Сведения о выполненных работах в 2016 году
по проекту **«Некоторые проблемы сильных взаимодействий и сильных полей в современной квантовой теории поля»,**
поддержанному Российским научным фондом

Соглашение № 15-12-10009

Руководитель д-р физ.-мат. наук Гитман Дмитрий Максимович

Найден полный набор решений уравнений Дирака и Клейна-Гордона в комбинации двух типов экспоненциальных полей (пиковое поле), которые моделируют процесс включения и выключения поля с произвольно выбранными темпами, описываемыми двумя параметрами. Вычислены все характеристики рождения пар частиц и античастиц из вакуума этим полем: распределение среднего числа рожденных частиц (как фермионов, так и скалярных бозонов) по импульсам, полное число рожденных частиц и вероятность того, что вакуум останется вакуумом. Детально изучены различные предельные режимы. Так, показано, что при симметричном выборе формы пика, это поле приводит к эффектам рождения пар, сходным с теми, что производит пульсирующее поле типа Саутера и поле типа t-constant. Впервые изучен случай асимметричной конфигурации поля, когда темпы включения и выключения различаются существенно. Это дает обобщение модели с экспоненциально убывающим полем и устанавливает ее границы применимости. Полученные результаты позволяют изучать эффекты включения и выключения электрического поля как по отдельности друг от друга, так и совместно. Возможность подбора параметров позволяет приспособить форму пика к различным реалистическим ситуациям, в частности, имитировать полевые конфигурации, характерные для графена, вейлевских полуметаллов и других наноструктур с релятивистским поведением носителей тока.

Изучены условия унитарной эквивалентности пространств Фока начальных и конечных (in- и out-) состояний в ситуации с нестабильным вакуумом в интенсивном электрическом поле ступенчатого типа. Показано, что однородное линейное каноническое преобразование соответствующих операторов рождения-уничтожения является собственным, если полное число родившихся частиц конечно. Построена матрица плотности конечных состояний, отвечающих вакууму в начальном условии. Построены редукции этого конечного состояния для подсистем электронов и позитронов, вычислены соответствующие изменения энтропии. Общее рассмотрение проиллюстрировано на примере деформации вакуума в электрическом поле между пластинами заряженного плоского конденсатора. Вычислена мера запутанности состояний, описываемых редуцированными матрицами плотности, определенная как энтропия фон Неймана.

Выполнено исследование одно-петлевых вкладов в средний вакуумный ток во внешнем неоднородном стационарном интенсивном электромагнитном поле, представляющем собой комбинацию кулоновского поля заряда конечного радиуса с

интенсивным медленно-меняющимся слабо-неоднородным электромагнитным полем. Получены нелинейные уравнения Максвелла с точностью до третьего порядка вариаций интенсивного поля, справедливые для любой локальной нелинейной электродинамики, включая КЭД с эффективным действием Эйлера-Гейзенберга. В приближении линейного отклика системы получены выражения для поправок к кулоновскому полю, полному заряду и плотности заряда через производные эффективного лагранжиана по полевым инвариантам. Найдено анизотропное распределение индуцированной плотности заряда внутри и снаружи внешнего заряда. Показано, что результат значительно отличается от случая, когда внешнее однородное электромагнитное поле отсутствует, как в случае КЭД в пространстве-времени размерности 3+1, так и для КЭД_{3,2} с редуцированной размерностью, используемой для описания динамики в графене.

Предложено представление в пространстве Фока для модели Дирака носителей тока в монослое графена при низких энергиях, в котором эффекты нестабильности вакуума во внешнем электрическом поле учитываются точно, а взаимодействие между электронами и фотонами рассматривается по теории возмущений. Рассмотрена эффективная теория излучения фотонов электроном в первом порядке теории возмущений. Получены выражения для полных вероятностей излучения электроном. Дана оценка условий применимости модели квазипостоянного электрического поля в теории излучения фотонов электроном, когда ролью эффектов включения-выключения и краевых эффектов можно пренебречь.

В рамках нелокальной кварковой модели был изучен переходный формфактор пары фотонов в пару заряженных или нейтральных пионов. Данный форм-фактор связан с поляризуемостью пиона, которая была вычислена в рамках нелокальной кварковой модели и проведен сравнительный анализ с ранее полученными результатами.

Вычислен дипольный магнитный момент нейтрона за счет CP-нарушенного распада эта и эта-штрих мезонов. При вычислении был учтен дельта резонанс (1232) и новые экспериментальные данные.