

К 50-летию эффектов Джозефсона

Прошло ровно пятьдесят лет с тех пор, как молодой английский физик Б. Джозефсон предсказал возможность протекания сверхпроводящего тока в туннельном контакте между двумя сверхпроводниками, разделенными тонким (толщиной 1–2 нм) диэлектрическим барьером и осцилляции во времени этого тока. Впоследствии оба описанных явления были названы эффектами его имени. *Стационарный эффект* Джозефсона физически состоит в протекании сверхтока, определяемого разностью фаз φ волновых функций массивных сверхпроводящих берегов туннельного перехода, $I(\varphi) = I_c \sin(\varphi)$, где I_c — максимальный бездиссипативный ток. *Нестационарный эффект* заключается в том, что при постоянном напряжении на барьере через него течет высокочастотный сверхпроводящий ток, частота осцилляций которого связана с разностью потенциалов универсальным соотношением $2eV = \hbar\omega$.

После выхода статьи Б. Джозефсона «Possible new effects in superconductive tunneling» в первом номере журнала «Physics Letters, v. 1, p. 251 (1962)» в исследовании, стимулированные предложенной теорией, включились многие научные центры. Последовала целая лавина теоретических и экспериментальных работ, в которых была развита теория электродинамики джозефсоновских контактов и обнаружены новые уникальные физические явления и процессы. В дальнейшем были реализованы оригинальные прикладные технические возможности джозефсоновских эффектов. На их основе создано широкое разнообразие приборов и устройств: генераторы и приемники электромагнитных волн, квантовый эталон напряжения, сверхпроводящие квантовые интерферометры для измерения сверхмалых магнитных полей, элементы памяти ком-

пьютеров и пр. Вся совокупность явлений в сверхпроводящих системах, содержащих элемент с ослабленным параметром порядка, впоследствии получила название «слабая сверхпроводимость».

Свидетельством значимости сделанного вклада в науку явилось присуждение в 1973 г. Б. Джозефсону Нобелевской премии по физике (совместно с Л. Эсаки и А. Живером) за открытия, связанные с явлениями туннелирования в твердых телах.

Знаменательно, что юбилейный выпуск журнала «Физика низких температур» издается в Физико-техническом институте низких температур НАН Украины, сотрудники которого И.К. Янсон, В.М. Свистунов, И.М. Дмитренко в 1964 году впервые экспериментально зарегистрировали микроволновое излучение из туннельного сверхпроводящего контакта, подтвердив тем самым прямым способом нестационарный эффект Джозефсона. Это было отмечено Б. Джозефсоном в его Нобелевской лекции «The discovery of tunneling supercurrents» 12 декабря 1973 г.: «At the end of 1963, the evidence for the existence of the ac supercurrent was only indirect <...> then Yanson, Svistunov and Dmitrenko succeeded in observing radiation emitted by the ac supercurrent with a conventional detector».

Данный специальный номер ФНТ, посвященный 50-летнему юбилею эффектов Джозефсона, содержит теоретические и экспериментальные статьи как обзорного характера, суммирующие результаты исследований, полученные за прошедшие годы в области слабой сверхпроводимости, так и новые оригинальные работы.

Предваряет выпуск статья Б. Джозефсона, в которой кратко описана история открытия эффектов, обусловленных макроскопическим квантовым туннелированием в сверхпроводящих системах, и освещены пробле-

мы, связанные с его научной деятельностью в области «Разум и материя» в последующие годы.

Тематика представленных в журнале работ охватывает практически все основные характерные аспекты указанных эффектов, которые плодотворно развиваются в настоящее время:

– специфические особенности эффектов Джозефсона в новых высокотемпературных сверхпроводящих материалах с различной симметрией параметра порядка и в различных проводящих структурах на их основе;

– инновационные устройства на основе оригинальных элементов наноэлектромеханики и ячейки памяти для квантовых компьютеров (кубиты);

– результаты новых оригинальных исследований с применением стандартных сверхпроводников и неравновесная сверхпроводимость.

Одним из редакторов этого выпуска был И.К. Янсон, однако преждевременная трагическая кончина не позволила ему завершить начатую работу. Пусть данный тематический номер журнала «Физика низких температур», посвященный той области исследований физики сверхпроводников, в которой очень активно и плодотворно работал и внес неоценимый вклад талантливый физик-экспериментатор И.К. Янсон, послужит достойной данью сердечного уважения его светлой памяти.

Искренняя признательность всем авторам, откликнувшимся на приглашение принять участие в формировании данного юбилейного выпуска журнала.

О.П. Балкашин