**ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРАДИЕНТНЫХ СРЕД И ИХ МЕХАНИЧЕСКИХ АНАЛОГОВ**

Нефёдов И.И.

*ГУО «Гимназия №1 г. Витебска имени Ж. И. Алфёрова», Витебск,*

*Республика Беларусь*

[*gimn1\_vit@tut.by*](mailto:gimn1_vit@tut.by)

**Введение.** Оптико-механическая аналогия — это сходство между траекторией движения частицы в потенциальном силовом поле и траекторией лучей в оптически неоднородной среде, когда траектории материальной точки и траектория светового луча совпадают при определенном соответствии потенциальной энергии и переменного в пространстве показателя преломления среды [2]. Факт существования оптико-механических аналогий был теоретически открыт У. Р. Гамильтоном в 1834 году и позже оказал ключевое влияние на установление связи между волновой оптикой и волновой (квантовой) механикой. Ввиду фундаментального значения оптико-механических аналогий в физике их экспериментальное исследование приобретает особую актуальность, поскольку все научные изыскания в данном направлении носят, в основном, теоретический характер [1].

**Цель работы**: исследовать оптические свойства градиентных сред и их механических аналогов.

**Материалы и методы:** лазер, грузики различных масс, наждачная бумага, фанерная панель, шарики разных размеров и коэффициентов трения, нити, спицы, металлические проволоки, органическое стекло, канцелярские кнопки, стеклянная кювета, лабораторные стёкла, вода, подсолнечное масло, насыщенный раствор поваренной соли; для обработки полученных данных использовались программы пакета Microsoft Office, Pascal.ABC. В ходе исследования были применены как теоретические, так и практические методы исследования: наблюдение, анализ данных, гипотеза, эксперимент.

**Результаты и их обсуждение.**

1. Экспериментально показана возможность решения задач на минимум суммы длин нитей (по аналогии с оптической длиной) механическим способом.

2. Создана механическая модель хода лучей в оптически неоднородной слоистой среде.

3. Показано, что изменения оптической плотности можно добиться двумя способами: за счет изменения концентрации веществ, растворяемых в оптической среде, через которую проходит луч света, и за счет создания градиента температуры в оптической среде. В экспериментах по исследованию траектории луча в оптически неоднородных средах нами использовались оба способа изменения оптической плотности среды. При создании среды с градиентом плотности были получены и исследованы искусственные миражи.

4. Экспериментально установлено, что в тонких слоях жидкости, нанесенных на твердую подложку, можно наблюдать различные виды искривления светового луча.

5. Показано, что траекторию луча в оптически неоднородной среде можно сравнить с циклоидой.

6. Установлено, что принцип минимума времени движения будет справедлив и для материальной точки, если для нее выполняется аналогичное соотношение между величиной скорости в данной точке траектории её движения и синусом угла между направлением скорости и направлением, перпендикулярным к плоскости слоя. При механическом движении тела по поверхности, изменяющей скорость его движения, траектория движения тела будет изменяться аналогично ходу луча света в оптически неоднородной среде.

7. Показано, что с помощью цепной линии можно моделировать законы отражения и преломления для сред как с положительным, так и с отрицательным коэффициентами преломления. Аналогичные результаты были получены и в кинематических экспериментах.

**Заключение.** В ходе работы были достигнуты все поставленные в начале исследования цели, предложены собственные оптико-механические аналогии и проведено их экспериментальное исследование. Впервые предложена и изучена механическая аналогия отрицательного показателя преломления, теоретически предсказанного В.Г. Веселаго в [6].

Поскольку оптико-механические аналогии основаны на соответствии принципа Ферма и принципа минимума энергии, можно предположить, что, как и закон сохранения энергии, принцип Ферма проявляется во всех природных (физических, химических, биологических) явлениях и общественных процессах.

1. Г.Я. Мякишев. *Квант*, 1970, **11**, 17-23.
2. Е.Д. Трифонов. *Соросовский Образовательный Журнал*, 1997, **10**, 133-137.
3. А.А. Буров, Л.Е. Свистов. *Первого сентября. Физика*, 2006, **6**, 34-36.
4. В. В. Майер. *Свет в оптически неоднородной среде: учебные исследования,* 2007, 232.
5. Д.Р. Меркин. *Введение в механику гибкой нити,* 1980, 240.
6. В.Г. Веселаго. *О формулировке принципа Ферма для света, распространяющегося в веществах с отрицательным преломлением,* 2002, **172**, 1215–1218.