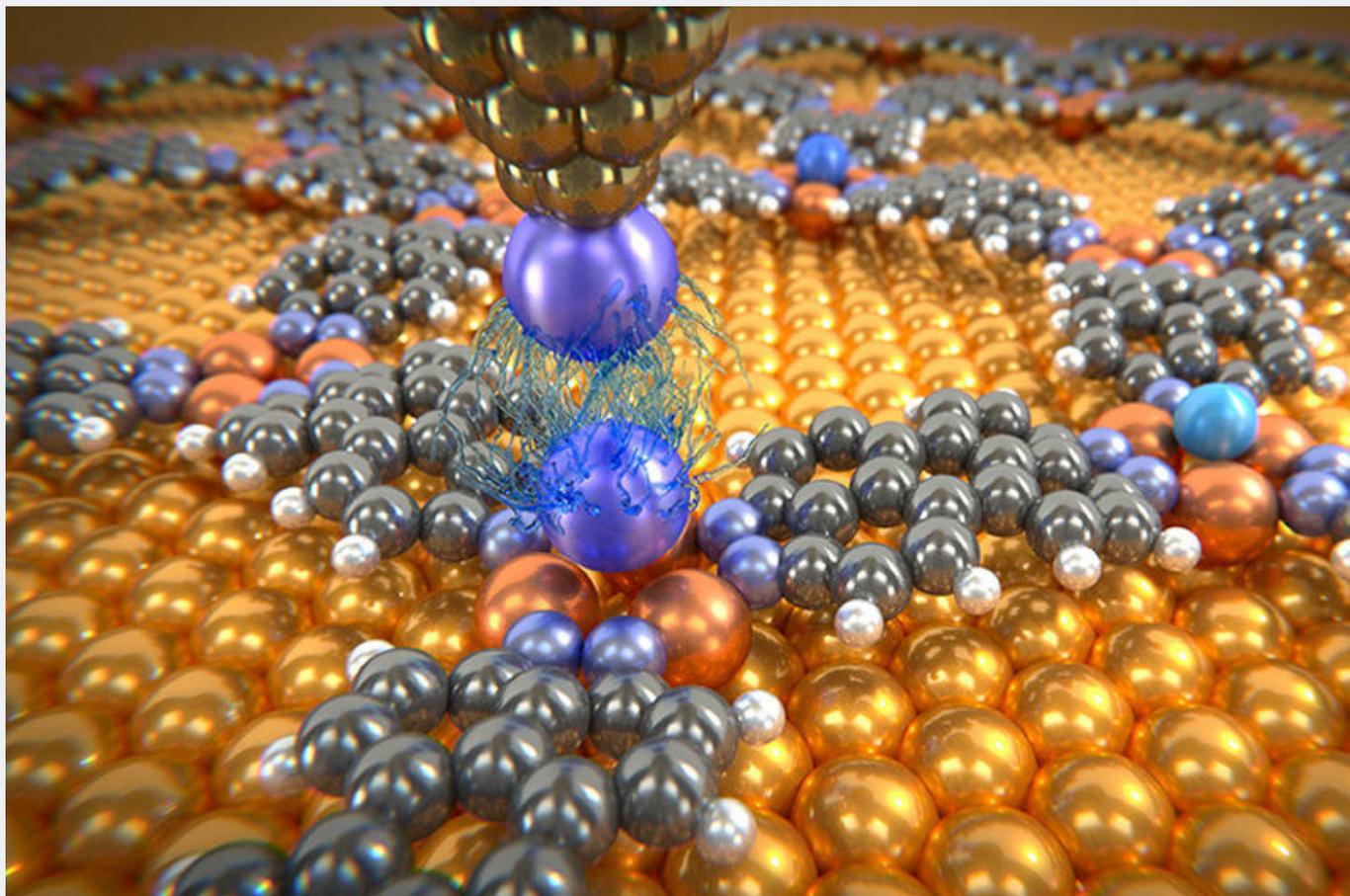


## Загадка квантовых сил в наноразмерных устройствах: решение предложено учеными Политеха



Все знают, что если очень гладкие поверхности плотно прижать друг к другу, то они слипаются и их потом очень трудно разъединить. Это происходит из-за действия сил Ван-дер-Ваальса, открытых еще в 19-ом веке, но объясненных теоретически лишь много позже на основе квантовой механики. Во второй половине 20-го века силы Ван-дер-Ваальса и их обобщение с учетом теории относительности Эйнштейна, называемое силами Казимира, получили широкую известность в связи с актуальными приложениями в фундаментальной физике и нанотехнологиях. Поэтому очень важно уметь вычислять эти силы для устройств, изготовленных из различных материалов.

Фундаментальная теория сил Ван-дер-Ваальса и Казимира была построена российским ученым академиком Евгением Михайловичем Лифшицем (соавтором академика Л. Д. Ландау по знаменитому курсу теоретической физики) в 1955 году. В рамках этой теории силы Ван-дер-Ваальса и Казимира объясняются взаимодействием поверхностей почти соприкасающихся тел с так называемыми *электромагнитными флуктуациями*, то есть со случайными всплесками электрического и магнитного полей с равными в среднем нулю напряженностями.

Долгое время казалось, что эта теория вполне согласуется с экспериментом. Однако, когда в начале 21-го века появились более точные измерения сил Казимира в наноразмерных устройствах, обнаружился загадочный парадокс. Предсказания теории Лифшица совпадали с результатами измерений только при условии, что потери энергии электронов проводимости в металле при вычислениях не учитывались. Эти потери, однако, реально существуют! Даже из обыденного опыта всем хорошо известно, что при прохождении электрического тока провод слегка нагревается. В литературе эта ситуация получила название загадки сил Казимира. В течение последних 20-ти лет ученые многих стран предлагали различные подходы к решению этой проблемы, но все они оказались безуспешными: никому так и не удалось одновременно учесть потери энергии электронов в металле и согласовать предсказания теории Лифшица с прецизионными измерениями сил Казимира.

Прорыв был достигнут в конце сентября 2020 г., когда в престижном международном журнале *European Physical Journal C* [том 80, №9, с.900-(1-13)] появилась статья профессоров Института физики, нанотехнологий и телекоммуникаций (Высшая школа прикладной физики и космических технологий) Г. Л. Климичицкой и В. М. Мостепаненко. В этой статье предложен новый подход к описанию взаимодействия металла с электромагнитными флуктуациями, учитывающий тот факт, что флуктуации могут быть двух типов - так называемые *реальные*, то есть подобные наблюдаемым электромагнитным полям, и *виртуальные*, которые непосредственно наблюдаться не могут и аналогичны виртуальным частицам, из которых состоит квантовый вакуум. Предложенная в работе новая диэлектрическая проницаемость металла на низких частотах приводит приблизительно к тому же вкладу реальных флуктуаций в силу Казимира, что и обычно используемая, но существенно изменяет вклад виртуальных флуктуаций. В результате теория Лифшица приходит в согласие с экспериментом при одновременном учете энергетических потерь электронов в металле.

Полученные результаты имеют большой потенциал и для применения в фундаментальной физике, и при создании перспективных

наноустройств различного назначения.