

УДК 372.853

А. И. СЕРЫЙ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

О СТРУКТУРЕ КУРСА «ОСНОВЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ»

Дискуссии методического характера, касающиеся преподавания основ специальной теории относительности (СТО) в школе и вузе, продолжают и в настоящее время. В связи с этим представляется интересным рассмотреть вопросы, связанные со структурой СТО, в виде таблиц 1–3 (см. ниже).

Таблица 1 – Структура СТО с точки зрения формирования основных принципов и следствий из них (начальные темы)

Тема	Основные особенности		Важные замечания
	Механика	Электродинамика	
1.1. Историческая справка	Борьба с предрассудками, возникшими на базе механики Ньютона	Борьба с предрассудками, возникшими на базе электродинамики Максвелла	Тема длинная по сравнению с такими же темами в других разделах физики; не всегда выносятся в курс истории физики; причина – как и в случае квантовой механики, надо объяснить историю борьбы с предрассудками
1.2. Основные принципы	В механике распространялись только на механические явления	В СТО уже распространяются на явления любой природы, в т. ч. на электромагнитные	Требование релятивистской инвариантности является универсальным, но не единственным, т. к. есть еще, например, калибровочная инвариантность
1.3. Основное понятие – 4-мерный интервал s	В s входят длина и разность моментов времени	В s входит скорость света	В нерелятивистской механике длина и разность моментов времени рассматривались как независимые инварианты
2.1. Следствия из основных принципов	Вывод преобразований Лоренца (ПЛ) для мировой точки	Вывод ПЛ для электромагнитного поля (ЭМП)	ПЛ для ЭМП обычно выводятся не непосредственно из основных принципов, а из обобщения ПЛ на тензоры 2 ранга в рамках 4-мерного математического аппарата СТО
2.2. Математический аппарат СТО	4-мерный: а) радиус-вектор; б) вектор энергии-импульса	4-мерный: а) тензор электромагнитного поля; б) вектор плотности тока и др.	Обычно излагается в рамках релятивистской электродинамики после релятивистской кинематики, что не всегда выглядит логично с точки зрения последовательности изложения

Таблица 2 – Структура СТО с точки зрения следствий из ПЛ (последующие темы)

Примеры	Механика	Электродинамика
3.1. Релятивистские эффекты, предсказываемые как следствия из ПЛ	1) кинематические (замедление времени, сокращение длин, отклонение от классического закона сложения скоростей); 2) динамические (зависимость полной энергии от скорости не по классической формуле, массы от скорости); 3) дефект массы и энергия связи	1) максимум частоты синхротронного излучения; 2) эффект Доплера; 3) абберация света
3.2. Экспериментальные наблюдения некоторых эффектов и следствий из них	<i>Примеры в макромире:</i> 3) энергия излучения звезд, выделяющаяся в ядерных реакциях; <i>примеры в микромире:</i> 1), 2) в ускорителях элементарных частиц и в космических лучах; 3) в физике атомного ядра	<i>Примеры в макромире:</i> 2), 3) в астрономии; <i>примеры в микромире:</i> 1) в ускорителях [1, с. 502]

Таблица 3 – Методические замечания относительно некоторых эффектов

Эффекты	Замечания		
1. Зависимость массы от скорости	продолжаются споры методического характера относительно того, нужно ли вводить массу, зависящую от скорости [1, с. 501; 2, с. 22–24; 3, с. 338–342]		
2. Дефект массы	Можно рассматривать этот эффект как	Связанный с уравнением Эйнштейна, где присутствует масса	Проявление потенциальной энергии соответствующей природы
	А значит, имеющий отношение к	Механике	Релятивистской теории соответствующего поля

Перечислим еще некоторые замечания.

1. В разных курсах СТО релятивистские формулы для импульса и полной энергии выводятся через: а) использование функции Лагранжа и действия [4, с. 44–46; 5, с. 58–64]; б) постулирование 3-мерного релятивистского уравнения движения; в) вывод 3-мерного релятивистского уравнения движения на основе экспериментальных данных [6, с. 136–141].

2. В школьном курсе основ СТО излагается в основном релятивистская механика (это относится и к [6, с. 76–126]), и может возникнуть впечатление, что понятия «СТО» и «релятивистская механика» тождественны (это приводило даже к спорам в «Википедии» в отношении названий отдельных статей).

3. В некоторых курсах СТО включаются вопросы, требующие знание квантовой физики (например, эффект Комптона [5, с. 90–99] или Вавилова – Черенкова [3, с. 267–269]), хотя СТО обычно излагается раньше.

4. Существует и релятивистская термодинамика, основанная на преобразованиях Лоренца для термодинамических величин [7, с. 149–155]

(не путать с релятивистской статистической физикой). Она не получила широкого распространения в курсах СТО; кроме того, приведенный источник – это учебник по термодинамике, а не по СТО. В связи с этим возможна дискуссия методического характера, отраженная в таблице 4.

Таблица 4 – Подходы к изложению СТО

Подход	Целостный	Раздельный
Сущность	Релятивистскую механику, электродинамику и, возможно, термодинамику изучать в рамках единого курса	Релятивистскую механику, электродинамику и термодинамику изучать, соответственно, в курсе механики [6, с. 76–126], электродинамики [8, с. 56–63, 72–77] и термодинамики [7, с. 149–155]
Аргумент	Единая математическая основа – преобразования Лоренца; демонстрация принципа относительности Эйнштейна	Объект и предмет исследования в каждом случае практически один и тот же, изменения претерпевает лишь математический аппарат (т. к. другие скорости и энергии)
Контраргумент	Почему механика, электродинамика и термодинамика изучаются отдельными курсами, а соответствующие релятивистские разделы – в рамках одной дисциплины?	Студентам труднее понять сущность принципа относительности Эйнштейна, т.к. нет демонстрации того, что физические явления <i>любой</i> природы протекают одинаково в разных инерциальных системах отсчета

Список использованной литературы

1. Физическая энциклопедия / гл. ред. А. М. Прохоров ; редкол. Д. М. Алексеев [и др]. – М. : Большая Рос. энцикл., 1992. – Т. 3 : Магнитноплазменный – Пойнтинга теорема. – 672 с.
2. Плетюхов, В. А. О формировании понятия массы в релятивистской динамике / В. А. Плетюхов // Физика. – 2018. – № 1. – С. 22–24.
3. Угаров, В. А. Специальная теория относительности. / В. А. Угаров. – М. : Наука, 1977. – 384 с.
4. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика : учеб. пособие для вузов : в 10 т. / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. – 8-е изд., стер. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2001. – Т. 2 : Теория поля. – 536 с.
5. Конспект лекций по специальной теории относительности / В. С. Ремизович [и др.]. – М. : НИЯУ МИФИ, 2011. – 164 с.
6. Матвеев, А. Н. Механика и теория относительности : учеб. для студентов вузов / А. Н. Матвеев. – 3-е изд. – М. : ОНИКС 21 век : Мир и Образование, 2003. – 432 с.
7. Базаров, И. П. Термодинамика : учебник / И. П. Базаров. – 5-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2010. – 384 с.
8. Матвеев, А. Н. Электричество и магнетизм : учеб. пособие / А. Н. Матвеев. – М. : Высш. шк., 1983. – 463 с.