

Принцип работы такой системы прост — от электростанции подаётся переменное напряжение 50 Гц на питающий генератор. Он повышает напряжение до 110 кВ и частоту до 15 кГц. Один из выводов вторичной обмотки генератора заземлён, а второй передаёт электроэнергию по линии 3. Далее энергия поступает на вторичную обмотку понижающего трансформатора, один из выводов которой тоже заземлён, и преобразуется до нужного значения. Вся цепь при этом настроена в резонанс.

Перспективы развития данной технологии связаны с возможностью сокращения расхода меди или алюминия как минимум в 2 раза. А с учётом уменьшения сечения провода даже больше. Провода в перспективе можно заменить на неметаллические, ведь их задача не в передаче энергии, а в указании направления. КПД такого метода выше за счёт отсутствия тепловыделения в проводах.

### *Литература*

1. Никола Тесла. Выйти из матрицы / Дмитрий Крук. — Москва: Родина, 2019. — 464 с.
2. Тесла Н. Статьи. — 4-е изд., испр. — Самара: Арт-Лайт, 2016. — 584 с.: ил.
3. <https://viesh.ru/pre/reznan/rezonans1/> [В интернете].
4. The True Wireless. Nikola Tesla. б.м.: Electrical Experimenter, May, 1919
5. <https://habr.com/ru/post/81513/> [В интернете].

УДК 621.373.826

### **ОПТИЧЕСКИЙ ПИНЦЕТ**

студенты гр. №10603120 Шетик Е.А., Кулинич И.В.  
*Научный руководитель – ст. преподаватель Танана Т.В.*  
Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

В настоящее время все большую популярность обретает инструмент, который называют по-разному: оптический пинцет, лазерный пинцет, оптическая ловушка. В 2018 году за его разработку 96-лет-

ний Артур Эшкин был удостоен Нобелевской премии. Данный инструмент члены Нобелевского комитета назвали давней мечтой писателей-фантастов. [1]

Оптический пинцет представляет из себя устройство, использующее сфокусированный лазерный пучок для изучения микроскопических объектов. С его помощью можно контролируемо перемещать частицы размером от 10 нанометров до 10 микрометров, изучать их поведение, а при собирать из них различные структуры.

Принцип работы оптической лазерной ловушки основан на использовании лазерного излучения небольшой мощности. Длина волны излучения подбирается таким образом, чтобы испытуемый объект был прозрачен на этой длине волны, т. е. чтобы излучение объектом не поглощалось в виде тепла. Лазерный пинцет работает следующим образом: испытуемый образец помещается в сходящийся лазерный пучок, который условно ограничен двумя лучами (левым и правым); после прохождения сквозь объект они преломляются, и у каждого луча появляется своё направление распространения. Если частичка (объект) находится в центре лазерного пучка, то за счёт того, что изменилось направление распространения лучей левого и правого, по закону сохранения импульса возникает сила, действующая в ту же сторону, что и изменение направления. При этом равнодействующая двух сил равна нулю, и никакого действия на частичку не оказывается (рисунок 1).

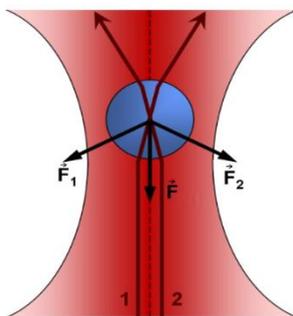


Рис.1. Частичка находится в центре лазерного пучка

Если же сместить лазерный луч так, что частичка окажется вне оси лазерного пучка, то возникнет результирующая сила, которая заставит частичку сместиться в направлении оси. Следовательно, перемещая лазерный луч, можно заставить частичку следовать за ним (рисунок 2) [2].

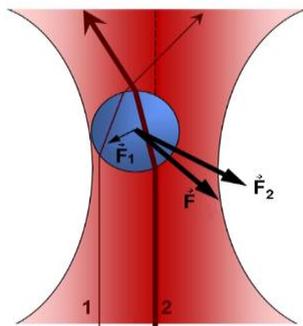


Рис.2. Частичка находится вне оси лазерного пучка

Помимо изменения положения частиц, лазерный пинцет позволяет измерять силовые взаимодействия на микромасштабах. С помощью оптического пинцета были измерены вязкоупругие свойства единичных молекул ДНК, клеточных мембран, а также агрегированных волокон белков (например, актина). Ещё одна сфера применения: измерение механических и вязкоупругих свойств цитоплазмы, жгутиков бактерий, светочувствительных оболочек эритроцитов, отдельных микротрубок эндоплазматической сети, отдельных светочувствительных волокон и мембран нервных клеток [3].

Данный инструмент используют для создания комплексов молекул и для изменения положения клеток с целью более качественного изучения их свойств и форм. В 2019 году при помощи оптического пинцета стало возможным проверить физические модели молекул, которые описывают свойства 16 нуклеотидов ДНК, способом, который был ранее недоступен. Используя пинцет, появилась возможность изменять активность отдельного фермента, действующего на молекулу ДНК.

Комбинирование оптических ловушек с другими лазерными излучениями позволяет использовать их в микрохирургии. Например, захватывать хромосому инфракрасным (1064 нм) лазером (оптическим

пинцетом) и разрезать на небольшие части инфразеленым (532 нм) лазером. Такое устройство с инфразелёным излучением называется «оптическим скальпелем». Его применение возможно, так как большинство биологических структур практически не поглощают свет в инфракрасной области, но сильно поглощают в зеленой части оптического диапазона длин волн [3]. Оптический пинцет позволяет ученым отделять здоровые клетки от нездоровых, удерживать отдельные бактерии на месте, не убивая их, и создавать новые вещества на атомарном уровне. Новаторское изобретение привело к разработке ряда новых технологий и методов для изучения и управления микроскопическим миром, создав новые возможности для изучения биологии, медицины и физики.

В настоящее время оптические пинцеты являются незаменимыми инструментами в научных лабораториях развитых стран мира. Рассмотрев все преимущества и новые возможности, которые обрёл научный мир с появлением оптического пинцета, можно определенно сказать, что данное изобретение заслуженно удостоено Нобелевской премии [4].

### *Литература*

1. Эшкин, А.И. Optical trapping and manipulation of neutral dielectric particles and atoms/ А. И. Эшкин, Я.Э. Дзедзич. –М.: AT&T Bell Laboratories, 1986.

2. Эшкин, А.И. Optical trapping and manipulation of single cells using infrared laser beams/ А. И. Эшкин, Я.Э. Дзедзич, Яманэ Т. –М.: AT&T Bell Laboratories, 1986.

3. Чжаохуэй, Х. Manipulation and arrangement of biological and dielectric particles by a lensed fiber probe/ Х. Чжаохуэй, В. Цзя, Л. Цзиньвэнь. –М.: Университет Цинхуа, 2004.

4. «Скальпель и пинцет. Нобелевская премия по физике 2018 года за открытия в области лазера» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://nplus1.ru/material/2018/10/02/laser-nobel> Дата доступа: 15.05.2021