

# **НОВИЙ МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ВИВЧЕННЯ ТЕМИ "РЕЛЯТИВІСТСЬКА МЕХАНІКА"**

***Т.І. КУНЕЦЬ***

Україна, м.Запоріжжя, гімназія №12

Сучасна перебудова шкільного курсу фізики у середніх закладах освіти, обумовлена передусім, створенням у них профільних класів. Це потребує перегляду навчального матеріалу, який пропонується вивчати згідно з пропонованими програмами та розробці й удосконаленні існуючих методик викладання окремих тем і розділів, відображених у підручниках. Класичні фізичні теорії та методики їх викладання мають достатню й перевірену методологічну основу. Їх удосконалення, передусім, пов'язано із запровадженням до навчального процесу сучасних новітніх технологій навчання. Що ж стосується нових фізичних теорій таких, як релятивістська й квантова – запровадження їх у шкільний курс фізики потребує особливої уваги.

Доведено, що ньютонівська механіка – в цілому логічна й вірна теорія, однак за межами свого застосування вона дає невірні результати і повинна бути заміненою іншими теоріями – релятивістською і квантовою, які в свою чергу теж мають свої межі застосування.

Проаналізувавши основну методичну літературу, підручники й програми для профільних загальноосвітніх навчальних закладів (за якими на вивчення теми відводиться 8 годин для профільного рівня та 4 години для академічного рівня), за основу викладання нового матеріалу бажано обрати основні положення спеціальної теорії відносності – принцип відносності і принцип інваріантності швидкості світла у вакуумі – й аналіз таких понять, як «швидкість», «час», «довжина», «маса», «імпульс», «енергія», основа основа яких учням зрозуміла і потребує лише уточнення їх змісту з релятивістських позицій. З урахуванням дуже обмежених ресурсів навчального часу, методика навчання цієї теми розроблена недостатньо.

Програма з фізики передбачає вивчення елементів теорії відносності у розділі 5, після теми "Механічні коливання".

Виходячи з аналізу цілей навчання фізики можна зробити висновок, що вивчення елементів теорії відносності важливе як с точки зору пізнавальних, так і прикладних завдань. Вивчаючи цю тему, ми формуємо в учнів уявлення про природничо-наукову картину навколишнього світу - на цій основі - науковий світогляд.

Теорія відносності є фізичною теорією простору й часу, її виникнення - новий переверт у фізичному світогляді, у розумінні таких понять як простір та час, маса та енергія, абсолютність та відносність і т.п. Змінилося розуміння механізмів взаємодії, зокрема, виявилось, що магнітна взаємодія є релятивістським ефектом, який проявляється при різних, хоч і при найменших, швидкостях.

Виникнення спеціальної теорії відносності, власне, вперше поставило гостро проблему істинності фізичної теорії, означення меж її застосування.

Не менш важливим є і політехнічний аспект теорії відносності. Її положення вже не є здобутком "чистої науки", як це було на зорі її виникнення. Вони лежать в основі сучасної прискорюючої техніки, фізики ядра та елементарних частинок, ядерної енергетики, квантової оптики, електродинаміки.

Положення теорії відносності базуються на експерименті, усі її наслідки експериментально підтверджені. Наприклад, зв'язок між масою та енергією, який систематично підтверджується роботою ядерних електростанцій, а також рядом інших ядерних реакцій, які проводяться в різних лабораторіях.

Усе це дозволяє стверджувати, що майже за 100 років, які пройшли з дня створення теорії відносності, вона утвердилась як струнка, теоретично бездоганна і така, що цілком виправдала себе на практиці, фізична теорія, що є частиною сучасної фізичної картини світу.

Природно, що вона повинна зайняти належне місце і в практиці викладання фізики.

На підставі сказаного раніше, мною зроблена спроба переглянути методiku вивчення теми "Релятивістська механіка" в загальноосвітній школі, з урахуванням інноваційних форм організації навчальної діяльності учнів на даному етапі розвитку школи.

При вивченні даної теми використано елементи проектного навчання, яке широко використовувалося в Радянському Союзі в 20-х роках та на початку 30-х років. У Російській педагогічній енциклопедії "метод проектів" визначений як система навчання, при якій учень набуває знань і вмінь у процесі планування та виконання завдань - проектів, які поступово ускладнюються.

У своїх розробках М. Крупенінов метод проектів визначає як метод, який комплексно реалізує ряд педагогічних принципів - самодіяльність, співпрацю дітей та дорослих, діяльнісний підхід, актуалізацію суб'єктивних позицій дитини в

педагогічному процесі, взаємозв'язки педагогічного процесу з навколишнім середовищем [4, с. 10].

Сьогодні принцип гуманізації освіти стає провідним, і шкільна практика потребує конкретних технологій, які б забезпечували його реалізацію.

Гуманізація навчального процесу передбачає прийняття повагою ставлення до дитини, створення необхідних умов для всебічного розвитку особистості.

М. Г. Апанасенко [1, с. 8] виділяє такі основні напрямки цього процесу:

- виховання громадянина України, гуманіста, борця за справедливість;
- формування екологічної етики;
- подолання "здорового глузду" (тобто трансформація буденного способу мислення в науковий);
- надання емоційності освіті;
- виховання інтересу до вивчення фізики.

Провідною технологією сьогодні є технологія проектного навчання. Мені імпонують слова, які можуть слугувати епіграфом до проектного навчання:

*Скажи мені - і я забуду. Покажи мені - і я запам'ятаю. Залучи мене - і я навчусь.*  
(Китайське прислів'я).

Гуманістичний зміст проектного навчання полягає в розвитку потенціалу учнів, а це можна здійснити через ігрові форми, які дають можливість урізноманітнювати процес вивчення теми, викликати інтерес до навчального матеріалу, підтримувати його, активізувати творчі здібності учнів, відчувати радість від власних "відкриттів", долати перешкоди, виховувати бажання активно, власними силами здобувати знання.

Розробка методики вивчення теми "Релятивістська механіка" розроблена для класів з поглибленим вивченням математики (фізика вивчається на академічному рівні, навчальним планом передбачено 3 годин фізики на тиждень). На вивчення цієї теми мною відведено 6 годин.

Підготовча робота починається за 2-3 тижні до початку вивчення теми. План вивчення теми та завдання, форми повідомляю учням заздалегідь. Учні розбиваються на групи за бажанням (також має місце коригування вчителем) та працюють над вивченням та виконанням завдань. У процесі підготовки обов'язкові консультації вчителя. Для цього заздалегідь повідомляється час та місце проведення консультацій та контролю за підготовкою з боку вчителя.

У кабінеті створюється виставка науково-популярної та навчальної літератури з даної темою з участю шкільного бібліотекаря, вчителя та самих учнів.

Вивчення теми здійснюється таким чином:

### **План вивчення теми "Релятивістська механіка" (6 годин)**

Урок № 1. Презентація теми.

Урок № 2. Гра - реконструкція історії відкриття.

Урок № 3. Дослідження теми.

Урок № 4. Розв'язування парадоксів і софізмів.

Урок № 5. Розв'язування задач з основних питань теми (відпрацювання вмінь та навичок).

Урок № 6. Реклама здобутих знань. Рефлексія.

Більш детально про кожний урок.

#### **Урок № 1. Презентація теми**

**Основна мета:** у загальних рисах подати учням тему, ознайомити учнів із темою на рівні науково-популярної літератури, показати необхідність і корисність її вивчення, викликати зацікавленість питаннями теми.

**Обладнання:** таблиці з основними формулами, малюнками, основні дати життя та творчої діяльності А.Ейнштейна, його портрет

**Основна частина:** короткі повідомлення учнів із науково-популярної літератури у зацікавлено-пізнавальній формі.

**Можливі теми повідомлення учнів:**

1. Життя та творчий шлях А. Ейнштейна.
2. Теорія відносності - загальна теорія простору й часу.
3. СТВ - необхідна зброя фізичних досліджень.
4. СТВ та астрофізика.
5. СТВ та релятивістська космологія.
6. Значення СТВ для формування наукового світогляду.

**Заключна частина:** підбиття підсумків, аналіз доповідей, обґрунтування доцільності та корисності вивчення даної теми.

**Зауваження:** як додаткове завдання для учнів на уроці можна запропонувати складання таблиці "Релятивістська механіка та її зв'язок із фізичними науками та практикою".

#### **Урок № 2. Гра - реконструкція історії відкриття**

**Реконструкція** - відновлення історії відкриття за наявними описами сучасників, біографічними відомостями про вчених.

**Основна мета:** якомога глибше ознайомити учнів з історією відкриття, із життям і науковою діяльністю відомих учених, із методами пошуку наукових знань, стимулювати розумову діяльність учнів.

**Вступна частина:** вступне слово вчителя, ознайомлення учнів із тематикою та регламентом майбутніх виступів, мотивація учнів, вимоги до оцінювання учнів.

(На кожне повідомлення виділяється 3 хвилини. При цьому кожна команда повинна мати 3-5 проблемних питань командам суперникам. Оголошується конкурс на краще висвітлення теми, кращу відповідь на питання).

**Можливі теми виступів учнів:**

Класичний принцип відносності.

Скорочення Лоренца-Фітцджеральда.

Об'єднання законів Ньютона та принцип відносності.

Дослід Майкельсона - Морлі.

Теорія відносності Ейнштейна.

**Основна частина: виступи учнів.**

**Заклучна частина:**

Підведення підсумків уроку, стислий огляд виступів учнів, оцінювання виступів груп та окремих учасників, визначення переможців та найактивніших учасників гри.

Питання, що підготували учні до уроку іншим командам:

1. Що відносно у класичному принципі відносності механіки Г. Галілея: час чи простір? Чи і те і друге?
2. Дію на відстані чи "близькодію" підтверджує СТВ?
3. Які види руху описує СТВ: рівномірний, різноманітний чи нерівномірний?
4. Поясніть, чому в різних СВ повна енергія тіла неоднакова.

### **Урок № 3. Дослідження теми**

**Дослідження теми** - активний пошук розв'язання поставленої задачі, підсумком якого стануть самостійно здобуті нові знання.

**Основна мета:** розвиток самостійності учнів, підвищення їх творчої активності, пробудження інтересу до теми.

**Вступна частина:** нагромадження фактів, висування гіпотез, рішень та пояснень, що складають основу СТВ:

1. Постулати теорії відносності - розв'язання суперечностей між релятивістською та класичною механікою.
2. Наслідки теорії відносності та принцип відносності Галілея у класичній механіці.
3. Закон додавання швидкостей у класичній та релятивістській механіці.
4. Релятивістська динаміка. Зв'язок між масою та енергією.

**Основна частина:** обговорення виступів, висунутих гіпотез та фактів, їх перевірка та підтвердження сучасними досягненнями науки (виступи учнів).

**Заключна частина:** підбиття підсумків, аналіз допущених помилок, виявлення найцікавіших гіпотез і фактів.

#### **Урок № 4. Розв'язування парадоксів і софізмів**

**Парадокс** - думка, судження, різко відмінні від загальноприйнятих, що суперечать (іноді лише на перший погляд) здоровому глузду, несподіване явище, яке відповідає звичайним уявленням.

**Софізм** - неправильний за суттю умовивід, що формально здається правильним, заснований на навмисному, свідомому порушенні правил логіки.

**Основна мета:** вироблення гнучкості мислення, розвиток нетрадиційності та нешаблонності сприйняття, розвиток логічного стилю мислення учнів.

**Вступна частина:** ознайомлення учнів з умовами проведення гри, створення команд, підбір задач для команди-суперниці з одним, заздалегідь визначеним парадоксом чи софізмом.

**Основна частина:** розкриття кожною командою змісту своєї задачі та демонстрація логічних суджень, що заперечують певний факт, спроби команд знайти помилку в умові задачі.

**Заключна частина:** аналіз доповідей для виявлення найкращої та найточнішої, аналіз характерних помилок у міркуваннях, підведення підсумків, визначення переможців і найактивніших учасників гри.

#### **Урок № 5. Розв'язування задач**

**Основна мета:** навчити учнів розв'язувати задачі зі СТВ; розглянути основні типи задач; конкретизувати теоретичні висновки на прикладах розв'язування задач, розвивати самостійність учнів, гнучке мислення, інтерес до теми, творчу активність.

**Вступна частина:** слово вчителя про завдання уроку.

**Основна частина:**

1.Розв'язування задач, запропонованих учням (учні заздалегідь розбиваються на групи, які готують по кілька цікавих задач із розв'язками. На уроці кожна група "показує" свою задачу разом із розв'язком, або розв'язок може бути колективним у класі, або команди обмінюються задачами, розв'язують їх, а потім взаємоперевіряють розв'язки)

2.Можна також запропонувати роботу в парах (кожен учень підбирає по 2-3 задачі, готує їх розв'язок. На уроці учні однієї парті обмінюються задачами. Через визначений час – взаємоперевірка). Оцінюється якість задачі та якість перевірки. Учитель заздалегідь перевіряє запропоновані задачі та їх розв'язки.

**Заключна частина:** підведення підсумків.

### **Урок № 6. Реклама здобутих знань**

**Реклама знань** - одна з ігрових форм проведення заняття, що полягає в поширенні інформації про здобуті знання з метою ознайомлення учнів і створення популярності, попиту.

**Основна мета** - дати інформацію про здобуті знання з метою ознайомлення учнів і створення попиту на ці знання, забезпечення їх популярності.

**Обладнання:** оформлення класу, підготовка рекламних матеріалів.

**Вступна частина:** вступне слово вчителя.

**Основна частина:** виступи учнів, що рекламують знання з основних питань теми, обґрунтування ними необхідності вивчення даних питань, наведення конкретних прикладів практичного застосування здобутих знань.

**Заключна частина:** підбиття підсумків, виявлення найкращих рекламних виступів, визначення переможців.

### **Рефлексія. Анкета.**

1. Що ти знав про СТВ до того часу коли почав її вивчати?
2. Яке значення для тебе мають знання та вміння, які ти отримав при вивченні теми?
3. При вивченні теми ти допомагав іншим чи тобі допомагали?
4. Що викликало найбільшу складність:
  - а) первинне вивчення матеріалу;
  - б) узагальнення та систематизація знань;
  - в) інше.
5. Як ти оцінюєш набуті знання:
  - а) глибокі;

- б) усвідомлені;
- в) ще треба усвідомити;
- г) несвідомі.

б. З яким настроєм ти вивчав цей матеріал:

- а) було цікаво;
- б) не дуже цікаво;
- в) не цікаво.

На завершення потрібно відзначити, що вивчення теми за таким планом дозволяє розширити рамки вивчення теорії відносності, що дає можливість реалізації принципу науковості під час вивчення фізичних теорій у шкільному курсі фізики.

Для здійснення плану необхідна велика підготовча робота, але її результати варті того. Учні з великим інтересом та зацікавленістю включаються в роботу, знаходять дуже цікаві факти, приклади, задачі, що свідчать про реалізацію таких педагогічних принципів як самодіяльність, співпраця учнів та вчителів, діяльнісний підхід, взаємозв'язки педагогічного процесу з навколишнім середовищем.

#### **Додаток.**

##### ***1. Парадокс руху людини із швидкістю більшою, ніж швидкість світла.***

*Юная леди по имени Кэт  
двигалась много быстрее, чем свет.  
Но попадала всегда не туда:  
Быстро помчишься - придешь во вчера.*

Повернись вона вчора, вона повинна була б зустрітися зі своїм двійником. В іншому випадку це не було б дійсно вчора. Але вчора не повинно було бути двох міс Кет нічого не пам'ятала про свою зустріч із двійником, яка відбулася вчора. Отже, перед Вами протиріччя.

Такого типу мандрівка в часі неможлива, якщо не допустити існування світу, ідентичного нашому, але який рухається іншим шляхом у часі (на день раніше). Навіть при цьому стан справ ускладнюється.

Треба відзначити також, що ейнштейнівська форма мандрівок у часі не приписує мандрівникові якого-небудь справжнього безсмертя чи хоча б довголіття. З точки зору мандрівника, старість наближається до нього з нормальною швидкістю і тільки "власний час" Землі, здається цьому мандрівникові, рухається з карколомною швидкістю.



## **2. Чи можуть люди створити такий космічний корабель, який рухався б із швидкістю світла?**

Створення такого космічного корабля неможливе за будь-яким наслідком принципу відносності.

Нехай довжина космічного корабля змінюється, згідно наслідків з СТВ, за законом:

$$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

Якщо його швидкість буде дорівнювати швидкості світла, то формула матиме вигляд:

$$l = l_0 \sqrt{1 - 1} = l_0 \cdot 0 = 0$$

З цього випливає: якщо допустити, що корабель, якою не була б його початкова швидкість, буде рухатись із швидкістю світла, то він просто зникне.

Що трапиться із світлом?

До цього часу вчені не можуть визначити, що трапиться із світлом, яке буде випромінюватись прожектором, який знаходиться попереду потяга, що рухається із швидкістю світла.

Оскільки світло та потяг рухаються в одному напрямку, з однаковою швидкістю, то згідно принципу додавання швидкостей світло та потяг повинні здаватися нерухомими, але цього бути не може, а, крім того, швидкість світла не може збільшуватись нескінченно, тому визначити швидкість променя прожектора додаванням швидкостей неможливо.

Література:

1. Апанасенко М. Г. Гуманізація - один з основних напрямків удосконалення процесу навчання. Методичні особливості викладання фізики на сучасному етапі. - Ч.І. - Кіровоград, 1996. - С.8.
2. Гарднер М. Теория относительности для миллионов. - М.: Автомиздат, 1967.
3. Коберник О. Проективна педагогіка і національна школа // Шлях освіти. - 2000. - № 64 .
4. Круглова О. С. Технология проектного обучения.// Завуч. - 1999. - № 6. - С.90.
5. Лерн Купер. Физика для всех. - М.: Мир, 1984 - Т. 2. – С. 77.
6. Малинин А. Н. Теория относительности в задачах и упражнениях. - М.: Просвещение, 1983.
7. Метод проектів як засіб формування інтелектуальних здібностей учнів / Хімія. Біологія. - 2000. - № 10. - С. 10.

8. Протасова О. Методичний банк ігрових форм діяльності учнів на уроках фізики // Фізика та астрономія в школі. - 2000. - № 2. - С.21.

9. Самойленко П. И., Сергеев А. В. Дидактические игры в процессе обучения физике. - М, 1996. - С.77.

*Надійшло до редакції 15.10.2013 року.*