

все життя і навіть кожний, самий незначний успіх на цьому шляху ні з чим не порівняти за своєю педагогічною значущістю, бо у педагогічній науці саме людина була, є і завжди буде мірилом усіх речей.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Барбіна Є.С. Гуманізація освіти: навчально-методичний посібник. – Херсон: Айлант, 2008. – 52 с.
2. Барбина Е.С. Гуманистическая направленность позиций западно-европейских педагогов и мыслителей [Текст] / Е.С. Барбина // Гуманизация образования: Учебно-методическое пособие. – Херсон: Айлант, 2001. – 37 с.
3. Барбіна Є.С. Ідеї загальнолюдського виховання в поглядах вітчизняних педагогів [Текст] / Е.С. Барбіна // Гуманізація освіти: навчально-методичний посібник. – Херсон: Айлант, 2008. – 52 с.
4. Абашкіна Н.В. Принцип розвитку професійної освіти в Німеччині: монографія / Н.В. Абашкіна. – К. : Вища школа, 1998. – 207 с.
5. Бондаревская Е.В. Педагогика: личность в гуманистических теориях и системах воспитания: учебное пособие / Е.В. Бондаревская, С.В. Кульневич. – Ростов-на-Дону: Учитель, 1999. – 560 с.
6. Сущенко А.В. Теоретико-методичні основи гуманізації педагогічної діяльності вчителя в основній школі: дис. на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук: / А.В. Сущенко. – Х., 2004. – 422 с.
7. Сущенко А.В. Гуманізація педагогічної діяльності вчителя: науково-методичний посібник / А.В. Сущенко. – Запоріжжя: Прем'єр, 2003. – 222 с.
8. Газман О.С. Педагогика свободы: путь в гуманистическую цивилизацию XXI века [Текст] / О.С. Газман // Классный руководитель. – 2000. – № 3. – С. 6–33.
9. Spencer L.M. Competence at work : models for superior performance [Text] / L.M. Spencer, S.M. Spencer // N-Y.: Youh Wiley, 1993. – 384 p.
10. White R. Motivation reconsidered : the concept of competence [Text] / R. White // Psychological review. – 1959. – № 66. – P. 297-333.

Барбіна Е.С.

### *ГУМАНИСТИЧЕСКАЯ НАПРАВЛЕННОСТЬ ЛИЧНОСТИ УЧИТЕЛЯ В ЕВРОПЕЙСКОМ КОНТЕКСТЕ*

*В статье раскрывается роль гуманистической направленности личности учителя с европейских позиций.*

*Ключевые слова: гуманистическая направленность личности, гуманистическая направленность педагогической деятельности, гуманизация образования.*

Barbina E.S.

### *HUMANISTIC ORIENTATION OF TEACHER`S PERSONALITY: EUROPIAN CONTEXT*

*Article describes the role of teacher`s humanistic orientation in European context.*

*Key words: humanistic orientation of personality, humanistic orientation of pedagogical work, humanization of education.*

УДК 378.147+538.3 (075)+373.03

Коновал О.А., Туркот Т.І.

### ***ПОЛІВАРІАНТНІСТЬ У САМОСТІЙНОМУ ДОСЛІДЖЕННІ СТУДЕНТАМИ СУПЕРЕЧНОСТЕЙ СПЕЦІАЛЬНОЇ ТЕОРІЇ ВІДНОСНОСТІ ЯК ЗАСІБ РОЗВИТКУ КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ***

*У статті обґрунтовується необхідність формування критичного мислення майбутніх учителів фізики. Пропонується опис методики його формування у процесі самостійного дослідження студентами парадоксів спеціальної теорії відносності.*

*Поліваріантність вивчення феномена "парадокс близнюків" розглядається як засіб розвитку критичного мислення студентів-фізиків.*

*Ключові слова: критичне мислення, методика формування критичного мислення, спеціальна теорія відносності, парадокс близнюків, самостійне дослідження*

Відповідно до вимог Державних стандартів базової і повної середньої освіти перед учительською спільнотою постає актуальне завдання сприяти розвитку інтелекту особистості учня, його критичного та креативного мислення. Зважаючи на відому педагогічну аксіому, що тільки особистість може виховати особистість, можна стверджувати, що тільки креативний учитель, особистість з розвиненим критично-конструктивним мисленням може виховати креативного, здібного до критичного осмислення природних та суспільних явищ, випускника школи. Логічно, що стратегічною проблемою, на вирішення якої має орієнтуватися вища педагогічна школа, постає навчання майбутніх учителів методиці формування критичного мислення, яку б вони могли плідно використовувати у практичній діяльності. На думку О. Тягло [1] та С. Терно [2], ця проблема перед українською освітою стоїть надзвичайно гостро і вимагає негайних заходів, спрямованих на її розв'язання.

Слід зазначити, що дослідженню феномену критичного мислення присвячені наукові розвідки багатьох науковців, серед них В. Біблер, А. Брушлинський, М. Вертгеймер, Д. Вількєєв, Дж. Гілфорд, І. Ільєсов, З. Калмикова, І. Лернер, О. Лук, О. Матюшкін, М. Махмутов, С. Рубінштейн, О. Тихомиров, В. Шубинський, Т. Бізенков, С. Рубінштейн, Б. Теплов, С. Векслер, В. Казаков, Г. Липкіна, Л. Рибак, О. Тихомиров, Д. Халперн та багато інших.

Аналіз та узагальнення результатів цих наукових пошуків дозволяє стверджувати, що:

а) критичне мислення – це вид діяльності, у процесі якої суб'єкти навчання не тільки послідовно відтворюють вивчений матеріал, а й висловлюють самостійні, розгорнуті, оцінювальні судження щодо нього та аргументують їх [3];

б) навчання критичному мисленню – це такий підхід до розвитку мислення, за якого особливу увагу приділяють умінню сформулювати самостійні твердження або думки та ґрунтовно їх аргументувати (інформація є відправним, а не кінцевим пунктом критичного мислення) [4];

в) коли розум людини спрямовано на дослідження міркувань з метою усунення можливих помилок і хиб – опонента чи своїх – можна говорити про критику або критичне мислення у широкому сенсі [1];

г) методика формування критичного мислення (методика "критичного мислення" – МКМ) містить у собі наступні етапи:

- сприйняття (або самостійне формулювання) проблеми;
- осмислення проблеми, її розв'язання;
- формулювання висновків, їх обґрунтування, аргументація;
- пошук інших можливих варіантів вирішення проблеми, їх порівняльний аналіз;
- формулювання загальних висновків.

Аналіз навчальних програм з фізики для загальноосвітньої і вищої шкіл, науково-методичних публікацій у цій царині дозволяє побачити, що саме спеціальна теорія відносності (СТВ) насичена великою кількістю суперечностей та парадоксів, спростування яких сприятливе для формування критичного мислення суб'єктів навчання. Умовою ефективності цього процесу може бути педагогічно доцільне використання вище охарактеризованих особливостей МКМ у практиці навчання майбутніх учителів фізики. У зв'язку з цим, метою статті ми вбачаємо висвітлення варіантів самостійного дослідження сутності "парадоксу близнюків" ("парадоксу годинників") як засобу розвитку критичного мислення студентів-фізиків.

Насамперед мотивуємо студентів до самостійної роботи, ознайомлюючи їх з проблемою "парадоксу близнюків" [5–9]. Так, пропонуємо їм проаналізувати наступну гіпотетичну ситуацію. Припустимо, що два брата-близнюки живуть на Землі. Один із них вирушає в дальній космічний політ. Згідно з основними положеннями спеціальної теорії відносності в рухомій системі відліку (СВ) космонавта  $K'$  час плине повільніше порівнянно з нерухомою системою відліку  $K$ . Тому космонавт, який повернувся на Землю з далекої космічної мандрівки, що здійснювалася на дуже великій швидкості (якщо швидкість мала, ефект буде непомітним), виявиться молодшим свого брата, який залишався на Землі. З точки зору космонавта на зорельоті, під час польоту по відношенню до нього рухалася Земля. Отже, годинник повинен йти повільніше у його брата, який залишався на Землі. Отже, брат, який нікуди не літав, і весь цей час залишався на Землі, з точки зору космонавта, повинен при зустрічі бути молодшим свого брата-космонавта. *Проблема для самостійного дослідження:*

Так в чому ж істина? Так хто ж з них насправді буде молодшим при їх зустрічі?

За методикою "критичного мислення" пропонуємо далі студентам осмислити та математично обґрунтувати розв'язання проблеми.

Якщо  $2t'$  – час польоту за годинником космонавта (зорельоту),  $2t$  – час польоту космонавта за годинником Землі, то маємо [9; 11]:

$$2t' = 2t\sqrt{1 - B^2},$$

де  $B = \frac{V}{c}$ ,  $V$  – швидкість руху зорельота,  $c$  – швидкість світла у вакуумі.

Тоді, після повернення на Землю, вік космонавта відстане по відношенню до земного брата на такий відрізок часу:

$$2t - 2t' = 2t(1 - \sqrt{1 - B^2}).$$

Нехай швидкість зорельоту  $B = \frac{12}{13}$ , тоді релятивістський коефіцієнт

$\sqrt{1 - B^2} = \sqrt{1 - \frac{144}{169}} = \frac{5}{13}$ . Якщо до зірки  $l = 50$  світлових років, то за Земним годинником

подорож до цієї зірки продовжуватиметься  $t = \frac{50}{12/13} \approx 54$  роки.

Наступним етапом МКМ є формулювання висновків та їх аргументація. З'ясуємо, що космонавт повернеться на Землю за її годинником через 108 років. При

цьому космонавт проживе за час польоту всього  $2t' = 2t\sqrt{1 - B^2} = 108 \cdot \frac{5}{13} = 41,5$  роки,

тобто, відстане від життя на Землі на  $2t - 2t' = 2t(1 - \sqrt{1 - B^2}) = 108 - 41,5 = 66,5$  роки.

Таким чином можна зробити висновок про сповільнення ходу годинника космонавта (зорельота), а можливо і про сповільнення темпу біологічних процесів в організмі космонавта.

У подальшому завдання викладача полягатиме в тому, щоб навчити студентів різними способами самостійно обґрунтовувати результат, який однозначно (і з точки зору СВ  $K'$  і з точки зору СВ  $K$  (Земля)) підтверджує висновок про сповільнення ходу годинника космонавта.

Такими способами можуть бути:

а) спосіб надсилання періодичних світлових сигналів як із Землі до зорельоту, так і з зорельоту до Землі;

б) спосіб, який ґрунтується на ефекті Доплера;

в) спосіб, що враховує (наближено) вплив псевдогравітаційного поля на хід годинника;

г) спосіб, підґрунтям якого є точні розрахунки проміжків часу польоту космонавта та "Земного" брата в припущенні, що космонавт (зореліт) весь час рухається з прискоренням  $a' = g$ .

Для розв'язання проблеми першим способом рекомендуємо студентам обов'язково ознайомитися з фізичною сутністю методу  $k$ - коефіцієнта [6; 8; 9]. Розглянемо хід реалізації основних положень методики формування критичного мислення при самостійному дослідженні студентів щодо спростування "парадоксу близнюків" способом надсилання періодичних світлових сигналів як із Землі до зорельоту, так і з зорельоту до Землі. Так, нехай із Землі до зорельоту надсилаються радіосигнали через рівні проміжки часу  $\Delta t$ .

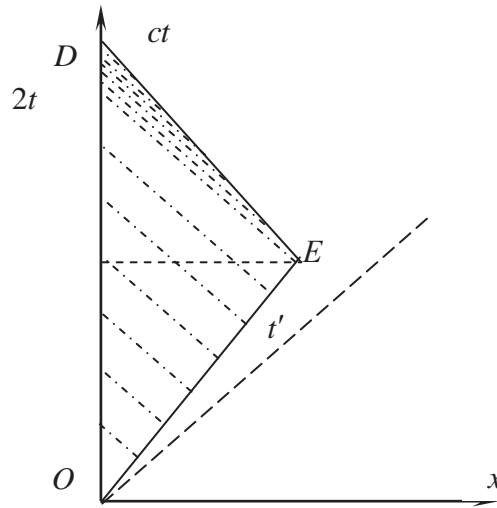


Рис. 1. Надсилання світлових сигналів з Землі (т.  $O$ ) до зорельоту під час польоту космонавта до Зірки (т.  $E$ ) і назад до Землі (т.  $D$ ) [ 11].

Може бути показано [7; 9; 10], що під час польоту до Зірки (з точки  $O$  до точки  $E$  на діаграмі Мінковського, рис. 1) космонавт буде приймати ці сигнали через проміжки часу (за годинником СВ  $K'$ )  $\Delta t'_E = k\Delta t$ , де  $k = \sqrt{\frac{1+B}{1-B}}$ . При зворотному польоті (світова лінія  $ED$  на рис. 1) космонавт буде приймати ці сигнали частіше: через проміжки часу  $\Delta t'_D = \frac{\Delta t}{k}$ .

Тобто, космонавт за час польоту (за своїм годинником)  $2t'$  прийме таку кількість "рідших" сигналів  $\frac{t'}{\Delta t'_E} = \frac{t'}{k\Delta t}$ , та кількість "частіших" сигналів  $\frac{t'}{\Delta t'_D} = \frac{t'}{\Delta t} k$ . Таким чином, повна кількість посланих сигналів дорівнює загальній кількості сигналів, одержаних космонавтом:  $\frac{t'}{k\Delta t} + \frac{t'}{\Delta t} k = \frac{2t}{\Delta t}$ . Звідси одержуємо:  $2t' = 2t\sqrt{1-B^2}$ .

Знайдемо тепер співвідношення між тривалістю польоту за годинником Землі та за годинником зорельоту, якщо космонавт посилає світлові сигнали до Землі через рівні проміжки часу  $\Delta t'$ . Тоді (Рис. 2), земний брат приймає

"рідші" сигнали протягом часу  $t_0$ , кількість яких дорівнює  $\frac{t_0}{\Delta t} = \frac{t_0}{k\Delta t'}$ . А "частіших"

сигналів земний брат одержить у кількості  $\frac{2t-t_0}{\Delta t'/k} = \frac{2t-t_0}{\Delta t'} k$ .

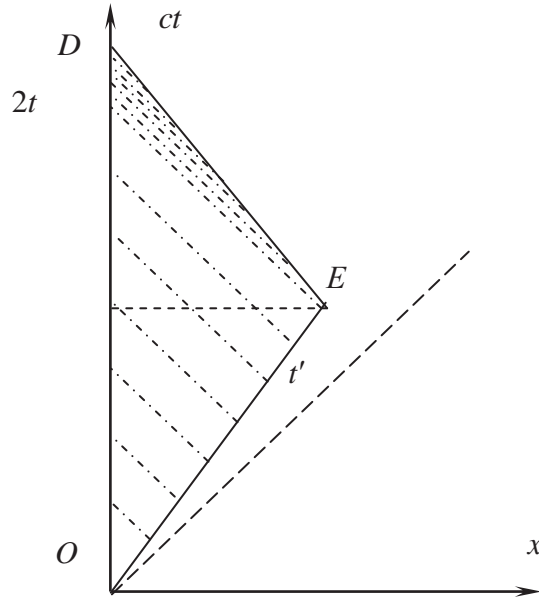


Рис. 2. Ілюстрація надсилення космонавтом світлових сигналів через рівні проміжки часу  $\Delta t'$  до Землі на діаграмі Мінковського.

Отже, космонавт послав до Землі всього  $\frac{2t'}{\Delta t'}$  сигналів, а Земля прийняла таку ж кількість сигналів  $\frac{2t-t_0}{\Delta t'}k + \frac{t_0}{k\Delta t'}$ . Таким чином, урахувавши, що  $t_0 = kt'$  (див. рис. 2), одержуємо рівняння:  $\frac{2t-t_0}{\Delta t'}k + \frac{t_0}{k\Delta t'} = \frac{2t'}{\Delta t'}$ , розв'язанням якого є  $2t' = 2t\sqrt{1-B^2}$ .

Тобто, і з точки зору земного брата, і з точки зору космонавта доходимо до висновку: за годинником зорельоту час польоту буде меншим, ніж час польоту за годинником Землі:  $2t' = 2t\sqrt{1-B^2} < 2t$ .

Для підтвердження отриманого висновку пропонуємо студентам використати спосіб, оснований на ефекті Доплера [3, с. 201; 6; 9]. Конспективно подамо процес аналізу цього явища.

Дійсно, згідно з [9, с 249; 11]

$$\omega = \omega' \cdot \frac{\sqrt{1-B^2}}{1-B \cdot n_x},$$

де  $\omega$  – частота електромагнітної хвилі (ЕМХ), що вимірюється в системі  $K$ ,  $\omega' = 2\pi\nu' = \frac{2\pi}{T'}$  – власна частота хвилі,  $n_x$  – направляючий косинус променя світла в СВ  $K$  ( $n_x$  – це  $\cos$  кута між віссю  $Ox$  (напрямком швидкості СВ  $K'$ ) та напрямом поширення хвилі),  $B = \frac{V}{c}$ .

Тоді при віддаленні космонавта ( $n_x = \cos \pi = -1$ ) період ЕМХ, яка реєструється на Землі, дорівнює  $T_B = T' \sqrt{\frac{1+B}{1-B}}$ , а при наближенні космонавта  $T_H = T' \sqrt{\frac{1-B}{1+B}}$ . Оскільки космонавт послав до Землі  $N$  сигналів протягом часу  $N \cdot T'$ , а брат прийняв  $\frac{N}{2}$  сигналів тривалістю  $T_B$ , та  $\frac{N}{2}$  сигналів тривалістю  $T_H$ , то  $\frac{N}{2}T_B + \frac{N}{2}T_H = 2t$ . Звідки одержуємо:

$$\frac{N}{2} T' \left( \sqrt{\frac{1+B}{1-B}} + \sqrt{\frac{1-B}{1+B}} \right) = \frac{NT'}{2} \cdot \frac{(1+B+1-B)}{\sqrt{1-B^2}} = \frac{NT'}{\sqrt{1-B^2}},$$

або  $2t = \frac{2t'}{\sqrt{1-B^2}}$ .

Подальшу самостійну роботу із дослідження "парадоксу близнюків" можна організувати:

- а) як індивідуальну самостійну діяльність студентів;
- б) як групову самостійну навчальну діяльність з автономною роботою творчих груп, які вивчають:

- 1) спосіб, що враховує (наближено) вплив псевдогравітаційного поля на хід годинника;

- 2) спосіб, підґрунтям якого є точні розрахунки проміжків часу польоту космонавта та "Земного" брата в припущенні, що космонавт (зореліт) весь час **рухається з прискоренням  $a' = g$** ;

- 3) інші можливі способи спростування "парадоксу близнюків".

Завершальним етапом самостійної роботи студентів над дослідженням проблеми "парадоксу близнюків" відповідно методики формування критичного мислення є обговорення отриманих результатів на семінарсько-практичному занятті. В процесі дискусії студенти з'ясовують, що різними способами можна отримати однозначний результат, який указує на "сповільнене старіння" космонавта, що швидко рухався у зорельоті, упевнитися в дивовижних властивостях простору-часу, дійти висновку щодо несуперечливості основних положень спеціальної теорії відносності.

Підсумовуючи, зазначимо, що запропонований поліваріантний підхід до пояснення одного і того ж фізичного явища, як свідчить наш досвід, позитивно впливає на формування критичного мислення студентів та сприяє більш глибокому осмисленню фундаментальних положень фізики, і зокрема, СТВ.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Тягло О.В. Критичне мислення: навч. посібник [текст] / О.В. Тягло. – Х.: Основа, 2008. – 192 с.
2. Терно С.О. Теорія розвитку критичного мислення (на прикладі навчання історії) [текст] / С.О. Терно: (посіб. для вчителя). – Запоріжжя: Запорізький національний університет, 2011. – 105 с.
2. Векслер С.І. Розвиток критичного мислення учнів у процесі навчання / С.І. Векслер. – К.: Радянська школа, 1971. – 59 с.
3. Присяжнюк С.С. Розвиток критичного мислення учнів / С.С. Присяжнюк // Завуч: науково-методичний журнал. – 2014. – №5–6 (125–126). – С.22–25.
4. Скобельцин Д.В. Парадокс близнецов в теории относительности / Д.В. Скобельцин. – М.: Наука, 1966. – 191 с.
5. Мардер Л. Парадокс часов / Л. Мардер. – М.: "Мир", 1974. – 222 с.
6. Бом Д. Специальная теория относительности / Д. Бом – М.: "Мир", 1967 – 222 с.
7. Борн М. Эйнштейновская теория относительности / М. Борн. – М.: "Мир", 1964 – 456 с.
8. Угаров В. А. Специальная теория относительности / В. А. Угаров. – М.: Наука, 1977. – 384 с.
9. Коновал О.А. Науково-методичний аналіз методів обґрунтування перетворень Лорентца: навчальний посібник для самостійної роботи студентів / О.А. Коновал. – Кривий Ріг: КПІ ДВНЗ "КНУ", 2014. – 137 с.
10. Коновал О.А. Основи спеціальної теорії відносності: [навч. посіб для студ. вищ. пед. навч. закл.] / О.А. Коновал; Криворізький педагогічний інститут. – Кривий Ріг: КПІ ДВНЗ "КНУ", 2014. – 258 с. : іл.



Коновал А.А., Туркот Т.И.

**ПОЛИВАРИАНТНОСТЬ В САМОСТОЯТЕЛЬНОМ ИССЛЕДОВАНИИ СТУДЕНТАМИ  
ПРОТИВОРЕЧИЙ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ КАК СРЕДСТВО  
РАЗВИТИЯ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ**

*В статье обосновывается необходимость формирования критического мышления будущих учителей физики. Предлагается описание методике ее формирования в процессе самостоятельного исследования студентами противоречий специальной теории относительности. Вариативность изучения феномена "парадокс близнецов" рассматриваются как средство развития критического мышления студентов-физиков.*

*Ключевые слова: критическое мышление, методика формирования критического мышления, специальная теория относительности, "парадокс близнецов", самостоятельное исследование.*

Konoval A.A., Turkot T.I.

**POLYVARIETY IN INDEPENDENT RESEARCH BY THE STUDENTS OF CONTRADICTIONS  
OF THE SPECIAL THEORY OF RELATIVITY AS MEANS OF DEVELOPMENT OF THE  
CRITICAL THINKING**

*The necessity of forming of the critical thinking of future teachers of physics is grounded in the article. Description of methodology of his forming is assumed in the process of independent research by the students of contradictions of the special theory of relativity. Variantness of study of the phenomenon the "paradox of twins" is examined as means of development of the critical thinking of students-physicists.*

*Key words: critical thinking, methodology of forming of the critical thinking, special theory of relativity, independent research, "paradox of twins".*

**УДК 378: 52+53**

**Кузьменков С.Г.**

**СПЕЦКУРС "ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ФІЗИЧНІ ТА МАТЕМАТИЧНІ  
КОНСТАНТИ" ЯК КРОК ДО ФУНДАМЕНТАЛІЗАЦІЇ ФІЗИЧНОЇ  
ТА АСТРОНОМІЧНОЇ ОСВІТИ**

*Статтю присвячено обґрунтуванню доцільності впровадження інтегративного спецкурсу "Фундаментальні фізичні та математичні константи", який втілює у навчальний процес принцип фундаменталізації освіти і формує у майбутніх фахівців фізичних спеціальностей єдину астрофізичну картину світу.*

*Ключові слова: фундаменталізація освіти, фундаментальні фізичні та математичні константи, астрофізична картина світу.*

Найважливішим компонентом нової освітньої парадигми є концепція фундаменталізації, яка передбачає істотне підвищення якості освіти. Фундаменталізація освіти є безпосередньою реакцією на зростання потоків інформації у сучасному світі й проблеми адаптації фахівця в умовах, що швидко змінюються.

На думку В.В. Кондратьєва фундаменталізація в освіті – це досягнення глибинних, сутнісних основ і зв'язків між різноманітними процесами навколишнього світу [10]. За словами А.Д. Суханова фундаменталізація освіти передбачає: створення умов для формування гнучкого і багатогранного наукового мислення, способів адекватного сприйняття дійсності [18], а за С.У. Гончаренко, – "акцентування уваги на засвоєнні найбільш істотних, фундаментальних, стійких і довготривалих знань, котрі лежать в основі цілісного сприймання наукової картини сучасного світу, репрезентованого світом