

УДК 373.5.16:53

**О. М. Яковлева**

Кіровоградський державний педагогічний  
університет імені Володимира Винниченка

## **МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ ТЕОРІЙ ПРОСТОРУ І ЧАСУ У КУРСІ ФІЗИКИ**

*У статті обґрунтовано доцільність вивчення нових поглядів на теорії простору і часу під час навчання курсу фізики, запропоновані сучасні теорії простору і часу та методика їх вивчення, розглянуто просторово-часові парадокси. У статті проаналізовано дослідження Ісаака Ньютона, теорію відносності Ейнштейна та сучасні уявлення простору-часу: теорію Мізнера, зв'язок часу з теорією струн та парадокси, які можуть виникнути при переміщенні у часі. Зосереджено увагу на доведенні необхідності включення цих питань до шкільного курсу фізики та курсу фізики професійно-технічних навчальних закладів для відповідності вмісту курсу до досягнень сучасної науки. У статті приведено методики формування в учнів критичного мислення під час вивчення вищезазначених теорій.*

**Ключові слова:** простір, час, одиниця вимірювання, теорія струн, теорія Мізнера, парадокс.

**Постановка проблеми.** Обраний Україною шлях європейської та світової інтеграції зумовлює необхідність інтенсивних змін в політичному, економічному й соціальному житті держави. Саме тому останніми роками відбуваються реформаційні процеси в освітній галузі, спрямовані на досягнення рівня найкращих світових стандартів. Значною подією стала поява стратегічного документа, – Національної доктрини розвитку освіти, – який заклав підвалини нової парадигми освіти – орієнтації на новий тип гуманістично-інноваційної освіти, її конкурентноздатності в європейському та світовому просторах, виховання покоління молоді, які будуть захищеними і мобільними на ринку праці, здатними робити особистісний духовно-світоглядний вибір, матимуть необхідні знання, навички й компетентності для навчання протягом життя [8].

На нашу думку, важливого значення набуває реформування стану викладання фізики. Вивчення нових теорій, зокрема таких фізичних понять як простір і час сприятиме формуванню сучасного наукового світогляду підростаючого покоління. Інтеграційні процеси сприяють створенню єдиного освітнього простору, який пов'язує подібними умовами земного існування, економічними, інформаційними та іншими видами міжнародних та міжособистісних зв'язків та залежностей. Тому, для того, щоб людство діяло як єдина система, обов'язково має бути одна «часова мова». У кожній такої системи мають бути й свої часові параметри

(наприклад, діапазон існування, система одиниць тощо). Історично так склалося, що в земній системі, яка нерідко намагається сумістити несумісне створені штучні коригування та доповнення, типу введення високосних років, одночасне існування Григоріанського та Юліанського календарів, зворотній відлік часу від Різдва Христа, різна кількість діб у місяці (особливо відрізняється лютий), місцевий, поясний, всесвітній, атомний час тощо. Такі коригування необхідні, оскільки є намагання штучно об'єднатися в одну часову систему, яка включає абсолютно незалежні процеси: обертання Землі навколо власної вісі (доба), цикл створення Богом світу за Біблією (неділя), обертання Місяця навколо Землі (місяць), обертання Землі навколо Сонця (рік), середній час життя людини (вік) тощо. Практична необхідність призвела до необхідності ділення доби на менші одиниці: години, хвилини, секунди.

З практичної точки зору це необхідно і зрозуміло, але практична сторона не має вводити суб'єктів навчання в оману відносно суті поняття часу, його характеристик та можливостей використання в тих або інших випадках.

Для ілюстрації впливу на часову систему лише умов існування можна навести приклад підрахунку часу Робінзоном Крузо на його загубленому в океані острові. Він орієнтувався лише на циклічний рух Сонця. Циферблат йому заміняла гілка дерева, на якій він робив ножом помітки. За початок системи відліку він прийняв день його появи на острові. Життя окремо від цивілізації заставило його жити у часі своєї власної системи.

**Аналіз актуальних досліджень.** У створенні сучасної теорії простору і часу велику роль зіграли ідеї М. І. Лобачевського, Г. Рімана, К. Гауса. Відкриття неевклідової геометрії спростувало вчення І. Канта про простір і час як про позадослідні форми чуттєвого сприйняття. Дослідження Бутлерова, Федорова і їх послідовників виявили залежність просторових властивостей від фізичної природи матеріальних тіл, обумовленість фізико-хімічних властивостей матерії просторовим розташуванням атомів. Невід'ємність простору і часу один від одного і від природи в цілому доводили К. Е. Цюлковський, В. І. Вернадський та ін. В. І. Вернадський розглядав простір і час у взаємозв'язку з біосферою, ввів поняття біологічного часу. Остаточно змусила переглянути уявлення про простір і час, розроблені класичною фізикою, теорія відносності Ейнштейна.

Спеціальна теорія відносності А. Ейнштейна ґрунтована на тому, що усі види рівномірного руху відносні. Це означає, що об'єкт може знаходитися в стані рівномірного руху тільки по відношенню до фіксованої системи відліку. А. Ейнштейн показав, що у будь-якій інерціальній системі відліку швидкість світла у вакуумі має одну і ту ж величину для будь-якого напрямку [7].

Поняття простору-часу особливо актуальне в наукових дослідженнях, а отже і в навчальному процесі, оскільки ті ідеї, які зображалися у фільмах та науково-фантастичних романах, на сьогоднішній день можливо зможуть бути реалізовані за допомогою Великого адронного колайдера (ВАК), який розташований на кордоні Швейцарії і Франції і являє собою прискорювач, розміщений у довгому тунелі протяжністю 27 кілометрів. Запущений він був в 2008 році, основним його завданням є створити умови, які виникли відразу після Великого вибуху, породжувача Всесвіту. Два доктори фізико-математичних наук, з московського інституту імені Стеклова РАН Ірина Ареф'єва та Ігор Волович, впевнені в можливостях ВАКу як машини часу. Вони пояснюють, як Колайдер може допомогти в подорожах в часі [1]. Національний науковий центр «Харківський фізико-технічний інститут», Київський технічний університет «Київський політехнічний інститут», Київський Національний університет ім. Т.Г.Шевченка виконують окремі завдання ЦЕННу.

**Мета статті** полягає у дослідженні сучасних теорій простору і часу та розробці методики їх вивчення під час навчання фізики у навчальних закладах 1-2 рівня акредитації.

**Виклад основного матеріалу.** На уроках шкільного курсу фізики учні знайомляться із поняттям часу, як одним з основних понять фізики і філософії, однією з координат простору-часу. Як фізична величина час здебільшого позначається літерою  $t$ . Одиницею вимірювання часу в системі СІ є секунда. Ми пропонуємо показати учням, що поняття час має три аспекти:

- координати події на тимчасовій осі. На практиці це поточний час: календарний, обумовлений правилами календаря, і часом доби, обумовлений якою-небудь системою числення (шкалою) часу (прикладі: місцевий час, всесвітній координований час);
- відносний час, часовий інтервал між двома подіями;

– суб'єктивний параметр при порівнянні декількох різночастотних процесів.

На нашу думку, вивчення теорій простору та часу доцільно проводити поетапно. До першого етапу можна віднести дослідження Ісаака Ньютона. Він вважав, що Всесвіт є механічним і розглядав його як точну машину, яка працює відповідно до певного набору правил. В основі цих правил лежали закони класичної механіки. Наприклад, Земля обертається навколо Сонця, а галактики подібні механізму у великому годиннику. Ця механічна концепція часу-простору є системою з абсолютним часом та абсолютним простором. Вона повністю ізолює час і простір [5].

Г. Галілей і І. Ньютон говорили про плоский, евклідов «абсолютний простір» та про «абсолютний час» – як про два абсолютно не пов'язані поняття. В абсолютному просторі діяли ньютонівські закони фізики, а абсолютний час протікав сам по собі. Не було ніяких гіпотез чи припущень про те, що простір і час можуть представляти собою два аспекти єдиної суті – викривленого «простору-часу», – поки А. Ейнштейн не об'єднав їх у теорії відносності.

Другий етап якраз і міститься в основі теорію відносності Ейнштейна. На цьому проміжку була встановлена концепція відносного часу-простору, яка об'єднувала час і простір. У будь якій інерційній системі час вимірюється годинником, який має ту саму структуру, що й система, і безпосередньо пов'язаний із системою. Узагальнена теорія відносності спростувала концепцію інерційної системи та пов'язала матерію, рух і час-простір через поняття гнучкого простору.

Проте, загальна теорія відносності Ейнштейна може тільки описати нерухомий і рівномірно розподілений ізольований час-простір. Вона не встановила фізичного поняття динамічного різноманіття часу-простору більш високих вимірів. Також не розглядає розвиток структур часу-простору.

На третьому етапі сучасна наука проаналізувала, що час-простір світу, в якому проживає людство, дуже складний і не є лише тим, що люди можуть побачити очима. Базуючись на цьому, вчені розвинули сучасну теорію часу-простору [5].

Ми пропонуємо ознайомити учнів із наступними сучасними уявленнями простору-часу: теорією Мізнера, звязку часу з теорією струн та парадоксами, до яких можуть призвести переміщення у часі.

Теорія Мізнера являє собою абстрактно-математичне представлення простору і часу, вперше описаним Чарльзом Мізнером з університету Меріленда. Учням буде досить легко зрозуміти суть теорії, оскільки спрощено її можна представити у вигляді екрану комп'ютерної гри, в якій деякий елемент після зникнення з правої границі монітора, миттєво з'являється на його лівій стороні. Ми вважаємо, що учнів може зацікавити цей матеріал, оскільки переміщення границь, що оточують існуючий простір Мізнера, теоретично дозволяє подорожувати у часі [6].

Розглянемо спосіб пояснення простору Мізнера на прикладі кімнати. Для цього пропонується учням уявити ідеалізований простір, наприклад, спальню, у яку помістили весь Всесвіт. Після цього ставиться завдання. Нехай кожна точка на лівій стіні спальні ідентична відповідній точці на правій стіні. Це означає, що якщо учень підете у напрямку до лівої стіни і не зупинитеся вчасно, то він не розіб'єте собі носа, а пройдете крізь стіну і з'явитесь знов з правої стіни. Отже, в якомусь сенсі ліва і права стіни сполучені циліндрично. Крім того, точки на передній стіні кімнати ідентичні точкам на задній стіні, а точки на стелі ідентичні точкам підлоги. Таким чином, йдучи в будь-якому напрямі, учень пройде крізь одну із стін спальні і знову повернеться в неї. Суб'єкт досліду не може вийти з кімнати. Іншими словами: спальня є цілим Всесвітом.

Для розвитку творчого мислення перед учнями можна поставити проблемну ситуацію: що ми побачимо, якщо стіни будуть прозорі. По суті, ми маємо побачити за стіною точну копію нашої спальні. В цій іншій спальні має знаходитися наш клон, хоча ми й зможемо побачити лише його спину, але ніколи — обличчя. Якщо поглянути вгору або вниз, то також побачимо точні копії самого себе. По суті, існує незкінчена послідовність точних копій нас самих, що стоять спереду, ззаду, внизу і над нами.

Наступна проблема, яку можна поставити перед учнями: зробити спробу побачити обличчя свого клона. Учні мають зрозуміти, що вступити в контакт з самим собою буде дуже важко. Оскільки кожного разу, коли вони повертатимуть голову, аби побачити обличчя клонів, вони виявлятимуть, що клони теж відвертаються. Але якщо спальня досить маленька, то вони можуть просунути руку крізь стіну і схопити за плече клона, що стоїть перед стіною. Але їх може глибоко шокувати те, що клон ззаду також протягнув руку і схопив їх за плече. Так само вони можуть

випрягнути руки направо і наліво, схопивши клонів, що стоять зліва і справа, і тоді утворюється нескінченна послідовність вас самих, що тримаються за руки. По суті, ви протягнулися через весь Всесвіт.

Якщо учням прийде в голову ідея кинути якийсь предмет через прозору стіну у свого клона, то їм необхідно бути готовими до того, що клон позаду також збирається це зробити [4].

Наступна теорія, яка пов'язана з часом і з якою ми пропонуємо ознайомити учнів – це теорія струн. Починається вона з того, що у 1991 році Дж. Річард Готт з Принстона запропонував ще один розв'язок Ейнштейнівських рівнянь, який допускав подорожі в часі. Його підхід був цікавий тим, що Дж.Готт вибрав абсолютно новий напрям, повністю відкинувши об'єкти, що обертаються, портали-червоточини і негативну енергію.

Займаючись дослідженнями в області космології, Дж. Готт зацікавився «космічними струнами», «залишком» Великого Вибуху, існування яких передбачається в багатьох теоріях. Космічні струни можуть бути тонші за діаметр атомного ядра, але їх маса може бути порівнянна із зоряною і вони протягуються в просторі на мільйони світлових років. Вчений першим виявив розв'язок рівнянь Ейнштейна, що допускає існування космічних струн. Але потім він відмітив в цих космічних струнах дещо незвичайне. Якщо узяти дві космічні струни і направити їх назустріч одна одній, то саме перед тим, як вони зіткнуться, їх можна використовувати як машину часу. По-друге, він виявив, що якщо облетіти довкола космічних струн, що стикаються, то простір теж стискається, що додає йому незвичайні властивості. Ми знаємо, якщо, наприклад, обійти довкола столу і повернутися на місце старту, ми зробимо оберт (довкола столу) в  $360^\circ$ . Але якщо ракета облетить дві космічні струни при їх проходженні одна крізь одну, то вона, по суті, зробить неповний оберт, менше  $360^\circ$ , тому що простір стискається. Таким чином, необхідно показати учням, що облетівши довкола обох струн фактично можна було б перевищити швидкість світла (з точки зору спостерігача, що знаходиться на віддалі), оскільки загальна відстань буде меншою, ніж очікувалося. Це не суперечить спеціальній теорії відносності, оскільки у власній системі відліку швидкість ракети ніколи не перевищить швидкості світла.

Але це також означає, що при можливості облетіти дві космічні струни, що стикаються, можливо зробити подорож в минуле. Проте кількість енергії, яка необхідна для створення машини часу, просто неймовірна. «Щоб зробити можливими подорожі в минуле, космічні струни масою в 10 трильйонів на сантиметр повинні рухатися в протилежних напрямках зі швидкостями, щонайменше 99,999999996 % від швидкості світла. Ми спостерігали у Всесвіті протони високої енергії, що рухаються так само швидко, а тому такі швидкості можливі» [4, с. 163].

Деякі критики вказують на те, що космічні струни – явище дуже рідкісне, якщо вони взагалі існують, а зіткнення космічних струн – ще рідше. Тому Дж.Готт запропонував наступне: високорозвинена цивілізація може виявити космічну струну у відкритому космосі. Використовуючи велетенські космічні кораблі і якнайточніші прилади величезних розмірів, люди майбутнього могли б перетворити цю струну в злегка неправильний прямокутник-петлю (схожий на похилий стілець). По його теорії, ця петля-прямокутник може колапсувати під впливом власної гравітації, так що два прямі відрізки космічної струни можуть пролетіти один повз одного зі швидкістю, близькою до швидкості світла, створивши тим самим машину часу [4].

При ознайомленні учнів із сучасними теоріями простору і часу, важливо довести до їх відома і таке явище, як часові парадокси. Пропонуємо учням розглянути деякі з них. Наприклад, дідусів парадокс. Учні мають зрозуміти, що згідно з цим парадоксом, зміна минулого робить існування сьогодення неможливим. Наприклад, відправившись у віддалене минуле, щоб поглянути на динозаврів, можна випадково наступити на маленьку волохату істоту, яка, можливо, була першим предком роду людського. Знищивши свого предка, власне існування стає логічно неможливим.

Далі, ми пропонуємо розглянути інформаційний парадокс, згідно з яким, інформація приходить з майбутнього, а це означає, що у неї немає початку. Наприклад, уявимо, що якийсь учений створив машину часу і вирушає в минуле, щоб повідати секрет подорожі в часі самому собі в юні роки. У цього секрету не буде початку, оскільки та машина часу, яку створить молодий учений, не буде винайдена ним самим; секрет її конструкції буде переданий йому його старшим втіленням.

Цікавим є парадокс Білкера. Припустимо, людина знає, якою буде її майбутнє, і здійснює якийсь вчинок, що робить існування такого майбутнього неможливим. Наприклад, ви створюєте машину часу, яка може понести вас в майбутнє, і виявляєте, що вам судилося одружитися на жінці на ім'я Джейн. Проте у противагу долі ви вирішуєте одружитися на жінці на ім'я Хелен. У такий спосіб робиться неможливим існування такого майбутнього.

Для прикладу пропонуємо обговорити з учнями деякі популярні фільми пов'язані з переміщенням у часі та просторі. Наприклад, у фільмі «В кінці вічності» Айзек Азімов показує «тимчасову поліцію», яка відповідає за відвертання подібних парадоксів. У фільмі «Термінатор» сюжет ґрунтований на інформаційному парадоксі – учені вивчають мікрочіп, узятий у робота з далекого майбутнього, потім вони створюють цілу расу роботів, які наділені свідомістю, і ті завойовують весь світ. Іншими словами, сама конструкція цих роботів не була створена яким-небудь винахідником; вона просто узята з уламків одного з роботів далекого майбутнього. У фільмі «Назад в майбутнє» Майкл Дж.Фокс намагається уникнути «дідусевого парадоксу», коли повертається назад в часі і зустрічається зі своєю матір'ю-підлітком, яка тут же закохується в нього. Але якщо вона відмовить залицяння батька Фокса, то саме існування Майкла буде поставлено під загрозу.

Учням можна запропонувати завдання, щоб вони придумали способи уникнення цих парадоксів, а потім ознайомити із двома можливими рішеннями цих тимчасових парадоксів, які пропонують науковці. Наприклад, російський космолог Ігор Новіков вважає, що людство вимушене діяти таким чином, немов парадокси неминучі. Його підхід називається «Школою несуперечності». Якщо річка часу м'яко повертає назад і знову замикається на самій собі, створюючи вир, то, згідно з припущеннями Новікова, якщо вирішиться проблема повернутися назад в часі, і це може призвести до тимчасового парадоксу, то деяка «невидима рука» повинна втрутитися і запобігти стрибку в минуле. Але в підході Новікова існують проблеми з вільною волею. Якщо ми повернемося назад в часі і зустрінемо своїх власних батьків, то можна подумати, що у своїх діях ми керуємося власною волею; Новіков вважає, що ще не відкритий закон фізики забороняє будь-яку дію, яка змінила б майбутнє (наприклад, таку дію, як відвертання факту власного народження).



Цю загадкову силу, яка не дозволяє змінити минуле і створити часовий парадокс, І.Новіков пояснює на прикладі закону гравітації. Якщо заманеться прогулятися по стелі без спеціального спорядження, закон гравітації не дозволить цього зробити, а тому це обмежує свободу волі.

Якщо запропонувати учням розглянути будь-яку історичну подію, припустимо, битву Олександра Великого з царем персів Дарієм III в 330 році до н. е. І якимось вплинути на історичний хід події, наприклад, відправити в минуле кулемети з інструкцією на древньоперсидському по їх використанню можна було б потенційно змінити усю подальшу європейську історію (і, можливо, виявили б, що замість української мови розмовляємо на якомусь діалекті персидської).

Отже, учні мають зробити висновок, що навіть незначний вплив на хід подій може призвести до непередбачених парадоксів у теперішньому.

Наприклад, в теорії хаосу використовується метафора «ефект метелика». У критичні моменти формування клімату Землі досить щонайменшого трепету крил метелика, щоб пустити по воді маленькі хвилі, здатні порушити баланс сил і викликати грозу страшної сили. Навіть найдрібніші неживі об'єкти, будучи відправлені до минулого, неминуче змінять минуле самим непередбачуваним чином, що стане причиною тимчасового парадоксу.

Слід також ознайомити учнів і з другим способом вирішення тимчасового парадоксу. Це той варіант, при якому річка часу м'яко розгалужується на дві річки, або рукави, утворюючи два різні Всесвіти. Іншими словами, якби ви відправилися в минуле і завадили своїм батькам зустрітися, ви б зробили це з людьми, які генетично не відрізняються від ваших батьків в альтернативному всесвіті, в тому, де ви ніколи не народитесь. Але ваші батьки у вашому рідному Всесвіті будуть разом. Друга гіпотеза називається «Теорією багатьох світів»: суть її в тому, що всі можливі численні світи можуть існувати одночасно [4].

**Висновки.** Уявлення про простір і час є основою сучасної наукової картини світу. Її еволюція тісно пов'язана з розвитком уявлень про простір і час. Так, створення механіки привело до просторово-часових уявлень у стилі Ньютона, розвиток електродинаміки виразився в уявленнях про простір і час спеціальної теорії відносності (СТО), вивчення гравітації привело до просторово-часових представлень загальної теорії відносності,

нарешті, дослідження мікросвіту вказує на можливість існування нових уявлень про простір і час [2].

У різних галузях сучасної науки приділяється значна увага вивченню проблематики нових теорій часу та простору. Ці дослідження дуже різнопланові як за своєю метою, так і за методиками і вихідними концепціям [3]. Розгляд нових уявлень простору і часу під час навчального процесу необхідний для повного уявлення про сучасну наукову картину світу. Включення цих питань до шкільного курсу фізики та курсу фізики професійно-технічних навчальних закладів приводить у відповідність його зміст з досягненнями сучасної науки, допомагає здолати існуючий розрив між тим, що дається під час навчального процесу і тим, що отримують учні з інших джерел інформації. Тому, дослідження нових теорій часу і простору є актуальним і потребує розробки методики їх навчання.

Перспективи подальших досліджень у навчанні понять простору і часу учнів професійно-технічних навчальних закладів вбачаються у більш детальному аналізі понять простір і час в курсі фізики, порівнянні тлумачень понять простору і часу у фізиці і споріднених дисциплінах. Результати досліджень будуть відображені у подальших публікаціях.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Большой Адронный Коллайдер – машина времени! (статья) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.iksinfo.ru/stati/vremia /item/ 130-bolshoj-adronnyj-kollajder—mashina-vremeni.html>.
2. Коломин В. И. Формирование современных пространственно-временных представлений у учащихся в курсе физики средней школы: дис. на получение степ. канд. педагогических наук: спец. 13.00.02 « Методика преподавания»/ В.И. Коломин. – Москва, 1982. – 198 с.
3. Любинская Л. Н. Философские проблемы времени в контексте междисциплинарных исследований/ Л. Н. Любинская, С. В. Лепилин. – Москва: Издательство «Прогресс-Традиция», 2002. – 304 с.
4. Мичио Каку. Параллельные миры/ Мичио Каку. – «СОФИЯ», 2008. – 416с.
5. Новая эпоха науки: Многомерная теория пространства-времени (часть 1. Наука и технологии) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.epochtimes.ru/content/view/35504/5/>. – Назва з екрана
1. Пространство Мизнера [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://ru.wikipedia.org/wiki/Пространство\\_Мизнера](http://ru.wikipedia.org/wiki/Пространство_Мизнера).
7. Современная теория пространства и времени [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL : <http://learn4you.ru/Player/Player.aspx>.
8. Стратегія реформування освіти в Україні: Рекомендації з освітньої політики. – К.: «К.І.С.», 2003. – 296 с.

## РЕЗЮМЕ

**Яковлева О. Н.** Методика изучения теорий пространства и времени в курсе физики.

*В статье обоснована целесообразность изучения новых теорий пространства и времени во время обучения курса физики, предложены современные теории пространства и времени и методика их изучения, рассмотрены пространственно-временные парадоксы. В статье проанализировано исследование Исаака Ньютона, теория относительности Эйнштейна и современные представления пространства-времени: теорию Мизнера, связь времени с теорией струн и парадоксы, которые могут возникнуть при перемещении во времени. Сосредоточенно внимание на необходимости включения этих вопросов в школьный курс физики и курс физики профессионально-технических учебных заведений для соответствия содержания курса с достижениями современной науки. В статье приведены методики формирования у учеников критического мышления во время изучения вышеупомянутых теорий.*

**Ключевые слова:** пространство, время, единица измерения, теория струн, теория Мизнера, парадокс.

## SUMMARY

**Yakovlieva O.** A method of study of theories of space and time is in the course of physics.

*In the article expediency of study of new theories of space and time is reasonable during the studies of course the physicists, offered modern theories of space and time and methodology of their study, spatio-temporal paradoxes are considered. Research of Newton, theory of relativity of Einstein and modern presentations of space-time, is analysed in the article: theory of Miznera, connection time with the theory of strings and paradoxes which can go deep at moving in time. Concentrated attention on including of these questions well-proven a necessity to the school course of physics and course of physics of professional educational establishments for accordance of content of course with achievements of modern science. In the article the methods of forming for the students of critical thought are resulted during the study of afore-mentioned theories.*

**Key words:** space, time, unit, theory of strings, Miner's theory, paradox.