



Нижегородский ПОТЕНЦИАЛ

№ 1 (15), 2015 г.

ВЕСТНИК НИЖЕГОРОДСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН

В НОМЕРЕ:

стр. 2

Парад результатов



стр. 14

Формула успеха

Разговор с А.И. Смирновым



стр. 16

Новые имена

Разговор с В.Ю. Заславским



стр. 18

Время, вперед!





Отрицательно заряженное облако. Справа внизу – верхняя часть канала восходящего положительного лидера, стартовавшего от заземленного металлического шарика. Слева вверху – множество сталкеров в виде метлы. Лидер и сталкеры взаимодействуют посредством множества стримеров

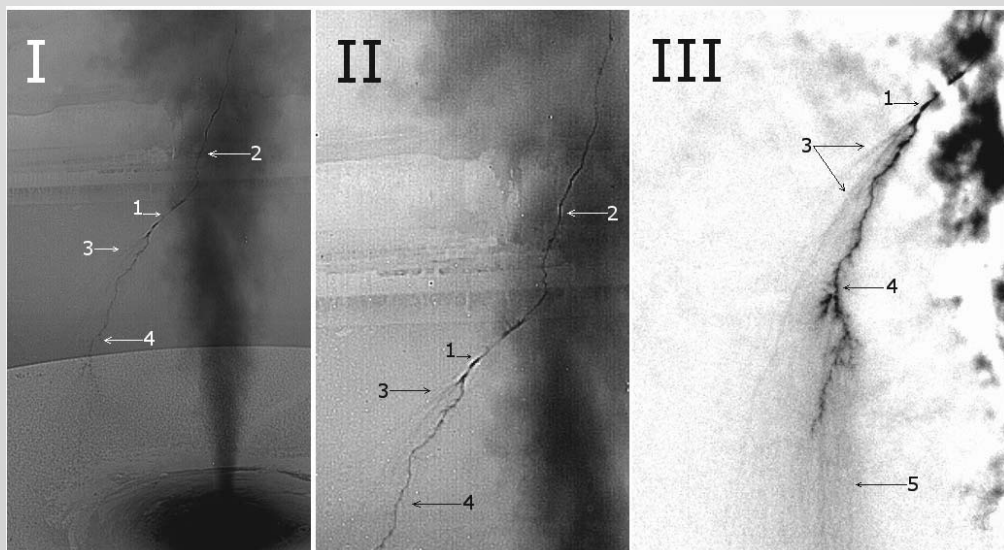
На рисунке приведен один кадр ИК-камеры, на котором запечатлена находящаяся внутри облака верхняя часть канала положительного лидера, восходящего от заземленного металлического шарика, сеть сталкеров ближе к центру облака и слабосветящиеся потоки

стримеров, соединяющих сталкеры с искровым каналом. В этом эпизоде появление сталкеров в облаке было инициировано приближением к облаку восходящего лидера, хотя сталкеры могут рождаться и в отсутствие лидерных разрядов.

Более того, сталкеры способны порождать лидерные разряды (пример такого события показан на рисунках I – III). Сталкер, появившийся внутри положительно заряженного облака, дает начало положительному и отрицательному лидерам, формирующимся на противоположных концах сталкера. Отрицательный лидер уходит вверх, к вершине облака, а положительный – вниз, к земле, и выходит из облака. В тех случаях, когда положительный лидер достигает земли, происходит обратный удар и формируется завершённый искровой разряд, снимающий значительную часть заряда облака. Очень вероятно, что подобным образом начинаются и молниевые разряды в грозовых облаках.

Исследование сталкеров может дать ответ на многие нерешенные до настоящего времени вопросы, касающиеся инициации и формирования молниевых разрядов в грозовом облаке на его ранней стадии – до того момента, когда уже сформировавшийся лидер молнии выйдет из облака и станет доступен традиционным наблюдениям.

Обнаружение разрядов нового типа внутри искусственного облака заряженного водного аэрозоля, регистрация их структуры и установление их связи с формированием лидерных разрядов было признано одним из лучших научных результатов ИПФ РАН в 2014 году.



Сталкеры способны порождать лидерные разряды. 1 – центральный плазменный канал (сталкер), 2 – отрицательный лидер, 3 – ветвящийся вниз сталкер, 4 – нисходящий положительный лидер, 5 – положительная стримерная корона. Большая часть разряда находится внутри облака и не фиксируется в видимом диапазоне

Н. А. Богатов,
научный сотрудник отдела геофизической электродинамики
ИПФ РАН

Квантовые эффекты – основа современной метрологии

В Институте физики микроструктур РАН разработана уникальная технология, позволившая создать новое эталонное средство измерения электрического напряжения.



А. М. Клушин

Великий русский учёный Д.И. Менделеев сказал: «Наука начинается там, где начинают измерять». Высокая точность и стабильность результатов измерений определяются наличием соответствующей эталонной базы, служащей для воспроизведения единиц физических величин, а также хранения и (или) передачи их размера. В связи с этим на рубеже XX–XXI веков в качестве одной из основных задач метрологии была сформулирована задача по раз-

работке системы эталонов на основе физических констант, что возможно только при использовании квантовых физических эффектов.

В настоящее время эта приоритетная задача реализована, в частности в России, при создании единого эталона единиц времени, частоты и длины, а также эталонов постоянного напряжения (вольт) и сопротивления (ом). В первом случае используются частотно-стабилизированные лазеры, во втором – эффект Джозефсона, а в третьем – эффект Холла. В стадии разработки в России находятся квантовые эталоны единицы переменного низкочастотного напряжения, единицы мощности на низких частотах (ватт), единицы постоянного тока (ампер), а также единицы массы (килограмм).

Наша работа посвящена созданию новой версии эталона напряжения на основе эффекта Джозефсона. Принципиальная важность применения этого эффекта в квантовой метрологии связана с тем, что неизвестны другие физические эффекты, которые могли бы составить конкуренцию эффекту Джозефсона по точности воспроизведения единицы напряжения. В 1962 году молодой английский физик

Брайан Джозефсон теоретически предсказал два явления, которые получили название стационарного и нестационарного эффектов Джозефсона. Эти квантовые эффекты реализуются в тонкопленочных устройствах, называемых контактами Джозефсона, работа которых возможна только при криогенных температурах. На основе нестационарного эффекта построены преобразователи переменного сигнала высокой частоты в постоянное напряжение, погрешность воспроизведения которого определяется исключительно погрешностью задания частоты сигнала. Квантованное напряжение, возникающее на одном джозефсоновском контакте под воздействием внешнего электромагнитного поля, обычно мало, и для его увеличения до метрологически значимой величины от 1 до 10 В необходимо включение последовательно большого числа когерентно осциллирующих контактов. Важнейшими условиями для синхронизации цепочек контактов являются малый разброс их параметров, а также наличие электродинамической системы, обеспечивающей эффективное и равномерное взаимодействие контактов с внешним электромагнитным излучением, обеспечивающим их синхронизацию. Удовлетворяющие этим условиям массивы из десятков тысяч джозефсоновских контактов представляют собой сложные сверхпроводниковые микросхемы.

В настоящее время в качестве материала сверхпроводниковых микросхем применяются в основном тонкие пленки ниобия, для перевода которых в сверхпроводящее состояние необходимо использование жидкого гелия или мощных криоохладителей замкнутого цикла. На основе ниобиевых микросхем построены современные наиболее точные эталоны постоянного напряжения с выходным напряжением до 10 В. Несмотря на мировое признание этих эталонов, необходимость применения жидкого гелия значительно увеличивает их эксплуатационные расходы, что существенно ограничивает области применения таких приборов в практической метрологии.

Открытие в 1986 году высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП) позволило начать исследования по созданию джозефсоновских контактов, для работы которых достаточно использования жидкого азота или малогабаритного криоохладителя замкнутого цикла, что существенно удешевляет и упрощает эксплуатацию сверхпроводниковых микросхем. Однако до сих пор технология джозефсоновских контактов и ВТСП уступает в развитии технологии низкотемпературных джозефсоновских переходов на основе ниобия и его соединений. Тем не менее, в результате выполненных в предыдущие десятилетия научно-исследовательских работ нам удалось решить ряд принципиальных вопросов, связанных с построением таких микросхем на основе контактов из ВТСП. В частности, была разработана технология изготовления микросхем, содержащих несколько сотен джозефсоновских контактов из ВТСП, а также предложена и успешно опробована электродинамическая система, пригодная для синхронизации цепочек таких джозефсоновских контактов.

В 2013–2014 годах по заданию ОАО Федеральный научно-производственный центр «Нижегородский научно-исследовательский приборостроительный институт "Кварц" имени А.П. Горшкова» была



Рабочий образец прибора для эталонного измерения напряжения с встроенным криоохладителем замкнутого цикла

выполнена опытно-конструкторская работа «Разработка технологии изготовления микросхемы ВТСП и её испытание в составе эталона напряжения». Был создан образец джозефсоновской микросхемы на основе ВТСП для работы в составе меры напряжения, предназначенной для воспроизведения единицы напряжения постоянного тока и передачи ее для калибровки и поверки средств измерений. Основные технические характеристики микросхемы ВТСП: выходное напряжение 25 мВ, рабочая температура 75–77 К, рабочая частота 73–74 ГГц. В результате тесного научно-технического сотрудничества ИФМ РАН и НИИПИ «Кварц» на основе этой микросхемы в НИИПИ «Кварц» был впервые создан рабочий образец многозначной меры напряжения, которая по своим параметрам удовлетворяет требованиям, предъявляемым к эталонным средствам измерения. Мера напряжения имеет выходное напряжение от 0 до 10 В, шаг изменения выходного напряжения 0,1 В и относительную нестабильность за межповерочный интервал 5×10^{-8} .

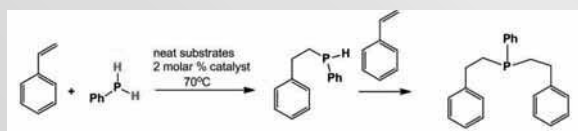
Прибор предназначен для использования в национальных метрологических институтах в составе эталонов вольта, в центрах стандартизации, метрологии и испытаний, а также аналогичных организациях зарубежных стран, метрологических лабораториях предприятий и фирм, в научных учреждениях и метрологических службах министерства обороны. Мера напряжения может также применяться для калибровки прецизионных цифровых вольтметров и калибраторов постоянного напряжения.

Разработанная технология многоконтактных джозефсоновских систем из ВТСП открывает новые возможности по их использованию в фундаментальной и прикладной метрологии.

А.М. Клушин, д.ф.-м.н.,
зав. лабораторией сверхпроводниковой электроники
ИФМ РАН

Катализаторы «зеленой химии»

Новые катализаторы межмолекулярного гидрофосфинирования олефинов разработаны в Институте металлоорганической химии им. Г.А. Разуваева РАН. Группой молодых ученых лаборатории химии координационных соединений (И.В. Басалов, А.А. Кисель, Д.М. Любов) под руководством д.х.н. А.А. Трифонова были получены новые амидные, аклильные и гидридные комплексы редкоземельных металлов, являющиеся эффективными катализаторами процессов межмолекулярного гидрофосфинирования олефинов, ацетиленов и диенов и позволяющие проводить процесс как для первичных, так и для вторичных фосфинов в мягких условиях с высокими скоростями и исключительной региоселективностью. В отличие от известных примеров полученные соединения обеспечивают селективное присоединение фенилфосфина как к одному, так и к двум эквивалентам олефина и позволяют получать с высокими выходами и селективностью вторичные и третичные фосфины соответственно:



Впервые была продемонстрирована возможность постадийного алкилирования фенилфосфина различными олефинами, приводящего к образованию десимметричных третичных фосфинов, а также к проведению процесса с абсолютно неактивированными олефинами (1-нонен) (статья об этом направлена в печать, в Chemistry A European Journal):

