

R. A. Shelby, D. R. Smith and S. Schultz, [Experimental Verification of a Negative Index of Refraction](#), *Science* 292, 77 (2001)

В 1968 году советский физик Виктор Веселаго [1] теоретически рассмотрел существование материалов с одновременно отрицательными диэлектрической ϵ и магнитной μ проницаемостью. Он предсказал, что в таких средах показатель преломления n должен быть отрицательным, что приведёт к модификации физических явлений: обращению эффекта Доплера, обращению черенковского излучения, а также к отрицательному преломлению света на границе раздела сред. Однако Виктором Веселаго не было предложено природных материалов, которые бы обладали такими оптическими свойствами или способа создания искусственных сред с подобными свойствами. В конце 1990-х [2] Джон Пендри (и независимо Дэвид Смит с коллегами) предложили способ создания искусственных структур — метаматериалов, которые могли бы обладать одновременно отрицательными ϵ и μ в микроволновом диапазоне частоты. Позднее был проведен эксперимент, описанный в настоящей статье, в котором при помощи прямого измерения угла отклонения излучения от поверхности метаматериала была верифицирована возможность реализовывать на практике отрицательный коэффициент преломления. Статья доказала, что свойства материалов определяются не только их химическим составом, но и геометрией структур на субволновом масштабе, продемонстрировала возможность активного конструирования сред с необычными оптическими свойствами.

Эксперимент индуцировал интерес к развитию науки о метаматериалах, а также поиску приложений в оптическом эксперименте. Всего за год до этой публикации Джон Пендри предсказал, что слой материала с $n = -1$ может действовать как "суперлинза" [3], преодолевающая дифракционный предел. Эксперимент Шелби сделал эту идею реалистичной, подогрев интерес к поиску таких материалов для оптического диапазона. Работа перевела метаматериалы из разряда теоретических гипотез в область практической физики и инженерии, заложив фундамент для развития современных нанофотоники, физики метаматериалов и метаповерхностей, а также сверхразрешающей микроскопии.

[1] Veselago V G "The electrodynamics of substances with simultaneously negative values of ϵ and μ " *Sov. Phys. Usp.* 10 509–514 (1968)

[2] J. B. Pendry, A. J. Holden, D. J. Robbins and W. J. Stewart, "Magnetism from conductors and enhanced nonlinear phenomena," in *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, vol. 47, no. 11, pp. 2075-2084, Nov. 1999, doi: 10.1109/22.798002

[3] J. B. Pendry, "Negative Refraction makes a Perfect Lens", *Phys. Rev. Lett.* 85, 3966 (2000)