

**УДК 37.016:53**

**Мельник Юрій Степанович –**

кандидат педагогічних наук, старший науковий співробітник

відділу біологічної, хімічної та фізичної освіти

Інституту педагогіки НАПН України

ORCID ID: 0000-0002-1268-6199

e-mail: ysm0909@ukr.net

## **МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ КЛЮЧОВИХ ПОНЯТЬ МЕХАНІКИ В ПРОЦЕСІ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ УЧНЯМИ ОСНОВНОЇ ШКОЛИ**

**Постановка та обґрунтування актуальності проблеми.** Зміст навчання фізики в основній школі обумовлений стратегічним напрямом розвитку сучасної базової середньої освіти – формування важливих життєвих компетентностей, необхідних для майбутнього самостійного життя незалежно від обраної професійної діяльності, що не суперечить головному завданню школи – міцного і глибокого засвоєння цілісної системи фізичних знань та формування ключових понять.

Формування понять механіки потребує запровадження ефективних методів, прийомів і засобів навчання, домінуючим компонентом яких є розв'язування задач. Задачі використовується як метод засвоєння, закріплення, перевірки й контролю знань, засіб набуття наскрізних умінь (експериментування, конструювання, моделювання), навичок професійного самовизначення, екологічного й економічного виховання, розвитку ключових компетентностей.

Розв'язування задач сприяє засвоєнню знань про стан навколишнього середовища, сферу застосування фізичних законів, розумінню органічної єдності людини та природи, цілісності наукової картини світу, етапів

пізнавальної діяльності, формуванню понять, використанню здобутих знань під час дослідження різноманітних природних явищ і процесів, практичного застосування відповідних законів і закономірностей у технічних пристроях, на виробництві, різних сферах життєдіяльності людини, виявленню ставлення до ролі фізичних знань у житті людини, суспільному розвитку, техніці, становленні сучасних технологій [1].

Формування переконливих уявлень основ механіки, навчальний матеріал якої переважно складає предмет вивчення базового курсу фізики, потребує створення й відпрацювання відповідної методики навчання, головним компонентом якої є розв'язування задач.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Враховуючи результати аналізу праць О. Бугайова, М. Головка, С. Гончаренка, М. Мартинюка, М. Садового, Є. Коршака, О. Ляшенка та інших учених, методистів, учителів-практиків, виокремимо основні концептуальні засади розвитку методики навчання механічних явищ в основній школі.

Навчальний матеріал, який містить ключові поняття механіки, висхідні факти, принципи, моделі, ґрунтується як на наявних у школярів знаннях основ фізичної науки, так і становить новий ще не пізнаний ними зміст. Тому під час розроблення методики навчання механічних явищ слід враховувати, що згідно діючих програм зазначений матеріал вивчається, розпочинаючи вже із 7-го класу. Учням надаються початкові уявлення і фізичні поняття, що розкривають сутність основних механічних явищ.

Проблеми реалізації задачного підходу у навчанні досліджували Д. Александров, Г. Альтшуллер, О. Бугайов, С. Гончаренко, П. Знаменський, Є. Коршак, О. Ляшенко, В. Орехов, А. Павленко, А. Шапіро та ін.

**Метою даної статті** є розкриття методичних особливостей формування ключових понять механіки в процесі розв'язування задач учнями основної школи та виявлення шляхів удосконалення навчання розділів механіки базового курсу фізики.

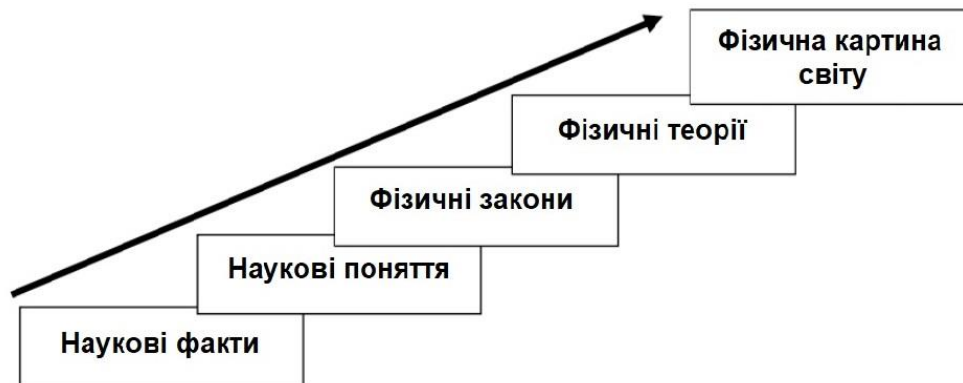
**Методи дослідження.** Аналіз філософської, психолого-педагогічної, наукової літератури та нормативної документації в процесі вивчення теоретичних основ досліджуваної проблеми.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Компетентнісний потенціал курсу фізики основної школи визначено Державним стандартом базової середньої освіти, у якому відображено опорні знання, наскрізні вміння, обов'язкові результати навчання та орієнтири їхнього оцінювання, виокремлено ключові компетентності, якими мають оволодіти школярі після закінчення кожного з двох циклів – адаптаційного (5–6 класи) і предметного навчання (7–9 класи), встановлено чіткі орієнтири, за якими учні розбудовуватимуть власні компетентності – здобуватимуть знання, розвиватимуть уміння та формуватимуть ставлення [4].

В умовах, коли змістові лінії освітнього стандарту втрачають своє категоріальне значення як системотвірного чинника структури базового курсу фізики, виникає необхідність переорієнтації процесу засвоєння змісту із реалізації цільових настанов на формування компетентностей. Модернізація змісту курсу, впровадження компетентнісної парадигми навчання не суперечить засвоєнню системи знань і ключових понять [2].

Компоненти такої системи, окрім наукових фактів і принципів, мають у своєму складі таку логічну категорію як *«поняття»*, повноцінне засвоєння змісту якого слугує підґрунтям успішного навчання фізики в основній школі. Формування ключових наукових понять – найважливіше завдання кожного вчителя, що обумовлено компонентами і структурою системи фізичних знань (рис. 1). Поняття – основний засіб формування і накопичення досягнутого людиною наукового і практичного досвіду. Саме за допомогою понять здійснюється передача навчальної інформації, озброєння учнів знаннями й уміннями. У базовому курсі фізики вивчаються різні види наукових понять – речовина і поле, властивості і стани матеріальних

об'єктів, фізичні величини, що кількісно характеризують процеси і явища, прилади, механізми, обладнання [5].



**Рис. 1. Система фізичних знань**

Наукове поняття як окремий об'єкт у природі не існує. Фактично будь-який компонент системи фізичних знань – інтелектуальний конструкт, продукт діяльності людей, оформлений у вигляді певної логічної моделі. Фізичні поняття, закони і теорії сформульовано для ідеальних фізичних процесів або явищ, які є моделями об'єктів реального світу.

У процесі вивчення розділу механіки закладаються основи фізичного знання про механічні явища і процеси – учні усвідомлюють їх сутність, оволодівають професійною термінологією, методами наукового пізнання та алгоритмами розв'язування задач, у них розвиваються експериментальні вміння й дослідницькі навички. Наведемо приклад структурних елементів фізичних знань у змісті навчання розділу механіки базового курсу фізики (табл. 1).

*Таблиця 1*

**Зміст структурних елементів фізичних знань з механіки**

Навчальна тема	Основи кінематики	Основи динаміки	Закони збереження
<b>Поняття</b>			
Явища і процеси	Механічний рух	Взаємодія тіл, сила тяжіння, тертя, деформація	Реактивний рух, механічна робота, потужність
Властивості і стан		Інертність, невагомість	

матеріальних об'єктів			
Моделі матеріальних об'єктів, процесів і явищ	Фізичне тіло, матеріальна точка, система відліку, траєкторія, графіки руху, прямолінійний рівномірний і рівноприскорений рух	Інерційна система відліку	Замкнена система тіл
Фізичні величини	Координати, переміщення, швидкість, шлях, прискорення, частота, період обертання	Сила, маса, сила пружності, сила тяжіння, вага тіла, сили тертя, коефіцієнт тертя ковзання, тертя в природі й техніці, сила тиску, сила реакції опори	Імпульс тіла, робота сил тяжіння, пружності, тертя, потенціальна і кінетична енергія
Особливості протікання явищ і процесів	Прямолінійний і криволінійний рух, відносність механічного руху	Тертя спокою і ковзання, взаємодія на відстані	
Прилади й обладнання		Динамометр, важільні ваги	
Закони і закономірності	Складання переміщень і швидкостей, кінематичні закони прямолінійного рівномірного й рівноприскореного руху	Закони всесвітнього тяжіння, Гука, Паскаля, залежність сили тяжіння від маси тіла	Закони збереження імпульсу й енергії в механічних процесах

Зміст структурних елементів фізичних знань відтворюється за типовим алгоритмом, багатократне застосування якого дає змогу учням засвоїти не лише навчальний матеріал, а й спосіб пізнавальної діяльності (алгоритм є орієнтовною основою дій).

Розв'язування задач – один із основних методів навчання фізики, використовуючи який здобуваються знання про природні об'єкти та явища, набуваються практичні й інтелектуальні вміння, створюються і розв'язуються

проблемні ситуації, вивчається історія науки і техніки, формуються поняття, ключові й предметна компетентності, творчі здібності тощо. У сучасних умовах становлення виробництва на кожному робочому місці спеціаліст повинен вміти розв'язувати задачі, пов'язані з наукою, технікою та повсякденним життям.

Учні засвоюють саме поняття «задача», усвідомлюють значущість задач у житті, науці, техніці, набувають різних способів їх розв'язання – вибір системи відліку, віртуальних переміщень, дзеркальних відображень, моделювання та інші. Особлива увага надається послідовності виконання дій, аналізу фізичного явища, обґрунтуванню отриманого результату. У процесі розв'язування систематично здійснюються світоглядні та методологічні узагальнення, враховуються потреби суспільства, знання історії фізики, значення математичних перетворень тощо.

З метою підвищення ефективності формування ключових понять механіки на основі застосування задачного підходу у кожному розділі курсу фізики створено систему спеціальних рівневих задач, зміст яких відповідає цілям базової середньої освіти і є цікавим та доступним учням, розроблено відповідні методи і способи їх розв'язування, побудовано навчальну діяльність у формі постановки і розв'язування навчально-пізнавальних задач.

Успішне розв'язування задач потребує як конкретних, так й узагальнених знань, умінь і навичок. Основу узагальнених знань складають фундаментальні поняття методологічного характеру, серед яких: фізичне «явище», «закон», «система», «модель», «величина», «взаємодія», «ідеальні об'єкти й процеси», «стан фізичної системи» тощо. У процесі розв'язування задач з кінематики формуються поняття про простір і час, види механічного руху та фізичні величини, що його характеризують.

Наведемо узагальнений алгоритм розв'язування значної кількості обчислювальних задач: аналіз умови та її наочна інтерпретація; складання

рівнянь, що пов'язують фізичні величини; розв'язування системи рівнянь відносно шуканої величини; аналіз вірогідності отриманого результату.

У процесі розв'язування задач із розділу механіки слід виконувати таку орієнтовну послідовність дій: 1) визначити, які з фізичних величин є скалярними, а які – векторними; 2) задачі, незалежно від способу подання даних, слід розв'язувати в загальному вигляді; 3) перетворити фізичну задачу у математичну, записавши її умову за допомогою формул; 4) щоб усвідомити фізичну сутність задачі, потрібно накреслити схему і відобразити на ній відомі й шукані величини; 5) використовуючи фізичні закони й формули, встановити математичні залежності між ними; 6) переконатися, що кількість невідомих співпадає із кількістю рівнянь; 7) одержавши відповідь у загальному вигляді, виконати обчислення у певній системі одиниць (зазвичай СІ); 8) дотримуватися правил наближених обчислень; 9) перевірити вірогідність отриманого результату.

Наведемо орієнтовний порядок дій розв'язування кінематичних задач: 1) проаналізувавши умову, вказати на схемі траєкторію руху тіла, вектори швидкості і прискорень в певні моменти часу; 2) вибрати систему відліку, початок координат якої, зазвичай, розміщують в початковій точці руху, а осі  $Ox$  і  $Oy$  спрямовують у його напрямку; 3) зафіксувати координати тіла у визначені моменти часу й спроектувати вектори швидкостей і прискорень на осі  $Ox$  і  $Oy$ ; 4) встановити зв'язок між фізичними величинами, позначеними на схемі, та записати за потреби додаткові умови задачі.

Розв'язування конкретної задачі потребує застосування відповідного закону. Наприклад, задачі розділу «Рух і взаємодія. Закони збереження» розв'язуються з використанням законів Ньютона. У законі збереження імпульсу пов'язані початкові й кінцеві значення імпульсів тіл під дією внутрішніх сил замкнутої системи. До класу подібних задач належать переважно такі, в яких досліджується розрив цілого на частини (об'єднання

кількох тіл), удар або рух одного тіла поверхнею іншого. Розв'язуючи їх, варто дотримуватися наступних правил: 1) з'ясувати чи дана система замкнута; 2) намалювати схему, на якій зображено вектори початкового й кінцевого імпульсів тіл; 3) вибрати систему координат і спроектувати їх на осі  $Ox$  і  $Oy$ ; 4) скласти рівняння закону збереження імпульсу в проекціях на осі координат. Якщо напрямок вектору  $\vec{p}$  співпадає з додатним напрямком осі або утворює з нею гострий кут, то проекція імпульсу додатна, якщо ні – від'ємна; 5) записати числові значення вхідних даних, визначити кількість невідомих  $i$ , використовуючи формули кінематики, розв'язати систему рівнянь відносно шуканої величини.

Використовуючи рівняння закону збереження і перетворення енергії  $W = W_K + W_{\Pi}$ , розв'язується значна кількість задач класичної механіки.

Воно разом із формулами законів Ньютона й збереження імпульсу утворює повну систему рівнянь, що описують досліджуване явище. Особливо важливо використовувати закони збереження в процесі розв'язування задач, де відомі різні механічні стани або положення тіла в просторі під час: а) рівнозмінного; б) нерівномірного руху.

У законі збереження енергії пов'язані характеристики початкового й кінцевого положення системи взаємодіючих тіл, що дає змогу спростити розв'язування значної кількості задач. Узагальнений алгоритм можна представити так: 1) намалювати схему і записати формулу закону збереження і перетворення енергії:  $A = W_2 - W_1$ ; 2) визначити стани системи тіл; 3) вибрати нульовий рівень відліку потенціальної енергії; 4) зобразити зовнішні сили в довільній точці траєкторії, і визначити кінематичні величини  $v$  і  $h$ , які характеризують механічний стан системи в першому і другому положеннях; 4) використовуючи формули  $A = \vec{F} \vec{s} \cos \alpha$ ;  $W_K = \frac{mv^2}{2}$ ;  $W_{\Pi} = mgh$  скласти рівняння обчислення роботи зовнішніх сил і повної механічної енергії



системи тіл в положеннях I і II – представити роботу  $A$  як функцію модулів сили  $\vec{F}$  і переміщення  $\vec{s}$  ( $A = \int (F, s)$ ), а енергії  $W_1$  и  $W_2$  як функції швидкостей  $v$  і відстаней  $h$ . Підставивши ці вирази в початкове рівняння закону збереження енергії, знайдемо невідому величину.

Загальні зауваження до розв’язування задач такого типу.

**Задача.** Людина масою  $m_1 = 60$  кг біжить із швидкістю  $v_1 = 8 \frac{\text{км}}{\text{год}}$  й застрибує на візок масою  $m_2 = 80$  кг, який рухається із швидкістю  $v_2 = 2,9 \frac{\text{км}}{\text{год}}$ . З якою швидкістю  $u$  рухатиметься візок, якщо людина біжить в тому ж напрямку? Назустріч?

Дано:	Розв’язок
$m_1 = 60$ кг	Система «людина – візок» – замкнута. а) Людина наздоганяє візок. За законом збереження імпульсу: $m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) u$ , звідки $u = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} = 5,14 \frac{\text{км}}{\text{год}} = 1,43 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ;
$m_2 = 80$ кг	
$v_1 = 8 \frac{\text{км}}{\text{год}} = 2,22 \frac{\text{м}}{\text{с}}$	
$v_2 = 2,9 \frac{\text{км}}{\text{год}} = 0,81 \frac{\text{м}}{\text{с}}$	б) Людина біжить назустріч візку. За законом збереження імпульсу $m_1 v_1 - m_2 v_2 = (m_1 + m_2) u'$ , звідки $u' = \frac{m_1 v_1 - m_2 v_2}{m_1 + m_2} = 1,71 \frac{\text{км}}{\text{год}} = 0,475 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .
$u - ?; u' - ?$	
Відповідь: а) $u = 5,14 \frac{\text{км}}{\text{год}} = 1,43 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ; б) $u' = 1,71 \frac{\text{км}}{\text{год}} = 0,475 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .	

### Висновки з дослідження і перспективи подальших розробок.

Створена методика навчання механічних явищ у базовому курсі фізики передбачає, насамперед, засвоєння змісту ключових понять у процесі розв’язування задач, що спонукає особистість використовувати соціальний досвід, реалізовувати способи евристичної та дослідницької діяльності, потребує активізації самостійної навчально-пошукової роботи. Розв’язування системи задач сприяє розвитку індивідуальних здібностей,

інтересів, обдарувань учнів, формуванню компетентностей, необхідних для соціалізації та громадянської активності, свідомого вибору подальшого життєвого шляху та самореалізації

Проблема навчання розділів механіки багатоаспектна. Потребують проведення подальших додаткових досліджень питання, пов'язані з експериментальною діяльністю школярів та оволодінням раціональними способами розв'язування фізичних задач.

### СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Бугайов А.И. Методика преподавания физики в средней школе: Теоретические основы: учебное пособие. М.: Просвещение, 1981. 288 с.
2. Головки М.В. Проблеми формування змісту базового курсу фізики та методики його реалізації в гімназії. *Проблеми сучасного підручника: зб. наук. праць*. Київ: Педагогічна думка, 2018. Вип. 21, С. 92–104.
3. Головки М.В. та ін. Фізика 9: підручник. Київ: Видавничий дім «Сам», 2017. 322 с.
4. Державний стандарт базової середньої освіти. [Електронний ресурс]. Доступно: [https://osvita.ua/legislation/Ser\\_osv/76886/](https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/76886/).
5. Ляшенко О.І. Формування фізичного знання в учнів середньої школи: логіко-дидактичні основи. К.: Генеза, 1996. 128 с.

### REFERENCES

1. (1981) Buhaiov A.Y. Metodyka prepodovanyia fizyky v srednei shkole: Teoretycheskye osnovy [Physics teaching methodology in secondary school: Theoretical foundations]. Moskva.
2. (2018) Holovko M.V. Problemy formuvannia zmistu bazovoho kursu fizyky ta metodyky yoho realizatsii v himnazii [Problems of forming the content of the basic course of physics and methods of its implementation in the gymnasium]. Kyiv.
3. (2017) Holovko M.V. ta in. Fizyka 9 [Physics 9]. Kyiv.

4. (2020) Derzhavnyi standart bazovoi serednoi osvity. [Elektronnyi resurs]. Kyiv.

5. (1996) Liashenko O.I. Formuvannia fizychnoho znannia v uchniv serednoi shkoly: lohiko-dydaktychni osnovy [Formation of physical knowledge in high school students: logical and didactic foundations]. Kyiv.

#### **ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА**

**МЕЛЬНИК Юрій Степанович** – кандидат педагогічних наук, старший науковий співробітник відділу біологічної, хімічної та фізичної освіти Інституту педагогіки НАПН України

*Наукові інтереси:* проблеми методики навчання фізики.

#### **INFORMATION ABOUT THE AUTHOR**

**MEL'NIK Yuriy Stepanovych** – candidate of pedagogical sciences, senior researcher of the biological, chemical, and physical education department of the Institute of Pedagogy (National Academy of Pedagogical Science of Ukraine)

*Circle of research interests:* problems of methodology of teaching physics.

#### **МЕЛЬНИК Юрій Степанович. МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ КЛЮЧОВИХ ПОНЯТЬ МЕХАНІКИ В ПРОЦЕСІ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ УЧНЯМИ ОСНОВНОЇ ШКОЛИ**

*Анотація.* У статті здійснено аналіз актуальних досліджень питань розвитку методики навчання механічних явищ в основній школі. Зазначено, що в процесі вивчення розділу механіки закладаються основи знань про фізичні явища і процеси – учні усвідомлюють їх сутність, оволодівають професійною термінологією, методами наукового пізнання, у них розвиваються експериментальні вміння й дослідницькі навички, формуються ключові поняття. Поняття – основний засіб формування і накопичення досягнутого людиною наукового і практичного досвіду. У базовому курсі фізики вивчаються різні види наукових понять – речовина і поле, властивості і стани матеріальних об'єктів, фізичні величини та ін.

Доведено, що розв'язування задач використовується як метод засвоєння, закріплення, перевірки й контролю теоретичних знань, засіб набуття наскрізних умінь, навичок професійного самовизначення, розвитку ключових компетентностей.

*Ключові слова:* базові знання, ключові поняття, механічні явища, наскрізні вміння, розв'язування задач, фізична освіта.

#### **МЕЛЬНИК Юрий Степанович. МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КЛЮЧЕВЫХ ПОНЯТИЙ МЕХАНИКИ В ПРОЦЕССЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ УЧАЩИМИСЯ ОСНОВНОЙ ШКОЛЫ**

*Аннотация.* В статье осуществлен анализ актуальных исследований вопросов развития методики обучения механических явлений в основной школе. Отмечено, что в процессе изучения раздела механики закладываются основы знаний о физических явлениях и процессах – ученики осознают их сущность, овладевают профессиональной терминологией, методами научного познания, у них развиваются экспериментальные умения и исследовательские навыки, формируются ключевые понятия. Понятие – основное средство формирования и накопления достигнутого человеком научного и практического опыта. В базовом курсе физики изучаются различные виды научных

понятий – вещество и поле, свойства и состояние материальных объектов, физические величины и др.

Доказано, что решение задач используется в качестве метода усвоения, закрепления, проверки и контроля теоретических знаний, средства приобретения сквозных умений, навыков профессионального самоопределения, развития ключевых компетентностей.

**Ключевые слова:** базовые знания, ключевые понятия, механические явления, сквозные умения, решение задач, физическое образование

**MEL'NIK Yuriy Stepanovich. METHODOLOGICAL FEATURES OF FORMATION KEY CONCEPTS OF MECHANICS IN THE PROCESS OF SOLVING PROBLEMS BY PRIMARY SCHOOL STUDENTS**

**Abstract.** *The analysis of actual researches of questions development methodology studies of the mechanical phenomena at basic school is carried out in the article. It is marked that in the process of study of division of mechanics of basis of knowledge about the physical phenomena and processes mortgaged – students realize their essence, by professional terminology, seize the methods of scientific cognition, experimental abilities and research skills develop for them, key concepts are formed. A concept is basic means of forming and accumulation attained of scientific and practical experience a man. In the base course of physics the different types of scientific concepts are studied is a substance and field, properties and states of material objects, physical sizes and other. The physical concepts, laws and theories, are set forth for ideal physical processes or phenomena that the models of objects of the real world are. With the aim of perfection of educational process on the basis of application of task approach in every division of course physics the system of the special level tasks is created, maintenance of that answers the aims of base secondary education and is to the interesting and accessible students, corresponding methods and methods of their untiing are worked out, educational activity is built in form raising and untiing of educational-cognitive tasks. It is well-proven that untiing of tasks is used as a method of mastering, fixing, verification and control of theoretical knowledge, means of acquisition of through abilities, skills of professional self-determination, development of key компетентностей. The successful untiing of tasks needs both certain and generalized knowledge, abilities and skills of students. Basis of the generalized knowledge is presented by the fundamental concepts of methodological character, among that: the physical "phenomenon", "law", "system", "model", "size", "cooperation", "ideal objects and processes", "state of the physical system" and others like that.*

*The general algorithm of untiing of far of calculable physical tasks will point: analysis of condition and it evident interpretation; stowage of equalizations, that link physical sizes that in number characterize the prospected phenomenon; untiing of the system of equalizations is in relation to the sought after size; analysis of authenticity of the got result.*

**Keywords:** *base knowledge, key concepts, mechanical phenomena, cross-cutting skills, problem solving, physical education.*