буде розраховуватися за виразом (1). Спроектувавши на вісь ОУ, яка направлена вгору, матимемо:

$$P = m(g + a). \quad (5)$$

Отже, вираз (5) - формула для визначення ваги тіла, що рухається вертикально вгору з прискоренням  $a$ . В цьому випадку бачимо, що при рівноприскореному русі вгору вага тіла буде більше ніж сила тяжіння, що діє на нього,  $P > mg$ .

- Опора з тілом прискорюється вертикально вниз з прискоренням  $\vec{a}$  (рис. 6).

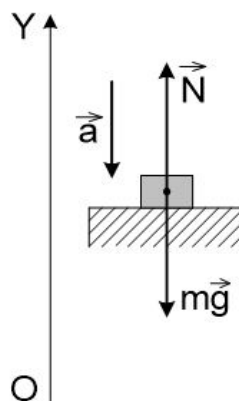


Рис. 6. Проекції сил при русі вверх з прискоренням  $\vec{a}$

Якщо тіло рухається з прискоренням  $\vec{a}$ , направленим вгору, то, підставивши відповідні величини у вираз (1), і спроектувати на вісь ОУ, його рівняння руху буде виглядати:

$$P = m(g - a). \quad (6)$$

Формула (6) служить для визначення ваги тіла, що рухається з опорою вертикально вниз з прискоренням  $a$ . В даній ситуації вага виявляється менше ніж сила тяжіння,  $P < mg$ .

- Опора рухається з прискоренням вільного падіння

Якщо  $a = g$ , то  $P = 0$  - вираз, який характеризує стан невагомості тіла, при якому його вага дорівнюватиме нулю. Отже, тіло, що вільно падає в гравітаційному полі (під дією лише сили тяжіння) по будь-якій траєкторії і в будь-якому напрямку, перебуває в стані невагомості.

Вираз (4) показує, що у випадку, коли тіло не має вертикальної складової прискорення окрім прискорення вільного падіння, набуває поняття «нормальної ваги» та знаходиться за цією формулою, вираз (5) показує, що рухаючись вгору з деяким прискоренням, тіло буде набувати більшої ваги, вираз (6) демонструє інший процес, коли тіло з опорою рухається вниз, його

вага буде меншою ніж сила тяжіння, і, відповідно, останній випадок, де  $P=0$  покаже, що повної невагомості тіло набуде в той момент, коли значення ваги буде нульовим.

3. Наступний приклад буде вдалий після пояснення теми про рівномірний рух тіла по колу та обґрунтування понять «доцентрове прискорення» та «перевантаження». Щоб учні максимально ефективно сприймали складну для них інформацію, не зайвим буде додавання ілюстрацій, які в повній мірі розкриють суть даної теми. Приклад: Льотчик, що виводить літак з пікірування (рис. 3), в нижній частині траєкторії піддається перевантаженню. Справді, в цій частині траєкторії літак рухається по колу з доцентровим прискоренням, спрямованим до її центру по вертикалі вгору. Абсолютне значення прискорення дорівнює:  $a = \frac{v^2}{r}$ .

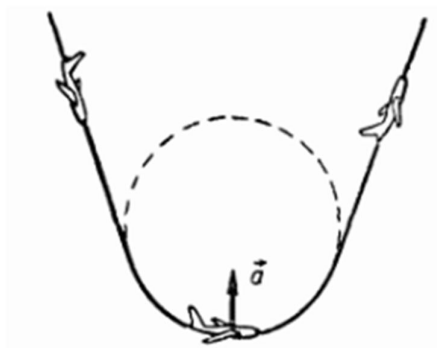


Рис. 7. Частина траєкторії польоту літака під час виконання мертвої петлі

В нижній точці траєкторії свого польоту льотчик буде відчувати максимальне перевантаження, в той же час у верхній точці – мінімальне. Одразу потрібно нагадати суть даного означення: Кількісно перевантаження характеризують відношенням  $a / g$ , яке позначають буквою  $n$  і називають коефіцієнтом перевантаження. При  $n$ -кратному перевантаженні, тобто коли  $a = ng$ , вага людини (і будь-якого іншого тіла) збільшується в  $(1 + n)$  раз. Далі необхідно навести факти, які розкриють для ліцеїстів числову сутність



*коефіцієнта перевантаження:* Так, було встановлено, що людина, яка перебуває у вертикальному положенні, досить добре переносить  $n = \frac{a}{g}$  перевантаження від  $8g$  за 3 с до  $5g$  за 12-15 с. При миттєвій дії, коли перевантаження триватиме менше ніж 0,1 с, людина здатна переносити двадцятикратне і навіть більші перевантаження. Тобто небезпека перевантаження заключається не тільки в розмірі коефіцієнта, а і у тривалості часу даного перевантаження.

*Чому у нижній точці мертвої петлі буде мінімальне перевантаження, а у верхній максимальне?*

В нижній точці мертвої петлі вага льотчика буде обчислюватися за формулою:  $\vec{P} = m(\vec{g} - \vec{a})$ , якщо спроектувати величини на вісь ОУ, то отримаємо:  $P = m(g + a)$ , так як прискорення вільного падіння направлене вниз, а доцентрове – ввєрх (рис. 8)

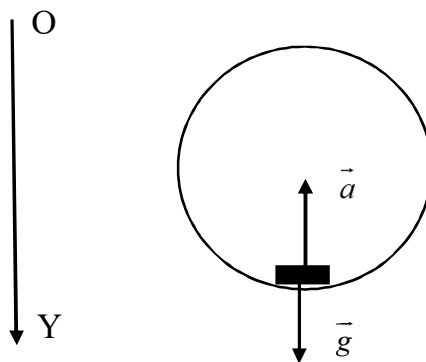


Рис. 8. Вектори прискорень тіла в нижній точці мертвої петлі

В верхній точці петлі після проектування величин на вісь ОУ вага буде дорівнювати:  $P = m(g - a)$ , через те, що вектор прискорення вільного падіння та вектор доцентрового прискорення направлені в один бік (рис. 9).

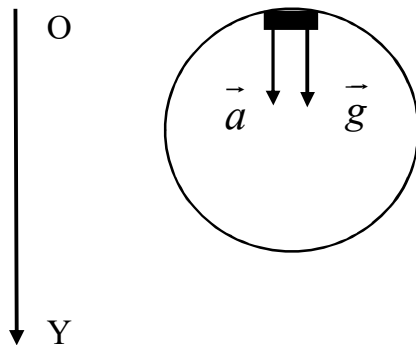


Рис. 9. Вектори прискорень тіла в верхній точці мертвої петлі

*Алгоритм рішення задач на дану цю тему*

### Задача

Яке перевантаження відчуває льотчик та яка його вага в нижчій точці мертвої петлі радіусом 200 м, якщо літак летить зі швидкістю 100 м / с? Маса льотчика 80 кг.

*Розв'язання*

Одразу запишемо формулу знаходження ваги тіла:

$$\vec{P} = m(\vec{g} - \vec{a}). \quad (6);$$

Оскільки літак має доцентрове прискорення, тому що під час виконання мертвої петлі його траєкторія йде по дузі

$$a = \frac{v^2}{r} \quad (7);$$

Тоді, в даному випадку формула ваги тіла виглядатиме як вираз (5) чином:  $P = m(g + a)$ . Вектор прискорення вільного падіння  $\vec{g}$  та вектор  $\vec{a}$  направлені в різні сторони (див. доведення у попередньому прикладі).

Для початку знайдемо прискорення:  $a = 50 \text{ м/с}^2$ .

Підставимо значення прискорення у вираз (6) і отримаємо:  $P = 4800 \text{ Н}$ .

Далі підставимо значення прискорень в формулу  $n = \frac{a}{g}$ , в цьому випадку після розрахунків ми побачимо, що  $n = 5$ , це буде свідчити про п'ятикратне перевантаження.

*Дано:*

$$v = 100 \text{ м/с}$$

$$r = 200 \text{ м}$$

$$m = 80 \text{ кг}$$

$P - ?$

$n - ?$

Тепер розглянемо деякі особливі випадки обчислення ваги тіла.

1. Перший випадок: мотоцикліст проїзжає через вершину пагорбу сферичної форми. Знайти його вагу у найвищій точці траєкторії рис. 10.

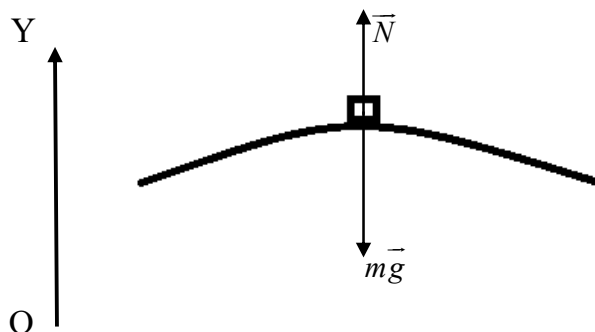


Рис. 10. Проекції векторів сил для першого випадку

Тіло рухається по кривизні, отже має деяке доцентрове прискорення напрямлене до центру кривизни вниз, його рівняння руху буде розраховуватися за виразом (1).

Спроектувавши на вісь  $OY$ , матимемо:  $N - mg = -ma$ , звідси отримаємо вираз (6):

$$P = m(g - a). \quad (6)$$

Як висновок, у найвищій точці кривизни мотоцикліст буде мати меншу вагу, аніж на рівній поверхні, за рахунок доцентрового прискорення.

2. Другий випадок: мотоцикліст проїзжає через велику яму по сферичній траєкторії рис. 11.

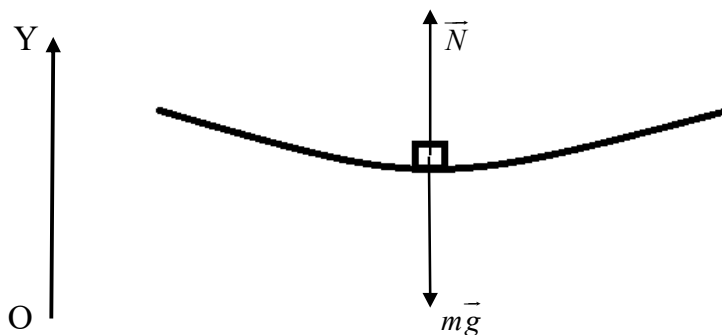


Рис. 11. Проекції векторів сил для другого випадку

В цьому випадку тіло також рухається по кривизні, отже має доцентрове прискорення, направлене до центру кривизни вгору, його рівняння руху знову співпадатиме з виразом (1). Спроектувавши на вісь ОУ, матимемо:  $N - mg = ma$  та як наслідок отримаємо вже раніше показаний вираз (5):

$$P = m(g + a). \quad (5)$$

Можна стверджувати, що в найнижчій точці ями мотоцикліст буде мати найбільшу вагу.

3.Третій випадок: мотоцикліст рухається по стінці циліндру у горизонтальній площині рис. 12.

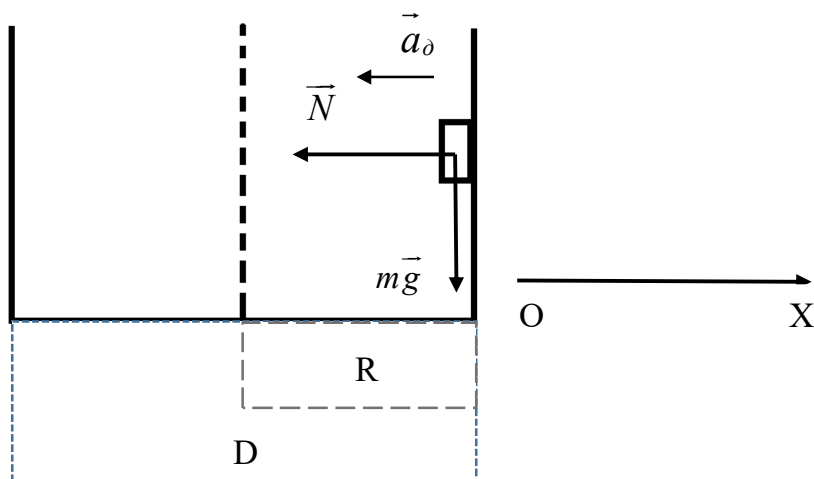


Рис. 12. Проекції векторів сил для третього випадку

Сформулюємо другий закон Ньютона для даного випадку, використавши раніше зазначений вираз (1) спроектуємо сили на вісь ОХ, отримаємо:

$$N = ma_0. \quad (8)$$

Як відомо, радіус циліндра рівний половині його діаметра  $R = \frac{D}{2}$ .

Враховуючи, що швидкість мотоцикліста рівна  $v$ , то доцентрове прискорення  $a_0$  знайдемо за формулою:

$$a_{\partial} = \frac{v^2}{R} = \frac{2v^2}{D}. \quad (9)$$

Підставимо вираз (9) у формулу (1) та отримаємо:

$$P = \frac{2mv^2}{D}. \quad (10)$$

Аналізуючи формулу (10), можна стверджувати, що чисельне значення ваги мотоцикліста буде прямо пропорційно залежати від його маси та квадрату швидкості та обернено пропорційно від діаметру циліндричної поверхні, по стінках якого він рухається.

4. Мінні загородження широко використовувалися у воді. З фізичних міркувань, міна з вибуховою речовиною має більшу густину  $\rho$ , ніж вода, та як наслідок, почне тонути та йти на дно. Що роблять для того, щоб міни не тонули або не спливали на поверхню води? Коротка змістовна відповідь: Щоб міни не потонули, всередині оболонки робилися спеціальні порожнечі, заповнені повітрям, тому міна могла триматися на воді. Щоб даний підводний снаряд тримався на певній глибині, до його оболонки кріпився якір на тросі, який падав на дно й не давав міні спливати. На даному прикладі показується як можна «маніпулювати» виштовхувальною силою Архімеда. Після цього прикладу слід розписати 3 основні умови плавання тіл:

1. Якщо сила тяжіння більша від архімедової сили, тіло буде тонути та опускатися на дно.  $\vec{F}_T > \vec{F}_A$
2. Якщо сила тяжіння дорівнює силі Архімеда, то тіло може знаходитися в рівновазі у будь-якій точці рідини, тіло плаває всередині рідини.  $\vec{F}_T = \vec{F}_A$
3. Якщо сила тяжіння менша від архімедової сили, тіло буде спливати, підніматися вгору.  $\vec{F}_T < \vec{F}_A$  без векторів

Аналогічні умови слід записати і з використання поняття густини тіла:

1. Якщо густина тіла більша від густини рідини, тіло буде тонути, опускатися на дно.  $\rho_T > \rho_P$

2. Якщо густина тіла дорівнює густині рідини, то тіло може знаходитися і рівновазі у будь-якій точці рідини, тіло плаває всередині рідини.  $\rho_T = \rho_P$
3. Якщо густина тіла менша від густини рідини, тіло буде спливати, підніматися угору.  $\rho_T < \rho_P$

Як висновок, запишемо формулу для знаходження сили Архімеда:

$$\vec{F} = \rho \vec{g} V .$$

В цій формулі також є один важливий момент, який більшість ліцеїстів може не розуміти, а саме: величина  $V$  – це не просто об'єм тіла, а об'єм частини, що занурена у рідину, якщо тіло повністю буде знаходитися в рідині, то значення  $V$  буде співпадати з його повним об'ємом, але якщо це ж тіло буде частково занурене у рідину, то ми повинні брати до уваги саме занурену його частину.

Після наведення теоретичного матеріалу та прикладу, пов'язаного з профілем ліцеїстів, проілюструємо на рис. 13 ситуацію, пов'язану з даною темою, де учні мають охарактеризувати усі три стани.

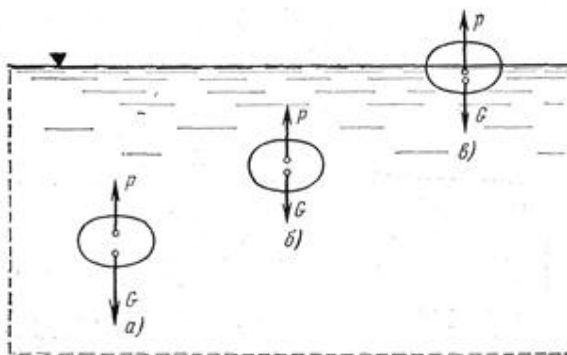


Рис. 13. Умови плавання тіл

Тепер звернемося до умови рівноваги тіла, що перебуває в рідині, доведемо її та зробимо деякі висновки: ми знаємо, що за другим законом Ньютона тіло перебуває у стані спокою, якщо сума усіх сил, що діють на нього, дорівнює нулю. Коли тіло перебуває в рідині, на нього діють дві основні сили

– сила тяжіння  $F_T$  та виштовхувальна сила Архімеда  $F_A$ . Далі розпишемо кожен з цих сил з допомогою формул.

Сила тяжіння знаходиться за формулою  $F_T = mg$ , з 7 класу курсу фізики відомо, що  $m = \rho_T V_T$ , де  $\rho_T$  - густина тіла, що знаходиться в рідині, а  $V_T$  - об'єм цього ж тіла.

Тепер підставимо значення маси з виразу сили тяжіння у вираз, де присутня густина тіла та його маса. Маємо:

$$F_T = \rho_T V_T g. \quad (11)$$

Тепер запишемо формулу для визначення виштовхувальної сили Архімеда

$$F_A = \rho_P g V_3. \quad (12)$$

де  $\rho_P$  - густина рідини, в яку занурене тіло,  $V_3$  - об'єм зануреної частини тіла.

Сформулюємо умову рівноваги, спираючись на другий закон Ньютона, прирівнявши вирази (11) і (12):  $F_T = F_A$ , то маємо:  $\rho_T g V_T = \rho_P g V_3$ , після математичних перетворень отримаємо вираз

$$\frac{V_3}{V_T} = \frac{\rho_T}{\rho_P}. \quad (13)$$

Даний вираз виконується в тому випадку, коли тіло плаває на поверхні рідини. Виходячи з виразу (13), можна стверджувати, що об'єм зануреної частини тіла у стільки разів менше об'єму самого тіла, у скільки разів густина тіла менша густини рідини, на поверхні якої тіло плаває.

Розглянемо декілька прикладів:

1. Деревина  $\rho = 400 \text{ кг/м}^3$ ; вода  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ . Вкинемо дерев'яне

тіло у воду. Звідси:  $\frac{V_3}{V_T} = \frac{400 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}}{1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}} = 0,4$ , тобто 0,4 частини тіла буде

знаходитися під водою, а решта буде над водою.

2. Пінопласт  $\rho = 20 \text{ кг/м}^3$ ; вода  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ .

Звідси:  $\frac{V_3}{V_T} = \frac{20 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}}{1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}} = 0,02$ , після взаємодії пінопласту з водою,

тільки його 2 % будуть знаходитися під водою, решта, що складатиме 98 %, буде над водою.

3. Лід  $\rho = 900 \text{ кг/м}^3$ ; вода  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ .  $\frac{V_3}{V_T} = \frac{900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}}{1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}} = 0,9$ . Отже, 90

% льоду буде знаходитися під водою. Саме з цієї причини ми бачимо тільки 10 % айсберга над водою.

Друга складова для успішного розуміння матеріалу фізики – це освоєння алгоритму розв'язання задач. В нашому випадку ліцеїсти будуть більш охоче вникати та розв'язувати задачі механіки, якщо вони будуть містити якомога більше інформації, яку їм буде цікаво знати, а тим паче вміти розраховувати. Гарним прикладом таких задач є задача збірника Римкевича А.П.: Куля у стволі автомата Калашникова рухається з прискоренням  $616 \text{ км/с}^2$ . Яка початкова швидкість вильоту кулі, якщо довжина ствола  $41,5 \text{ см}$ ?. Після розв'язку даної задачі учень має отримати відповідь  $715 \text{ м/с}$ . Ця задача буде цікава для учнів з декількох причин: по-перше, її зміст стосується профілю майбутніх військових, по-друге, хлопцям буде цікаво розрахувати початкову швидкість кулі у стволі автомата та порівняти значення своїх розрахунків з уже наведеними значеннями швидкостей, які їм відомі з інших дисциплін. Так, справді, згідно з табличними даними початкова швидкість кулі у стволі автомата Калашникова варіюється між  $(700 - 900) \text{ м/с}$ . Паралельно під час розв'язку задача учні працюватимуть з міжнародною системою СІ, де завжди треба пам'ятати, як переводити одні одиниці вимірювання в інші.

Аналогічних задач можна розробити багато, але вони завжди повинні мати правильний та грамотний фізичний зміст, який буде гарно та гармонічно переплітатися з військовою тематикою. Наведемо ще низку задач за схожою методикою:



### Задача № 1

У скільки разів під час пострілу швидкість кулі в середині ствола рушниці менша, ніж після вильоту з нього.

### Задача № 2

Довжина розбігу під час зльоту літака Ту-154 дорівнює 1215 м, а швидкість відриву від землі 270 км/год. Довжина пробігу під час посадки цього літака 710 м, а посадочна швидкість 230 км/год. Порівняйте прискорення (за модулем) і час розбігу та посадки.

### Задача № 3

Після модернізації танк Т-32, яка включала в себе: збільшення товщини броні та установку більш потужної зброї, його маса збільшилася з 24 тон до 26,5 тон, а швидкість зменшилася з 65 до 51,2 км за годину. Порівняйте величини кінетичні енергій танку до переробки та після.

### Задача № 4

Земноводний танк може рухатися на гусеницях по суші зі швидкістю 70 км / год і плавати зі швидкістю 10 км / ч. Скільки часу буде потрібно цьому танку, щоб пройти загальну відстань 61 км, якщо на шляху буде озеро завширшки в 5 км?

### Задача № 5

Підводний човен-розвідник і підводний човен-шукач рухаються на одній глибині по взаємно перпендикулярним траєкторіях. Човен-розвідник - із заходу на схід рухається зі швидкістю  $v_1 = 45$  км / год, човен-шукач - з півдня на північ рухається зі швидкістю  $v_2 = 28$  км / год. Відомо, що о 12:00 човен-розвідник перебувала прямо по курсу щодо човна-шукача, і відстань між ними була  $s = 106$  км. Чи виявить в процесі руху човен-шукач присутність човна-розвідника, радіус виявлення якої при поточних погодних умовах складає  $r = 90$  км? Якщо так, то в який момент часу це станеться?

Задачі мають бути низького, середнього та достатнього рівнів. Занадто складні задачі не варто складати, щоб не було перевантаження.

### **2.3. Аналіз результатів її впровадження та оцінка ефективності інноваційної методики методом спостереження, анкетування та тестування ліцеїстів**

Дана інноваційна методика була впроваджена у двох взводах, а саме: 10-А, та 10-Б класах. В ході дослідження курсантам пропонувалася максимальна кількість прикладів, які б пов'язували тему, яка розглядалася, з військовою тематикою. Паралельно з обґрунтуванням теоретичного матеріалу ліцеїсти вирішували задачі, зміст яких був якомога частіше пов'язаний з військовою технікою: танками, літаками, гелікоптерами тощо.

В якості оцінки ефективності запропонованої методики, в кінці розділу механіки була проведена контрольна робота. Контрольна робота складалася з тестових завдань та з завдань відкритого типу. Контрольна робота включала в себе сім завдань. Дані завдання відносилися до різних типів розв'язання: перші чотири завдання мали тестовий характер, де учні повинні були обрати правильну відповідь із чотирьох запропонованих, п'яте завдання було на відповідність де зліва були чотири твердження фізичного змісту, а справа п'ять числових варіантів. Шосте та сьоме завдання були відкритого типу, де ліцеїсти мали розв'язувати їх через звичайне дано та основні алгоритми розв'язання задач такого типу.

Якщо ж проаналізувати структуру контрольної, то можна виявити, що такий тип роботи аналогічний зі структурою ЗНО, де перша частина екзамену – це тести, друга частина – завдання на відповідність, а третя – задачі відкритого типу. Тобто учні одразу будуть вирішувати завдання на знайому їм тематику та привчатися розв'язувати задачі, які за своєю структурою та основними принципами зустрінуться їм безпосередньо на самому ЗНО.

Сама контрольна робота виглядала наступним чином:

1.) Куди направлений вектор доцентрового прискорення літака, що виконує мертву петлю?(1б.):

- а) по дотичній до траєкторії руху;                      в) до центра;  
б) від центра;    г) перпендикулярно до траєкторії руху;

2.) Рівняння залежності проекції переміщення автомобіля від часу має наступний вигляд:  $S_x = 5t + 0,5t^2$ . Визначити початкову швидкість.(1б.)

- а) 10 м/с<sup>2</sup>;                      б) 0,5 м/с<sup>2</sup>;                      в) 5 м/с<sup>2</sup>;                      г) 1 м/с<sup>2</sup>;

3.) Є чотири танки однакової маси та розмірів. Перший рухається зі швидкістю  $v = 15$  км/год, другий – 10 км/год, третій – 12 км/год, четвертий 17 км/год. Який з чотирьох танків буде мати найбільшу кінетичну енергію?(1б.)

- а) перший;                      б) другий;                      в) третій;                      г) четвертий;

4.) З чотирьох моделей зброї: АК-47, АКМ, РК 62 та РКК одночасно вилітають чотири кулі, початкові швидкості яких: 715 м/с, 740 м/с, 710 м/с та 690 м/с відповідно. Швидкість кулі якої моделі буде найбільша через 0.1 с. якщо вони летять рівноприскорено з однаковим прискоренням?(1б.)

- а) АК-47;                      б) АКМ;                      в) РК 62;                      г) РКК;

5.) Швидкість бронепοїзда зменшилась від 54 км/год до 32,4 км/год на шляху 720 м. Установіть відповідність між фізичною величиною та її числовим значенням у СІ (4б.)

- |  |       |
|--|-------|
| 1. Модуль прискорення поїзда                             | А 10  |
| 2. Час гальмування                                       | Б 30  |
| 3. Швидкість поїзда у момент, коли він проїхав 625 м     | В 60  |
| 4. Швидкість поїзда через 30 с після початку гальмування | Г 12  |
|  | Д 0,1 |

6.) Танк масою 25 тон через 30 с. після початку руху набрав швидкість 20 км/год. Визначте силу тяги.(1.5б)

7.) Довжина розбігу під час зльоту літака Ту-154 дорівнює 1215 м, а швидкість відриву від землі 270 км/год. Довжина пробігу під час посадки цього літака 710 м, а посадочна швидкість 230 км/год. Порівняйте прискорення (за модулем) і час розбігу та посадки. (1.5б)

Після опитування учнів про те, як вплинула дана методика на їх рівень розуміння механіки, з'ясувалося, що приблизно 50 % ліцеїстів стали краще розуміти фізичну сутність багатьох речей та алгоритм розв'язування задач. Решта учнів, що складала інші 50 %, після впровадження методики нічого нового для себе не відкрили і їх рівень знань залишився на низькому рівні.

Тепер порівняємо дані учнів, які були зібрані під час опитування з результатами контрольної роботи. Порівняємо середню оцінку кожного учня до впровадження методики та після.

Спершу проаналізуємо 21 взвод (10-А клас). У таблиці 1 наведені кількість учнів, їх поточна оцінка до знайомства з інноваційною методикою та після, відповідь на анкетуванні, де «+» означає, що теоретичний матеріал та розв'язок задач стали зрозуміліше, а «-» означає, що нічого не змінилося.

Таблиця 1

№ п/п	Оцінка «до»	Оцінка «після»	Відповідь на анкетуванні
1	6	7	+
2	7	8	+
3	6	6	+
4	6	6	-
5	6	6	-
6	6	6	-
7	6	6	+
8	6	7	+
9	7	8	+
10	6	7	+
11	6	6	+
12	6	6	-
13	7	8	+
14	7	8	+
15	6	6	-
16	6	6	+
17	6	6	-
18	6	7	+
19	7	8	+
20	6	7	+
21	6	6	-
22	6	6	-

23	6	6	-
24	6	6	-
25	7	8	+
26	7	8	+
27	7	8	+
28	6	6	+

Проаналізувавши результати контрольної роботи та анкетування, що проведені з ліцеїстами 21 взводу, наведемо статистичні дані : учнів, які за результатами опитування стали краще розуміти механіку виявилось 18 чоловік і, відповідно, 10 чоловік за їх словами не стало краще розуміти фізику. Тепер звернемося до їх оцінок: з табл. 1 видно, що 13 ліцеїстів з 28 підвищили свою оцінку на 1 бал, решта 15 залишилися на колишньому рівні.

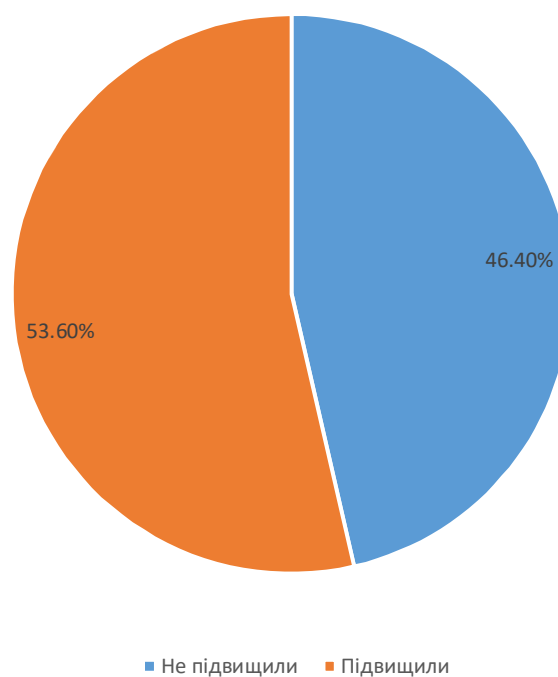


Рис. 14. Візуальна оцінка позитивної динаміки учнів 11-А класу

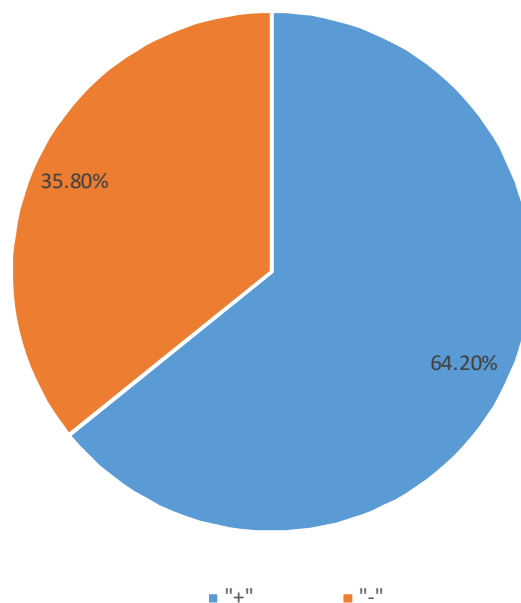


Рис. 15. Результати анкетування 11-А класу

Судячи за інформації, яку дають діаграми, можна підвести підсумок, що не всі учні, які в анкетуванні сказали, про те що вони краще стали розуміти механіку, підвищили свою оцінку. Таких людей виявилось приблизно 20 % класу. Це свідчить про те, що треба більше часу працювати в даному напрямі.

Далі проведемо аналогічний аналіз у 22 взводі (10-А клас). Дані представлені у таблиці 2.

Таблиця 2

№ п/п	Оцінка «до»	Оцінка «після»	Відповідь на анкетуванні
1	6	7	+
2	6	6	+
3	6	7	+
4	6	6	-
5	6	7	+
6	6	7	+
7	7	8	+
8	7	8	+
9	6	6	-
10	6	6	-

11	7	7	-
12	7	7	-
13	7	8	+
14	6	6	-
15	6	6	-
16	6	6	-
17	7	8	+
18	6	6	-
19	6	7	+
20	6	7	+
21	6	6	-
22	7	8	+
23	6	7	+
24	6	6	+
25	6	8	+
26	6	6	+
27	6	7	+

Усі процентні співвідношення показані на рисунках (16) та (17).

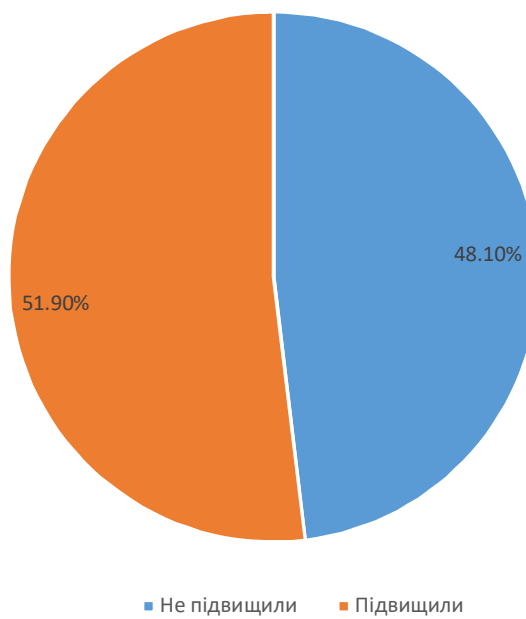


Рис. 16. Візуальна оцінка позитивної динаміки учнів 11-Б класу

## Результати анкетування 11-Б класу

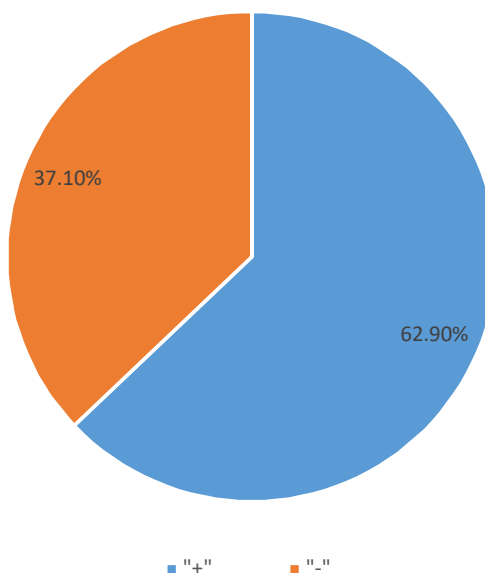


Рис. 17. Результати анкетування 11-Б класу

У 22 взводі схожа ситуація, приблизно половина класу змогла збільшити свої показники з фізики, спираючись на дану методiku, також близько 15 % учнів за своїми відчуттями стали краще розуміти матеріал, але для підвищення оцінки ще попрацювати.

**Висновки до 2 розділу.**

Запропонована інноваційна методика була впроваджена серед двох десятих класів. Ліцеїсти працювали згідно даної методики, опрацьовуючи матеріал з фізики, який був скомбінований через приклади військової справи. Окрім опрацювання теоретичного матеріалу, учні вирішували ряд задач, приклади яких було наведено раніше.

Після аналізу результатів, які були зроблені методом анкетування та спостереження за динамікою оцінок ліцеїстів, можна зробити наступні висновки: за результатами анкетування близько 65 % учнів кожного взводу



стверджували, що стали краще розуміти певні теми та аспекти з механіки; приблизно половина учнів змогла підвищити свою підсумкову оцінку на 1 бал. Тобто утворилося 3 умовні групи серед ліцеїстів:

1. Підвищили оцінку.
2. Стали краще розуміти матеріал, але не підвищили оцінку.
3. Не підвищили оцінку.

Перша група учнів – це ті учні, які плідно працювали та мають позитивний результат. Друга група – учні, які намагалися зрозуміти та заглибитися у розділ механіки, але не мали позитивної динаміки підвищення оцінок. Можна сказати, що даній групі учнів не вистачило заданого часу для досягнення мети через те, що вони мали низький рівень знань та не встигли опанувати усі складності механіки. Третя група – ліцеїсти, які не підвищили своїх оцінок та не винесли для себе нічого нового з даної теми з допомогою інноваційної методики. Така поведінка є доволі стандартною серед учнів на сьогоднішній день, і це стосується не тільки ліцею-інтернату з посиленою військово-фізичною підготовкою. Небажання дітей вчити фізику та розуміти як фізику, так і ряд інших предметів виникає через відсутність мотивації до навчання. Причини відсутності мотивації полягають в наступному:

- a) Діти не розуміють навіщо їм потрібно вчити фізику, тобто вони не зможуть зрозуміти, як знання з даного предмету можуть знадобитися та допомогти їм у майбутньому.
- b) Учні максимально концентруються на вивченні тих предметів, по яким вони будуть складати ЗНО та ДПА. На інші опанування інших предметів в них просто не вистачає часу й сил.
- c) Складність. Кожен предмет має свої нюанси та складності в розумінні. Фізика – це наука, яка дається учням дуже важко. Тому більшість дітей просто не може й не хоче «перестрибнути» навіть через мінімальний поріг розуміння фізики.

Але наявність 50 % ліцеїстів, які змогли покращити свої результати, свідчить про те, що ефективність запропонованої методики знаходиться на достатньому рівні.

## ВИСНОВКИ

Під час написання даної магістерської роботи було опрацьовано ряд спеціальної літератури, що стосувалася розглядуваної теми, розкрито особливості навчальної діяльності ліцеїстів у закладах з посиленою військово-фізичною підготовкою та запропоновано інноваційну методика вивчення механіки у закладах з ПВФП.

Вже зазначалося, що неможна порівнювати умови навчання школярів звичайних шкіл з умовами навчання ліцеїстів у закладах з ПВФП. Учні даних ліцеїв мають більше складностей у навчальному процесі, аніж звичайні школярі. Ці складності проявляються в обмеженості у часі для самостійного опрацювання матеріалу, неузгодженості профільності навчання в ліцеях з ПВФП з діючими навчальними програмами з фізики тощо. Тому методика навчання фізики в подібних закладах освіти повинна дещо відрізнитися від звичайних стандартних методика.

Методика, пропонувалася та впроваджувалася у даній роботі показала себе з гарної сторони, аналізуючи її результати, можна стверджувати що ефективність даної методичної роботи знаходиться на достатньому рівні.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. STEM-освіта: веб-сайт. URL: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/>.
2. Дидактичні та методичні основи активізації самостійної діяльності студентів (курсантів) при різних формах занять з фізики : навч.- метод. посібник / Б. А. Сусь ; Київський військовий ін-т управління та зв'язку. - Київ : [б.в.], 1996. 185 с.
3. Бугаев А.И. Методика преподавания физики в средней школе. Теоретические основы. – М.: Просвещение, 1981. 288 с.
4. Заболотний В.Ф. Методика навчання фізики. Загальні питання (в схемах і таблицях з мультимедійними додатками). Вінниця: Едельвейс і К, 2009. 112 с.
5. Катковський А.В. Використання інформаційних технологій у процесі вивчення дисципліни "цивільний захист". Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України. Сер.: Педагогічні та психологічні науки. 2015. № 1. С. 111-120.
6. Демкова В.О., Хомяковський Ю.Л. Класифікація засобів навчання фізики у вищій школі. Фізико-математична освіта. 2018. Вип. 1. С. 187-190.
7. Луферов Д.Н. К вопросу о классификации средств обучения. Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Педагогика. 2014 № 1. С. 68-77.
8. Методика навчання фізики у старшій школі: навч. посіб. / В. Ф. Савченко та ін.; за ред. В. Ф. Савченка. Київ, 2011. С. 11-17.
9. Гончаренко С.У. Актуальні проблеми методики фізики. *Часопис Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка*. Сер.: Педагогічні науки. 2010. Вип. 90. С. 76-81.
10. Наумчик П.І. Методика навчання фізики у загальноосвітніх навчальних закладах з посиленою військово-фізичною

підготовкою : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня к-та пед. наук : 13.00.02 Кіровоград, 2009. 21 с.

11. Нещадим М.І. Військова освіта в Україні (теоретичні основи створення та розвитку). Сучасна вища школа: психолого-педагогічний аспект: монографія / За ред. Н.Г. Ничкало. Київ: 1999. С. 78-106.
12. Нещадим М.І. Військова освіта в Україні: історія, теорія, методологія, практика: монографія. Київ: ВПЦ “Київський університет”, 2003. 852 с.
13. Хорев, І.О. Педагогічні умови ефективного застосування сучасних технічних засобів навчання. – Київ, 2007. Вип. 47. С. 103-107.
14. Хуторской А.В. Практикум по дидактике и современным методикам обучения. СПб.: Питер, 2004. 541 с.