



# ЛИНЕЙНЫЙ КОЛЛАЙДЕР

Авторы: А. О. Сидорин

---

ЛИНЕЙНЫЙ КОЛЛАЙДЕР, установка, в которой сталкиваются встречные пучки электронов и позитронов, предварительно ускоренных в двух линейных ускорителях. Идея Л. к. предложена в кон. 1960-х гг. для преодоления ограничения по энергии, существующего в циклич. [коллайдерах](#) и связанного с потерями на синхротронное излучение. Поскольку в Л. к. частицы двигаются по прямолинейной траектории, синхротронное излучение отсутствует. В циклич. электрон-позитронных коллайдерах достигнута энергия частиц ок. 100 ГэВ и её дальнейшее увеличение экономически невыгодно. В [адронных коллайдерах](#) потери энергии на синхротронное излучение несущественны, т. к. его мощность обратно пропорциональна четвёртой степени массы частицы. Однако при столкновениях адронов существует неопределённость в энергии составляющих их кварков. Поэтому адронные пучки рассматриваются в осн. как инструмент для открытия новых частиц, а электрон-позитронные коллайдеры используются для прецизионного измерения параметров уже открытых частиц.

Л. к. рассматривается как установка следующего поколения после Большого адронного коллайдера (Large Hadron Collider, LHC; ЦЕРН), и его строительство будет оправдано только в том случае, если на LHC будут открыты новые частицы. В Л. к. для осуществления тех же реакций, что и в протон-протонных столкновениях, достаточно примерно в 6 раз меньшей энергии электронов и позитронов. Соответственно, чтобы перекрыть диапазон энергии протонов в LHC (энергия каждого пучка 7 ТэВ), требуется Л. к. с энергией ок. 1 ТэВ на пучок.

Первый проект Л. к. предложен рос. физиками Г. И. [Будкером](#), А. Н. [Скринским](#) и В. Е. Балакиным (Ин-т ядерной физики СО РАН) в 1978. В установке ВЛЭПП (Встречные линейные электрон-позитронные пучки) предполагалось достичь энергии 0,5 ТэВ на пучок при длине Л. к. ок. 10 км. Первым действующим Л. к. был Станфордский

линейный коллайдер (Stanford Linear Collider, SLC), работавший в 1989–98 в США. В SLC схема Л. к. была реализована лишь отчасти: оба пучка ускорялись до 50 ГэВ в одном и том же линейном ускорителе длиной 3,2 км, затем пучки разделялись и транспортировались по отд. дугам к точке встречи.

В 1990-х гг. в США, Германии, Японии, Швейцарии и России независимо разрабатывался ряд проектов Л. к. Ближе других к реализации был проект TESLA (TeV Energy Superconducting Linear Accelerator, Германия). Стоимость создания Л. к. слишком высока, чтобы решить эту задачу силами одной страны. Развиваются два альтернативных междунар. проекта Л. к. – CLIC (Compact Linear Collider) и ILC (International Linear Collider) (2010). В обоих проектах планируется дополнит. возможность столкновения пучков электронов (позитронов) и гамма-квантов, а также генерация рентгеновского лазерного излучения для исследований в области физики конденсированных сред.

Проект CLIC, разрабатываемый в ЦЕРН, основан на применении структур, обеспечивающих темп ускорения частиц до 150 МэВ/м. Планируется использование схемы т. н. двухпучкового ускорения, при которой параллельно осн. пучку распространяется дополнит. высокоинтенсивный электронный пучок с энергией ок. 2 ГэВ. Энергия, полученная при его торможении в резонансных структурах, используется для ускорения осн. пучка. Предполагается соорудить CLIC поэтапно, увеличивая длину установки (до 28 км) и энергию сталкивающихся пучков (от 0,5 ТэВ до 3 ТэВ).

В проекте ILC участвует примерно 50 ускорительных лабораторий Европы, Азии и Америки. В основу ILC положена технология, разработанная в рамках проекта TESLA и связанная с использованием сверхпроводящих ускоряющих структур вместо обычных проводников. При этом уменьшаются эксплуатационные расходы, но темп ускорения оказывается ниже (проект ILC ориентирован на величину ок. 40 МэВ/м). При энергии пучков 1 ТэВ полная длина ILC составит ок. 50 км. К 2010 заявки на размещение ILC в своих странах представили ЦЕРН (Швейцария), DESY (Deutsches Elektronen-Synchrotron, Германия), Нац. ускорительная лаборатория им. Ферми (США), Исследовательская организация ускорителей высоких энергий (КЕК, Япония),

Объединённый ин-т ядерных исследований (Дубна, Россия).

## **Литература**

Лит.: Лебедев А. Н., Шальнов А. В. Основы физики и техники ускорителей. М., 1991.