

Scientific journal  
**PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION**  
 Has been issued since 2013.

ISSN 2413-158X (online)  
 ISSN 2413-1571 (print)

Науковий журнал  
**ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА**  
 Видається з 2013.

<http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/>



*Савчук В.С., Романець О.А. Питання теорії відносності в підручниках для вищої школи в Україні: до становлення методики викладання. Фізико-математична освіта. 2020. Випуск 1(23). Частина 2. С. 65-71.*

*Savchuk V., Romanets O. The theory of relativity questions in textbooks for higher education institutions in Ukraine: to the formation of teaching methodology. Physical and Mathematical Education. 2020. Issue 1(23). Part 2. P. 65-71.*

DOI 10.31110/2413-1571-2020-023-1-2-010  
 УДК 530.12:531.18 + 378.147

**В.С. Савчук**

Дніпровський національний університет, Україна  
 varfolomey44@gmail.com  
 ORCID: 0000-0002-6324-7567

**О.А. Романець**

Дніпровська академія неперервної освіти, Україна  
 elena.romanetc@gmail.com  
 ORCID: 0000-0002-5439-3749

#### ПИТАННЯ ТЕОРІЇ ВІДНОСНОСТІ В ПІДРУЧНИКАХ ДЛЯ ВИЩОЇ ШКОЛИ В УКРАЇНІ: ДО СТАНОВЛЕННЯ МЕТОДИКИ ВИКЛАДАННЯ

##### АНОТАЦІЯ

*Досліджено процес проникнення спеціальної теорії відносності (СТВ) у підручники, що використовувалися у закладах вищої освіти України від моменту виникнення теорії до середини ХХ ст. Вивчені оригінальні праці вчених, що працювали в Україні, відповідні підручники та методичні підходи в роботах. Проаналізований підхід Л. Кордиша до виведень перетворень Лоренца, що й донині використовується у сучасних підручниках з фізики.*

**Матеріали і методи.** *Метод дослідження: системний аналіз методичних підходів до викладання понять теорії відносності. Аналізу підлягали підручники, поширені в Україні у досліджуваній період.*

**Формулювання проблеми.** *Становленню методики викладання СТВ та загальної теорії відносності (ЗТВ) у підручниках присвячено незначну кількість наукових праць; методи, що використовуються для пояснення класичних питань теорії відносності «відкривалися» без урахування досвіду їх становлення і розвитку; низка праць є невідомою.*

**Результати.** *Доведено, що О.П. Грузинцев першим в Україні у 1911 р. увів теоретичні основи СТВ у підручники. Показано, що до 1930-х рр. у підручниках, питання СТВ або відсутні, або висвітлювалися обмежено. Наприкінці 1930-х рр. формується новий погляд на викладання теоретичної фізики з урахуванням новітніх досягнень. Ці принципи були втілені Л.Д. Ландау та його співробітниками у серії підручників.*

**Висновки.** *Саме в представленні теорії відносності у підручниках того часу були закладені методичні відмінності її викладання. Методика викладання теорії відносності формувалась у підручниках. Їх автори доносили доступність СТВ та ЗТВ, спираючись на досвід їх осмислення залежно від своїх поглядів на їх важливість. Чіткі методичні підходи ще не були вироблені і знаходилися у пошуковому стані. Але, на праці Л. Й. Кордиша та інших стали підґрунтям розвитку методики викладання СТВ та ЗТВ застосовуються й у сучасних підручниках.*

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** *СТВ, Україна, підручники з фізики, перетворення Лоренца, методика викладання.*

##### ВСТУП

Незважаючи на те, що спеціальній теорії відносності (СТВ) на теперішній час вже більше 100 років, вона мало хто вважала сумнівної, а питання СТВ викладені як у шкільних підручниках фізики, так і у підручниках для закладів вищої освіти, вона більше 30 років від початку створення, «прокладала» собі шлях, щоб бути «допущеною» до підручників (які вже стали для нас класикою), а не тільки існувати суто в науковому співтоваристві.

**Мета** цієї статті – простежити етапи становлення СТВ у підручниках, що використовувалися в Україні від 1913 року до середини ХХ ст., та розібрати і проаналізувати методичні засади виведення перетворень Лоренца, що і зараз використовуються при викладанні фізики.

##### МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Стаття заснована на системному аналізі оригінальних підручників вчених, що працювали в Україні у зазначений період, або чий підручник був виданий в Україні. Системний аналіз як базовий метод системного підходу, дозволяє

розглядати множини підручників як ту цілісність, що повинна зумовлювати їх властивості, як певної системи надання знань з зазначеного на прямую.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Першим на вчальних виданнях в Україні, де було розглянуто питання пов'язані зі спеціальною теорією відносності, на наш погляд, є курс лекцій О.П. Грузинцева з математичної оптики (*Грузинцев, 1911*). У ньому вчений і педагог розглянув такі питання, як теорема відносності Лоренца та її застосування до перетворень рівнянь поля у випадку поступального руху, а також виведення А. Ейнштейна для перетворень координат і часу. Таким чином, він першим в Україні увів у навчальний процес питання спеціальної теорії відносності.

Після курсу лекцій О.П. Грузинцева серед перших за радянських часів підручників, в якому досить детально було розглянуто питання спеціальної теорії відносності, зокрема виведення перетворень Лоренца, був один з томів п'яти томного підручника з фізики російського фізика О.Д. Хвольсона (*Хвольсон, 1923*). Цей підручник, який був перекладений й іноземними мовами, вплинув на вибір наукового шляху багатьох відомих надалі фізиків, зокрема в одному із своїх листів 17-річний Е. Фермі, майбутній нобелівський лауреат, писав: «Я очень рад, что взялся за этот учебник, так как он углубил те знания физики, которые у меня уже были, и познакомил меня со многим, о чем я не имел ни малейшего представления...» (*Шашуков, 2006*).

У 1920-ті роки з підручників, які друкувалися в Україні, можна назвати підручник О.О. Ейхенвальда, який хоча і не жив в Україні, але був обраний у 1919 році академіком ВУАН, що, можливо, вплинуло на його рішення видати свій підручник «Электричество» у 1926 р. у Києві (*Ейхенвальд, 1926*). Надалі цей підручник декілька разів перераздавався. У п'ятому (*Ейхенвальд, 1928*) та шостому (*Ейхенвальд, 1931*) виданнях цього підручника, що вийшов вже в Росії, О.О. Ейхенвальд увів розгляд принципу відносності для електромагнітних полів, електромагнітної ма суружомого заряду та залежність маси від швидкості руху, проте фізичних засад СТВ вчений не наводить, зазначаючи щодо формули Лоренца: «К тем же формулам пришел Эйнштейн на основании своего более общего принципа относительности, но принцип Эйнштейна выходит из рамок нашего изложения» (*Ейхенвальд, 1931*).

Звернення до підручників закордонних авторів, що перекладалися в Україні, теж підтверджує думку про те, що СТВ ще не стала постійним атрибутом підручника з фізики. Зокрема, не зустрічаємо викладення СТВ у відомому підручнику (був допущений в якості підручника для вищих навчальних закладів) німецького фізика Е. Г. Варбурга. Цей підручник виходив в Україні (*Варбург, 1923*) і Росії (*Варбург, 1934*), але навіть у виданні 1934 року в ньому відсутні підрозділи, присвячені СТВ.

Наскільки надалі в Україні спеціальна теорія відносності знайшла за радянських часів відбиття у підручниках з фізики для вищої школи? Щоб відповісти на це питання, треба чітко уявляти, що процес підготовки на вчальних посібників та видаць в СРСР знаходився під безпосереднім наглядом на лаштованих у певному ідеологічному дискурсі відповідних органів та був централізованим. Наведемо для підтвердження цієї думки тільки декілька назв публікацій сталінського періоду щодо підручників: Суворов Н. «К вопросу об учебниках по физике»; Молотов В.М. «Выпуск учебников – дело государственной важности»; Дубицкий Н.М. «За советский учебник по теоретической физике»; Фок В.А. «За подлинно научную советскую книгу»; «Материалы сессии физической группы Академии наук СССР по вопросам преподавания физики во вузах»; Яковлев Р. «Советский учебник механики еще не создан»; Немилов А. «Каков должен быть советский естественнонаучный учебник для высшей школы»; «О философских ошибках в трудах академика Л.И. Мандельштама (Решение Учёного совета Физического института имени П. Н. Лебедева АН СССР, 9 февраля 1953 г.)». Ця тема проходить як одна з важливих у справі підготовки фахівців у вищій школі у виступах партійних діячів, вчених, функціонерів вищої школи. Звертає на себе увагу той факт, що ці публікації досить часто знаходять місце на шпальтах газет «Права» та «Известия», у періодичних виданнях «Социалистическая реконструкция и наука», «Книга и пролетарская революция» тощо. Тобто у видавництвах, через які партія більшовиків доводила як до широкого загалу людей, так і до вчених відповідні ідеологічні настанови в сфері книгодрукування, підготовки та видаць підручників. Ці настанови та заходи валили потім основою подальшого розгляду і визначення цінності та важливості підручників під відповідним ідеологічним кутом.

Звернемо в цьому контексті увагу на зазначену вище статтю щодо філософських помилок у працях Л.І. Мандельштама, оскільки вони є найбільш близькими до теми дослідження за тематикою, що розглядається. А саме, криптиці було піддано підручник за редакцією Л.І. Мандельштама (*Мандельштам, 1934*). Як було зафіксовано в рішенні від 9 лютого 1953 р. вченої ради Фізичного інституту і м. П.М. Лебедева АН СРСР: «Не опираясь на единственно верное учное мировоззрение, Л. И. Мандельштам допустил в своих трудах ряд философских ошибок субъективно-идеалистического характера, которые главным образом содержатся в V томе полного собрания трудов, – в посмертно изданных лекциях по физическим основам теории относительности, читанных в 1933–1934 гг., и в лекциях по основам квантовой механики, прочитанных в 1939 г.» (*Успехи физических наук, 1953*). Таким чином, на початку 1930-х років в Л.І. Мандельштам вже читав повноцінний курс лекцій з фізичних основ теорії відносності. Але видаць він був лише у 1950 р. за конспектами лекцій, зробленими учнями Л.І. Мандельштама. І одразу ж став мішенню для критики за «ідеологічні» прорахунки.

У процесі цієї критики, під гаслом боротьби за ідеологічну чистоту в фізиці, яка розгорнулася навколо школи Л.І. Мандельштама після його смерті, як згадував С.М. Ритов, «конкретным материалом для обвинений идеалистических «изма» послужили:

- 1) книжка С.Э. Хайкина «Что такое силы инерции» (1940) и его же за мечательный учебник «Механика» (1947), в которых он опирался на идеи Мандельштама;
- 2) двухтомный «Курс физики» под редакцией Н.Д. Папалекси (1947 и 1948 г.), во втором томе которого была на писана мною глава «Оптика движущихся тел и специальная теория относительности»;
- 3) пятый том «Полного собрания трудов» Л.И. Мандельштама, содержащий, в частности, его лекции 1933–1934 гг. по специальной теории относительности (в моей обработке)» (*Ритов, 2003*).

Зазначимо, що Ритов Сергій Михайлович – знайний радянський фізик, спеціаліст в галузі радіофізики. З питань викладання фізики відомий як автор підручника «Введение в статистическую радиофизику» та низки науково-популярних видань і розділів з теорії відносності у деяких підручниках.

Виникає питання, чи були раніше підручники, в яких розглядалися певні питання теорії відносності ще до видання підручника Л.І. Мандельштама, в Україні. Певну відповідь на це питання можна знайти в ретельному дослідженні, проведеному Карлом Холлом (*Холл, 2004*), який в культурно-історичному аспекті розглянув курс теоретичної фізики Л.Д. Ландау та Є.М. Ліфшиця, що і нині є основним при викладенні теоретичної фізики на фізичних факультетах. У контексті цієї праці згадуються підручники, які передували курсу теоретичної фізики Ландау та Ліфшиця, і які були побудовані на визнанні спеціальної теорії відносності. Серед таких підручників називаються підручник Я.І. Френкеля, виданий за кордоном внаслідок того, що у виданні в СРСР автору було відмовлено, підручник І.Е. Тамма з основ теорії електрики. Мова про підручники з фізики, видані в Україні в першій половині двадцятого століття, не йде.

Наше дослідження підтверджує, що подібних підручників в Україні в цей період не виходило. На наш погляд на це були певні причини. Зокрема, проблема створення підручників для вищої школи взагалі в СРСР, особливо з природничих наук, стала на порядку денному у 1930-ті роки. В Україні в цей час було не дуже багато фізиків в новій хвилі, які б намагалися створити такий підручник. Фізики-теоретики Л.Й. Кордиш вже помер, Л.Я. Штрум був заарештований та розстріляний. З фізиків-теоретиків в Україні до складання курсу теоретичної фізики звернулися Л.Д. Ландау та Є.М. Ліфшиць, що на той час працювали у Харкові, і розпочали там підготовку відомого курсу теоретичної фізики, причому рукопис «Теория поля» був підготовлений ще в Харкові. Як вказує К. Холл: «Что касается послевоенных изданий, то Френкель ещё сомневался, правильно ли будет с педагогической точки зрения принимать принцип относительности в качестве исходного для микроскопической электродинамики. Ещё много лет спустя после войны никто не решался использовать такой подход своих учебниках. Ландау же и Лифшиц для своего учебника «Теория поля» (законченного в конце 1939 г.) воспользовались как раз этой тактикой, и она не изменилась до сих пор» (*Холл, 2004, с. 174*).

Отже, можна констатувати, що прецедент появи навчальних книг, в яких би розглядалися питання СТВ, спостерігався в Україні після створення цієї теорії у 1910-х роках, але не набув широкого поширення у подальші роки. З причин, які могли вплинути на це, можемо вказати на такі фактори, як поступове зникнення у той період в Україні фізиків-теоретиків, що могли б написати такий підручник (Л.Й. Кордиш, Л.Я. Штрум, Є.М. Ліфшиць, Л.Д. Ландау). Частина з них пішла з життя за різних обставин, частина виїхала до Росії. Крім того, перехід до централізованого регулювання процесу видання підручників теж вплинув на можливість друку подібних підручників в Україні.

Більшість підручників з фізики, якими користувалися у закладах вищої освіти України, були російськими. Наприклад «Курс физики: Электричество. Оптика. Физика атомного ядра: Т.2. (ред. Папалекси Н.Д., 1948). З тих російських підручників, які перекладалися українською мовою і видавалися в Україні, можна назвати, зокрема, відомий підручник К.А. Путилова, який вийшов у Росії у 1934 р. (*Путилов, 1934; Путилов, 1963*) і у перекладі українською мовою у Харкові у 1936 р. (*Путилов, 1936*). Ознайомлення з текстом підручника свідчить, що в ньому відсутнє послідовне викладення СТВ. Йде мова лише про електромагнітне походження маси та залежність маси електрона від швидкості й формулюється «частный принцип относительности Эйнштейна». Й це зрозуміло, оскільки К.А. Путилов був серед тих, хто боровся з «ідеалістичними» концепціями в фізиці. У третьому тому, що вийшов вже у 1963 р., й у який увійшли оптика, атомна і ядерна фізика, не К.А. Путиловим, а його співавтором В.О. Фабрикантом був написаний розділ «Оптика», в якому один з підрозділів був присвячений негативному результату досліду Майкельсона і теорії відносності (*Путилов, 1963*).

З українських підручників з фізики можна назвати хіба що підручник А.В. Желехівського, виданий у 1935 р., про який йде мова, як про перший повноцінний підручник з фізики в Україні, виданий українською мовою (Желехівський, 1935) та підручники Д.А. Рожанського (Рожанський, 1932) і Н.Ю. Помазанова (*Помазанов, 1935; Помазанов, 1935*). Але й там не знаходимо відповідного викладення СТВ.

Тим не менш, досить цікавим є той факт, що в Україні у 1930-ті роки вже були підручники, перекладені зіноземної мови, в яких можна було зустріти достатньо повну інформацію стосовно спеціальної теорії відносності, пристосовану для викладання. Так, у 1935 р. в Харкові українською мовою вийшов підручник з фізики В. Вестфал, призначений для студентів університету та вищих технічних шкіл (*Вестфаль, 1935*). У зверненні до читачів «Від видавництва» говорилось, що «науково витриманий виклад матеріалу не тільки «класичної фізики», а й поглядів сучасної новітньої фізики робить книжку Вестфала цінним посібником. Хоча вона й не пристосована до певних програм наших вишів та витшів, проте, безперечно, в багатьох випадках стане цінним посібником у вивченні курсу фізики на окремих факультетах витшів та університетів» (*Вестфаль, 1935, с. 3*). Це, дійсно, чи не перший підручник в Україні, в якому СТВ відведено окремих розділ, а в ньому розглянуті комплексно і послідовно принцип відносності механіки, галілеєве перетворення, «Майкельсонова спроба», основні твердження спеціальної теорії відносності, Лоренцові перетворення, відносність часу, відносність довжин, теорема складання швидкостей, Френелів коефіцієнт зведення, маса і швидкість, і т. п. У цьому підручнику розглядалася і загальна теорія відносності, зокрема такі її питання, як гіпотеза еквівалентності, відхилення світла, Ейнштейнівський закон гравітації та рух перигелію Меркурія, теорія відносності та геометрія простору, тощо. На наш погляд, такому викладенню матеріалу сприяло особисте знайомство і співпраця В. Вестфала з А. Ейнштейном у Берлінському університеті.

Підручниками, в яких питанням спеціальної теорії відносності, відводилося спеціальне місце, стали підручники з теоретичної фізики, які почали з'являтися у 1940-х – 1950-х роках в Росії. Зрозуміло, що до перших таких підручників треба віднести підручник Л. Ландау та Є. Ліфшиця, про який вже йшла мова вище, і створення якого розпочалося ще під час наукової та викладацької діяльності Л.Д. Ландау у Харкові (*Ландау, 1941*), тобто ідейно зміст цього підручника формувався ще в Україні. Крім того, можна назвати ще деякі відомі підручники з теоретичної фізики, в яких розглянуті досить детально питання СТВ, до створення яких причетні фізики – вихідці з України. Зокрема, видання 1950-х років підручника «Теоретическая физика» (*Компанеев, 1955; Компанеев, 1957*) учня Л.Д. Ландау О.С. Компанійця, який народився у Катеринославі, закінчив фізико-механічний факультет Харківського механіко-машинобудівного інституту і певний час викладав у харківських та дніпропетровських закладах вищої освіти.

Вивчення різних варіантів виведення перетворень Лоренца свідчить, що вони мали еволюційний характер, який був пов'язаний з розширенням можливостей їх застосування для різних фізичних систем і середовищ. Координатний підхід, який з'явився історично першим, був узагальнений введенням 4-х вимірних величин, а це дозволило, поширити використання методів тензорного обчислення з загальної теорії відносності на спеціальну теорію відносності. Детально це питання було розглянуто у статті (Щербак, 2008).

Як приклад наведемо виведення, взяте зі статті Л.Й. Кордиша «Елементарний вивод основних формул теорії відносності» (Кордиш, 1911), виведення яке повністю характеризується твердженням Е. Уіттекера: «Коли відносність визнали принципом, дії якого підкорюється уся фізична природа, вчені намагалися подати її у формі, вільній від будь-яких зв'язків з електромагнітною теорією, так щоб її можна було вивести з визначеного на бору більш менш правдоподібних аксіом» (Уиттекер, 2004, с. 72).

Виведення перетворень Лоренца Л. Кордиш проводить у спосіб, що цілком підпадає під визначення координатного методу. Під координатним методом будемо розуміти опис фізичних явищ, в основі якого лежать лінійні перетворення координат прямокутної системи. Для з'ясування цього уявимо, що у момент збігу систем координат І та ІІ їх загального початку був випущений світловий сигнал. Виходячи з визначення принципу відносності, як спостерігач системи відліку І, так і спостерігач системи відліку ІІ повинні будуть побачити поширення світлової хвилі з центрами А (для І системи координат) і В (для ІІ системи координат). Система ІІ рухається відносно системи І зі швидкістю  $v$ . Для спостерігача І рівняння сфери розповсюдження хвилі буде:

$$x^2 + y^2 + z^2 - c^2 t^2 = 0 \quad (1)$$

Для спостерігача ІІ рівняння сфери:

$$x'^2 + y'^2 + z'^2 - c^2 t'^2 = 0 \quad (2)$$

Показання годинника системи ІІ є функція координат, тобто  $t'$  можна представити у вигляді:

$$t' = At + Bx + Cy + Dz \quad (3)$$

Де  $x, y, z$  – координати годинників у відносно системи І, а  $A, B, C, D$  – деякі сталі.

Припускаємо, що залежність може бути більш складна:

$$t' = At + Bx + Cy + Dz + Kt^2 + Mx^2 + \dots + Ltx \quad (4)$$

Нехай у момент  $t=0$  координати годинників убудуть, показання годинників, що рухаються, будуть  $t'_1 = Bl + Ml^2$ .

Оскільки  $x=l, y=z=0$  через  $t$  секунд, система зміститься на відстань  $vt$ , показання годинників, що рухаються, будуть

$$t'_2 = At + B(l + vt) + Kt^2 + Ml^2 + Lt(l + vt) \quad (5)$$

$$\Delta t = t'_2 - t'_1 = At + Bvt + Kt^2 + M(2vlt + t^2) + Lt(l + vt) \quad (6)$$

Оскільки показання годинників не можуть залежати від їхнього місця розташування  $l$  в системі, повинна виконуватись умова  $M=N=0$ .

Як свідчить проведений нами аналіз виведень перетворень Лоренца, Л. Кордиш виходив з положення про рівноправність інерціальних систем відліку, а цьому не суперечать саме лінійні перетворення координат та часу при переході від однієї ІСВ до іншої. За цих умов він визначає, які коефіцієнти будуть дорівнювати нулю, а які необхідно визначити. Після визначення нульових коефіцієнтів, Л. Кордиш отримав такі залежності:

$$\begin{aligned} x' &= A(x - vt) \\ y' &= My \\ z' &= Nz \end{aligned} \quad (7)$$

Користуючись формулами переходу (7) і (3) із огляду на те, що (1) повинне тотожно перейти в (2), Л. Кордиш визначає коефіцієнти:

$$A = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (\text{у сучасних підручниках цей вираз позначається як } \beta)$$

$$B = -\frac{v}{c} \sqrt{\frac{1}{c^2 - v^2}} = -\frac{v}{c^2} \sqrt{\frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = -\frac{v/c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$M=N=1$$

Тобто підставляючи їх у вираз для  $x'$  та  $t'$  отримуємо перетворення Лоренца:

$$\begin{aligned} x' &= \beta(x - vt) \\ y' &= y \\ z' &= z \\ t' &= \beta\left(t - \frac{v}{c^2}x\right) \end{aligned}$$

$$\text{Де } \beta = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

При перевірці виведення ми виявили деяку плутанину з позначеннями у Л. Кордиша. Зокрема замість коефіцієнта  $A$  в системі рівнянь (7), за Кордишем стояв коефіцієнт  $L$ , хоча у подальшому процесі виведення він знаходить саме коефіцієнт  $A$ . На характер виведення це не впливає, проте зрозуміло, що це дещо утруднювало сприйняття виведення для наступників Л. Кордиша.

Зазначимо, що Л. Кордиш притримується думки, що другий постулат А. Ейнштейна є зайвим, оскільки, на думку вченого, він є просто наслідком першого. Тобто, у цьому твердженні він підтримує певну думку європейських вчених. У коректурі до цієї роботи він відзначив, що алогічний висновок був представлений М. Планком у «Лекціях з теоретичної фізики», які тільки-но вийшли з друку. Можливо, така точка зору, висловлена Л. Кордишем, була не випадковою, а відповідала тим уявленням, які Л. Кордиш виніс зі стажування у М. Планка. До алогічних висновків в щодо другого

постулату, крім М. Планка, Л. Кордиша, незалежно дійшли В. Ігнатовський (*Ігнатовський, 1910*), Ф. Франк і Г. Роте (*Frank & Rothe, 1911*).

Відзначимо те, що підхід, застосований Л. Кордишем, простіший за виведення перетворень Лоренца А. Ейнштейном і використовується в сучасності у підручниках з фізики (*Детлаф&Яворский, 1999*, с. 89–90). На можливість полегшеного виведення (порівняно з запропонованим А. Ейнштейном) вказується, між іншим, у коментарях редактора до перекладу статті «К електродинаміці движущихся тел», «а саме, що вони виводяться простіше прямо з умови, що силу цих формул співвідношення  $\xi^2 + \eta^2 + \delta^2 - V^2 \tau^2 = 0$  повинно приводити до співвідношення  $x^2 + y^2 + z^2 - V^2 t^2 = 0$ » (*Детлаф&Яворский, 1999*), що, чи не найпершим, і застосував для виведення перетворень Лоренца Л.Й. Кордиш.

Отже, О.П. Грузинцев одним з перших в Російській імперії і першим в Україні увів питання СТВ у навчальні посібники та підручники з фізики. Надалі, фактично до 1930-х років, у підручниках, що застосовувалися при викладанні фізики в Україні, питання СТВ або не висвітлювалися, або висвітлювалися дуже обмежено (за винятком підручника О.Д. Хвольсона). У 1930-х роках з'явилися перекладені підручники, серед яких можна відзначити підручник В. Вестфеля, співробітника А. Ейнштейна по Берлінському університету та його сподвижника, в якому спеціальній та загальній теорії відносності було відведено окремий розділ з детальним тлумаченням цих теорій та їхнього експериментального обґрунтування. Наприкінці 1930-х років, ще за часів перебування Л.Д. Ландау у Харкові, формується новий погляд на викладання теоретичної фізики з урахуванням новітніх досягнень в ній, у тому числі й у СТВ та ЗТВ. Ці принципи були втілені у комплексі підручників з різних розділів теоретичної фізики в подальшій діяльності Л.Д. Ландау та його співробітників і учнів Ю.М. Ліфшиця, О.С. Компанієця та інших у 1940-і – 1950-ті роки.

## ВИСНОВКИ

Підручники і навчальні посібники з фізики, які використовувалися в Україні у першій половині ХХ століття в переважній більшості не містили розділів, у яких викладалися основи СТВ, а тим більше ЗТВ. Відповідно, в розглядуваний період майже не розроблялася методика викладання ключових питань теорії відносності у закладах вищої освіти; публікації методичного характеру з навчання/викладання СТВ фактично були відсутні. Теорія відносності у викладанні «пробивала» шлях через підручники. Саме в представленні теорії відносності у підручниках того часу і були закладені методичні відмінності її викладання. Автори підручників доносили до студентства відомості про теорію відносності, спираючись переважно на досвід її осмислення, залежно від своїх поглядів на її важливість та необхідність. Чіткі методичні підходи ще не були вироблені і знаходилися у пошуковому стані. Можна стверджувати, що системне методичне підґрунтя викладання теоретичних основ СТВ у підручниках ще не було сформовано. Стримувала цей процес і так звана «боротьба за ідеологічну чистоту в фізиці», яка призвела в СРСР до викриття «ідеологічних» прораханків у викладанні СТВ. Тим не менш, наукові напрацювання таких вчених як Л. Й. Кордиш та інші стали підґрунтям подальшого розвитку методики викладання СТВ та ЗТВ у вищій школі й застосовуються і у сучасних підручниках.

## Список використаних джерел

1. Варбург Э. Курс опытной физики: перевод с немецкого. Для слушателей высших учебных заведений Ч. 1. Государственное издательство Украины, 1923. 272 с.
2. Варбург Э. Курс опытной физики: Для слушателей высших учебных заведений. Ч. 2. Свет, электричество и магнетизм./ перевод под ред. Д. Хмырова. Государственное издательство Украины, 1923. 339 с.
3. Варбург Э. Курс опытной физики: перевод с немецкого. Для слушателей высших учебных заведений / перевод с немецкого. Д.Д. Хмырова. Москва; Ленинград: ОНТИ НКТП СССР, 1934. 764 с.
4. Вестфаль В. Фізика. Підручник для студентів університету та вищих технічних шкіл. Харків, 1935. 35 с.
5. Грузинцев А.П. Математическая оптика. Курс лекций. Харьков, Типо-литограф. М. Зильберберг и сыновья, 1911. 378 с.
6. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики: Учеб. пособие для вузов. М.: Высшая школа, 1999. 718 с.
7. Желеховський А.В. Курс фізики. Харків; Київ, 1935. 537 с.
8. Уиттекер Э. История теории эфира и электричества: Современные теории (1900–1926). Москва–Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004. 464 с.
9. Компанец А.С. Теоретическая физика. 1-е издание. М.: Гос. изд-во технико-теоретической литературы, 1955. 532 с.
10. Компанец А.С. Теоретическая физика. 2-е издание. М.: Гос. изд-во технико-теоретической литературы, 1957. 564 с.
11. Кордыш Л.И. Элементарный вывод основных формул теории относительности. *Известия Киевского политехнического института*. 1911. Кн. 1. С. 43–51.
12. Курс физики: Электричество. Оптика. Физика атомного ядра: учебное пособие для вузов и физ.-мат. фак. ун-тов/под ред. Папалекси Н.Д. [Б. м.]: ОГИЗ; Техничко-теоретическая литература. Т. 2, 1948. 695 с.
13. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. М.;Л.: ГТТЛ. 1941. 284 с.
14. Манделъштам Л. И. Лекции по физическим основам теории относительности. 1933 – 1934. Полное собрание трудов. Т. 5./ под ред. М.А. Леонтовича. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1950. 90 с.
15. О философских ошибках в трудах академика Л.И. Манделъштама (Решение Учёного совета Физического института имени П. Н. Лебедева АН СССР, 9 февраля 1953 г.). *Успехи физических наук*. 1953. Т.51. №1. С. 131.
16. Помазанов Н.Ю. Курс фізики для хімічних факультетів та вузів. Ч. 2. Електрика і хвилі. Харків; Київ: ОНТИ НКТП, 1935. 398 с.
17. Помазанов Н.Ю. Курс фізики для хімічних факультетів та вузів. Ч. 1. Механіка і молекулярна фізика. Харків; Київ: ОНТИ НКТП, 1935. 245 с.
18. Путилов К.А. Курс физики. Учебник для высших педагогических учебных заведений. М.: Учпедгиз, 1934. 746 с.
19. Путилов К.А., Фабрикант В.А. Курс физики. Т. 3. Оптика. Атомная физика. Ядерная физика. М.: Госиздат. физ.-мат. литературы, 1963. 639 с.
20. Путилов К.А. Курс фізики: Підручник для вищих педагогічних навчальних закладів / пер. з 2 рос. вид. Харків: Радянська школа, 1936. 710 с.

21. Рожанський Д.А. Курс фізики. Ч. 2. Коливання та хвилі. Звук. Світло / за ред. А.Ф. Йоффе. Харків; Київ, 1932. 248 с.
22. Рытов С.М. *В лаборатории колебаний Академик М.А. Леонтович: Ученый. Учитель. Гражданин.* М.: Наука, 2003. С. 69-90.
23. Хвольсон О.Д. Курс физики. Т.5. Издание пятое. Берлин: Госиздат, 1923. 983 с.
24. Холл К. «Надо меньше думать об основах»: курс теоретической физики Ландау и Лифшица в культурно-историческом контексте. *Исследования по истории физики и механики.* М.: Наука, 2004. С. 156-205.
25. Шашуков Е.А. Лектор и педагог от бога. *Атомная стратегия*, 2006. № 20. С. 35-38.
26. Щербак О.А. Перетворення Лоренца: еволюція підходів до їх виведення та інтерпретація уперіодстановлення теорії відносності. *Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».* Збірник наукових праць. Харків: НТУ «ХПІ», 2008. № 53. С. 137-143.
27. Эйхенвальд А.А. Электричество. Ч. I. 3-е издание. К.: Исполбюро КПИ, 1926. 236 с.
28. Эйхенвальд А.А. Электричество. Издание пятое. Москва; Ленинград: Госиздат, 1928. 764 с.
29. Эйхенвальд А.А. Электричество. Издание шестое. Москва; Ленинград: Госиздат, 1931. 752 с.
30. Frank P., Rothe H. Über die Transformation der Raumzeitkoordinaten von ruhenden auf bewegte Systeme. *Ann. der Physik*, 1911. Ser. 4. Vol. 34. № 5. P. 825–855.
31. Ignatowsky W. Einige allgemeine Bemerkungen zum Relativitätsprinzip. *Verb. Deutsche Phys.*, 1910. Ges. 12. P.788–796.

#### References

1. Varburg, Je. (1923). *Kurs opytnoj fiziki: perevod s nemeckogo. Dlja slushatelej vysshih uchebnyh zavedenij Ch. 1. [The course of Experimental Physics: Translation from German. For students of higher educational institutions. Part 1].* Gosudarstvennoe izdatel'stvo Ukrainy [in Russian].
2. Varburg, Je. (1923). *Kurs opytnoj fiziki: Dlja slushatelej vysshih uchebnyh zavedenij. Ch. 2. Svet, jelektrichestvo I magnetizm Course of Experimental Physics [The course of experimental physics: For students of higher educational institutions. Part 2. Light, electricity and magnetism].* Gosudarstvennoe izdatel'stvo Ukrainy [in Russian].
3. Varburg, Je. (1934). *Kurs opytnoj fiziki: perevod s nemeckogo. Dlja slushatelej vysshih uchebnyh zavedenij [The course of experimental physics: translation from German. For students of higher educational institutions].* Moskva; Leningrad: ONTI NKTP SSSR [in Russian].
4. Vestfal', V. (1935). *Fizika. Pidruchnik dlja studentiv universitetu ta vishnih tehnicnih shkil [Physics. A textbook for university and technical school].* Harkiv [in Ukrainian].
5. Gruzincev, A.P. (1911). *Matematicheskaja optika. Kurs lekcij [Mathematical optics. Course of lectures].* Har'kov, Tipo-litogr. M. Zil'berberg I synov'ja [in Russian].
6. Detlaf, A.A. & Javorskij, B.M. (1999). *Kurs fiziki: Ucheb. Posobie dlja vtuzov [Physics course: A textbook for universities].* М.: Vysshaja shkola [in Russian].
7. Zhelehovs'kij, A.V. (1935). *Kurs fiziki [Physics course].* Harkiv; Kiiv [in Russian].
8. Uitteker, Je. (2004). *Istorija teorii jefira i jelektrichestva: Sovremennye teorii (1900–1926) [A History of the Theories of Aether and Electricity. The Modern Theories (1900–1926)].* Moskva–Izhevsk: Institut komp'juternyh issledovanij [in Russian].
9. Kompaneec, A.S. (1955). *Teoreticheskaja fizika. 1-e izdanie [Theoretical physics, part 1].* М.: Gos. izd-votekhniko-teoreticheskoi literatury [in Russian].
10. Kompaneec, A.S. (1957). *Teoreticheskaja fizika. 2-e izdanie [Theoretical physics, part 2].* М.: Gos. izd-votekhniko-teoreticheskoi literatury [in Russian].
11. Kordysh, L.I. (1911). *Jelementarnyj vyvod osnovnyh formul teorii otноситel'nosti [The elementary derivation of the theory of relativity basic formulas].* *Izvestija Kievskogo politehnicheskogo instituta - Kiev Polytechnic Institute News* 1. 43–51 [in Russian].
12. Papaleksi, N.D. (Ed.) (1948). *Kurs fiziki [Tekst]: Jelektrichestvo. Optika. Fizika atomnogo jadra: uchebnoe posobie dlja vtuzov [Electricity. Optics. Atomic nucleus physics: a textbook for universities].* OGIZ; Tehniko-teoreticheskaja literatura [in Russian].
13. Landau, L.D. & Lifshic, E.M (1941). *Teorija polja [Field theory].* М.; L.: GTTL [in Russian].
14. Mandel'shtam, L I (1950). *Lekcii po fizicheskim osnovam teorii otноситel'nosti. 1933 – 1934. Polnoe sobranie trudov. T. 5 [Lectures on the theory of relativity physical foundations. 1933 - 1934. Complete collection of works. Part 5.].* In M. A. Leontovich (Ed). М.; L.: Izd-vo AN SSSR [in Russian].
15. O filosofskih oshibkah v trudah akademika L.I. Mandel'shtama (Reshenie Uchjonogosoveta Fizicheskogo institute imeni P.N. Lebedeva AN SSSR, 9 fevralja 1953 g.) (1953) [On philosophical errors in Academician L.I. Mandel'shtam's works (The decision of the Scientific Council of the P.N. Lebedev's Physical Institute of the USSR Academy of Sciences, February 9, 1953)]. *Uspehi fizicheskikh nauk - Advances in Physical Sciences*, 1(51), 131 [in Russian].
16. Pomazanov, N. Iu. (1935). *Kurs fizyky dlja khimichnykh fakul'tetiv ta vuziv. Ch. 2. Elektryka I khvyli [Physics course for chemical faculties and universities. Part 2. Electricity and waves].* Kharkiv; Kyiv: ONTY NKTP [in Ukrainian].
17. Pomazanov, N. Iu. (1935). *Kurs fizyky dlja khimichnykh fakul'tetiv ta vuziv. Ch. 1. Mekhanika I molekuliarna fizyka [Physics course for chemical faculties and universities. Part 1. Mechanics and molecular physics].* Kharkiv; Kyiv: ONTY NKTP [in Ukrainian].
18. Putilov, K. A. (1934). *Kurs fiziki. Uchebnik dlja vysshih pedagogicheskikh uchebnyh zavedenij [Physics course. Textbook for higher pedagogical educational institutions].* М.: Uchpedgiz [in Russian].
19. Putilov, K.A. & Fabrikant, V.A. (1936). *Kurs fiziki. T. 3. Optika. Atomnaja fizika. Jadernaja fizika [Physics course. T. 3. Optics. Atomic physics. Nuclear physics].* М.: Gosizdat. fiz.-mat. Literatyr [in Russian].
20. Putilov, K.A. (1936). *Kurs fizyky: Pidruchnyk dlja vyshchych pedahohichnykh navchalnykh zakladiv [Physics course: Textbook for higher pedagogical educational institutions].* Kharkiv: Radianskashkola [in Ukrainian].
21. Rozhanskyi, D.A. (1932). *Kurs fizyky Ch. 2. Kolyvannia ta khvyli. Zvuk. Svitlo [Physics course. Part 2. Oscillations and waves. Sound. Light].* Kharkiv; Kyiv [in Ukrainian].

22. Rytov, S.M. (2003). *V laboratorii kolebanij Akademik M.A. Leontovich: Uchenyj. Uchitel'. Grazhdanin [In the laboratory of oscillations, Academician M.A. Leontovich: Scientist. Teacher. Citizen.]*. M.: Nauka [in Russian].
23. Hvol'son, O.D. (1923). *Kurs fiziki. T.5. Izdanie pjatoe [Physics course. T.5. 5th edition]*. Berlin: Gosizdat [in Russian].
24. Holl K. (2004). «Nado men'she dumat' ob osnovah»: kurs teoreticheskoj fiziki Landau i Lifshica v kul'turno-istoricheskom kontekste [We need to think less about the basics": a course on theoretical physics of Landau and Lifshitz in a cultural-historical context]. *Issledovanija po istorii fiziki i mehaniki - Historical studies in physics and mechanics*. 156 – 205 [in Russian].
25. Shashukov, E.A. (2006). Lektor i pedagog ot boga [Lecturer and teacher from God]. *Atomnaja strategija - Atomic strategy*. 20, 35–38 [in Russian].
26. Shcherbak, O.A. (2008). Peretvorennia Lorentsa: evoliutsiia pidkhodiv do ikh vyvedennia ta interpretatsiia u period stanovlennia teorii vidnosnosti [The approaches to the Lorentz transformation derivation typological Structures] *Visnyk Natsionalnogo tekhnichnogo universytetu «Kharkivskiy politekhnichnyi instytut». Zbirnyk naukovykh prats. – The bulletin of the National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute". Collection of scientific works*. Kharkiv: NTU «KhPI». 53, 137–143 [in Ukrainian].
27. Jejhenva'l'd, A.A. (1926). *Jelektrichestvo. Ch. I. 3-e izdanie [Electricity. Part I. 3rd edition]*. K.: Ispolbjuro KPI [in Russian].
28. Jejhenva'l'd, A.A. (1928). *Jelektrichestvo. Izdanie pjatoe [Electricity. Part I. 3rd edition]*. Moskva; Leningad: Gosizdat [in Russian].
29. Jejhenva'l'd, A.A. (1931). *Jelektrichestvo. Izdanie shestoe [Electricity. 6th Edition]*. Moskva; Leningad: Gosizdat [in Russian].
30. Frank, P. & Rothe, H. (1911). Über die Transformation der Raumzeitkoordinaten von ruhenden auf bewegte Systeme. *Ann. der Physik*, 4(34), 5 [in German].
31. Ignatowsky, W. (1910). Einige allgemeine Bemerkungen zum Relativitätsprinzip. *Verb. Deutsche Phys.* 12. 788–796 [in German].

#### THE THEORY OF RELATIVITY QUESTIONS IN TEXTBOOKS FOR HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS IN UKRAINE: TO THE FORMATION OF TEACHING METHODOLOGY

V.S. Savchuk

Oles Honchar Dnipro national university, Ukraine

O.A. Romanets

Dnipro academy of continuing education, Ukraine

**Abstract.** The process of special theory of relativity (STR) penetration into the textbooks used in higher education institutions of Ukraine since the theory origin to the middle of the XX century is investigated. The original works of scientists who worked in Ukraine, relevant textbooks and works methodological approaches are studied. L. Kordysh's approach to derivations of the Lorentz transformation is analyzed, which it is still used in modern physics textbooks.

**Materials and methods.** The research method: is system analysis of methodological approaches to teaching the theory of relativity concepts. Textbooks distributed in Ukraine during the study period were subject to analysis.

**Problem formulation.** A small number of scientific papers are devoted to the formation of STR and general theory of relativity (GTR) teaching methodology in textbooks; the methods used to explain the classical theory of relativity questions were "discovered" without taking into account the experience of their formation and development; several scientific papers are unknown.

**Results.** It is proved that O.P. Gruzintsev was the first to introduce the theoretical foundations of STR in textbooks in 1911 in Ukraine. It has been shown that until the 1930s, questions of STR were absent in textbooks. At the end of the 1930s, a new view of the theoretical physics teaching was formed. These principles were embodied by L.D. Landau and others in a series of textbooks.

**Conclusions.** The methodical features of STR teaching were laid in the textbooks of that time presentation. Their authors teach students about STR and GTR, based on their experience understanding these theories. Clear methodical approaches were not found at that time yet. However, L.Y. Kordysh and others' developments became the basic methodology of STR and GTR teaching which are used in modern textbooks.

**Keywords:** STR, Ukraine, Lorentz transformations, physics textbooks, teaching methods.