

**А.И. СЕРЫЙ**

БрГУ имени А.С. Пушкина (г. Брест, Беларусь)

**СИСТЕМАТИЗАЦИЯ СВЕДЕНИЙ О НЕКОТОРЫХ ОПЫТАХ  
В КУРСЕ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ**

Студенты, изучающие физику, в разделе «специальная теория относительности» знакомятся с обзором основных опытов, предшествовавших ее созданию. Этим опытов много, среди них есть поставленные одними и

теми же учеными в разные годы, поэтому во избежание путаницы предложены сравнительные таблицы (составленные на основе [1, с. 383–387; 2, с. 27–28; 3, с. 548–549]) для обобщения материала.

Таблица 1 – Типология методов измерения скорости света

Методы	Кинематические	Некинематические
Что непосредственно измеряется	Пройденное расстояние $l$ и время $t$	длина волны $\lambda$ и частота $\nu$
Скорость света	$c = l/t$	$c = \lambda \nu$
Это стало возможным	со 2-й половины XVII в.	в XX в.

Таблица 2 – Краткая история кинематических методов

Этап	До XVII в.	С XVII в.
Попытки	Неудачные	Удачные
Причины	слишком малые расстояния и низкая точность	Расстояния стали больше, а приборы точнее
Примеры	С помощью источника света и зеркала на небольших расстояниях (идея Галилея)	Наблюдения Ремера, опыты Физо, Майкельсона и др.

Таблица 3 – Основные группы методов измерения скорости света

Методы	Астрономические	Типа Физо	Вращающихся зеркал	Некинематические
Впервые	Ремер (1676)	Физо (1849)	Фуко (1862)	Фрум (1958)
Уточнения	Брадлей (1728), хотя суть метода иная	многократные (вместо колеса иные модуляторы пучка света)	Майкельсон (1926) (основа метода та же)	Ивенсон (1972), хотя суть метода иная

Таблица 4 – Опыты Фуко по измерению скорости света

Среда	Годы	Метод	Результаты
Воздух	1862 г. (идея Араго 1838 г.)	вращающихся зеркал	$\langle c \rangle \approx 2,98 \cdot 10^5$ км/с
Вода	1850 г.	сравнение скорости света одной и той же частоты в воздухе и воде	$u = c/n$ ( $n$ – показатель преломления)

Таблица 5 – Опыты, связанные с фамилиями Майкельсона и Физо, часто упоминаемые в учебной литературе

Опыты		Майкельсон	Физо
1. Изменение скорости света в воздухе	Метод	вращающихся зеркал	зубчатого колеса
	Годы	1926 г.	1849 г.
	Значение	$2,99796 \cdot 10^5$ км/с	$3,13 \cdot 10^5$ км/с
	Первенство	нет, это было усовершенствование опыта, поставленного Фуко в 1862 г.	да, это был первый опыт такого рода
2. Другие	Интерференция	лучей, движущихся относительно Земли	лучей в движущейся жидкости
	Годы	1) 1881 г.; 2) 1885–1887 гг. (вместе с Морли) (см. таблицу 7)	1860 г.
	Предмет исследования	а) существование эфира; б) скорость $V$ Земли относительно эфира (если он существует)	в Л-системе: влияние скорости среды $V$ на скорость света $u$ и на поведение эфира (если он существует)
	Гипотезы и следствия	а) должно быть смещение $d$ интерференционной картины при повороте установки на $90^\circ$ ; б) по величине $d$ находим $V$ .	должно выполняться соотношение $u = c/n \pm V$ ( $n$ – показатель преломления)
	Результаты	а) смещения не было; б) с учетом точности измерений, $0 \leq V \leq 3$ км/с	$u \approx c/n \pm (1 - 1/n^2)V$
	Объяснение до СТО	см. таблицу 6	гипотеза частичного увлечения эфира движущейся средой

Таблица 6 – Объяснения опыта Майкельсона – Морли до Специальной теории относительности (СТО)

Гипотеза	Полного увлечения эфира	Лоренца – Фитцджеральда	Баллистическая
Свет	это волны	это волны	это поток частиц
Эфир	существует	существует	не существует
Увлечение	полное	нет	нет
Абсолютная ИСО	отвергается	не отвергается	отвергается
Замечания	1) противоречие с абберацией звезд; 2) противоречие с опытом Физо 1860 г. и гипотезой частичного увлечения эфира	гипотезу нельзя проверить, это лишь подгонка под результат опыта, хотя и согласуется со следствиями из преобразований Лоренца	если использовать свет неземного происхождения, то в течение года должно быть $u = c \pm V$ ( $V$ – скорость Земли), что не соответствует реальности

Таблица 7 – Опыты, доказавшие отсутствие неподвижного эфира

Авторы	Майкельсон	Майкельсон и Морли	Ученые Колумбийского университета (США)
Годы	1881	1885–1887	1958
Особенности эксперимента	использовался интерферометр Майкельсона	интерферометр на массивной плите, плавающей в ртути, оптическая длина пути 11 м	сравнение частот двух одинаковых мазеров, излучавших по направлению движения Земли и против этого направления
Результаты	не было ожидаемого смещения $\Delta = 0,04$	не было ожидаемого смещения $\Delta = 0,4$	частоты остались одинаковыми с точностью $\sim 10^{-9}$ %, хотя эфирный ветер привел бы к заметному различию

Таблица 8 – Классификация опытов с точки зрения интерпретации результатов разной степенью увлечения эфира (если он существует)

Увлечение	Нет	Частичное	Полное
Где использована идея	1) в аналогии со звуком; 2) для объяснения наблюдений Бадля 1728 г.; 3) в гипотезе Лоренца – Фитцджеральда	для объяснения опыта Физо 1860 г.	в одном из объяснений опыта Майкельсона – Морли

Таблица 9 – Классификации опытов с точки зрения попыток учета движения жидкой среды и эфира

Среда, в которой (гипотетически или реально) распространяется свет	Учет движения относительно лаборатории	
	нет	да
Только эфир (воздух или вакуум не учитывается)	опыты Ремера, Физо (1849 г.), Фуко (1862 г.) и др. (см. таблицы 3, 4)	Майкельсона (1881 г.) и др. (см. таблицу 7)
Эфир и жидкость	Фуко (1850 г.) (см. таблицу 4)	Физо (1860 г.)

Поскольку фундаментальные опыты, лежавшие в основе СТО, были посвящены не только вопросу о величине скорости света, можно предложить следующий план характеристики отдельно взятого опыта.

I. Каким из перечисленных вопросов был посвящен опыт. 1.1а. Значение скорости света. 1.1б. Влияние движения источника и приемника на скорость света. 1.2а. Влияние наличия материальной среды на скорость света. 1.2б. Влияние движения материальной среды на скорость света. 1.3а. Существование светоносного эфира. 1.3б. Скорость Земли относительно эфира (если он существует). 1.4. Взаимосвязь между светом, электромагнитными волнами и передачей взаимодействия. II. Авторские характеристики. 2.1. Кому принадлежит идея опыта. 2.2. Кто первым осуществил постановку опыта. 2.3. Дальнейшие модификации опыта. III. Анализ результатов. 3.1. Результаты. 3.2. Их первоначальная интерпретация, встречающая те или иные трудности. 3.3. Правильная интерпретация в рамках СТО.

Предложенные таблицы и план не должны восприниматься как замена учебникам. Наоборот, их использование может дать наилучший эффект именно после знакомства с теми или иными учебниками.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Элементарный учебник физики : учеб. пособие : в 3 т. / под ред. Г.С. Ландсберга. – М.: Шрайк, 1995. – Т. III: Колебания и волны. Оптика. Атомная и ядерная физика. – 656 с.
2. Физическая энциклопедия / гл. ред. А. М. Прохоров ; редкол.: Д. М. Алексеев [и др]. // М. : Большая рос. энцикл., 1992. – Т. 3. Магнитоплазменный – Пойнтинга теорема. – 672 с.
3. Физическая энциклопедия / гл. ред. А. М. Прохоров ; редкол.: Д. М. Алексеев [и др.]. – М.: Большая рос. энцикл., 1994. – Т. 4: Пойнтинга – Робертсона – Стримеры. – 704 с.