

ТПФ-3-2015

УДК 539.17

О ПРИБЛИЖЕННЫХ АНАЛИТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЯХ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЗАДАЧИ НА ГЛАВНЫЕ СОБСТВЕННЫЕ ЗНАЧЕНИЯ

Н.Б. Бабичев, А. А. Севастьянов

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»

Отработан алгоритм приближенного решения спектрального кинетического уравнения.

Ключевые слова: кинетическое уравнение, главные собственные значения, нейтронные константы материалов.

УДК 539.17

О ФОРМУЛАХ ПОДОБИЯ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ОСНОВЕ СВОЙСТВА ИНВАРИАНТНОСТИ УРАВНЕНИЯ ШРЕДИНГЕРА

Н. Б. Бабичев, А. А. Севастьянов

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»

Получены формулы подобия некоторых квантово-механических процессов.

Ключевые слова: теория подобия, волновая функция, уравнение Шредингера.

УДК 530.12:531.51

РЕГУЛЯРНОЕ ЦЕНТРАЛЬНО-СИММЕТРИЧНОЕ СТАТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЙ КОНФОРМНОЙ ГЕОМЕТРОДИНАМИКИ

М. В. Горбатенко

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»

Находится регулярное центрально-симметричное статическое решение уравнений общей теории относительности, обобщенных таким образом, чтобы они удовлетворяли условию конформной инвариантности. Решение состоит из двух частей, разделенных поверхностью ветвления. Во внешней части решение совпадает с решением Шварцшильда в пространстве де Ситтера. Внутренняя ветвь отличается от внешней тем, что в ней не равен нулю инвариант, построенный из вектора Вейля. На поверхности ветвления выполняются все условия, выполнение которых требуется в релятивистской гидродинамике при рассмотрении поверхностей разрыва: непрерывность компонент метрики и равенство нулю радиальной компоненты силы, действующей на объект. Видимый радиус объекта определяется его гравитационным радиусом и кривизной пространства в месте размещения объекта. Построенное решение позволяет избежать концептуальных трудностей, возникающих в ОТО (сингулярности, горизонты событий и др.). В то же время построенное решение приводит к уравнению состояния материи внутри объекта, относящееся к категории смеси обычной материи и темной энергии.

Ключевые слова: центрально-симметричные решения уравнений общей теории относительности, конформная геометродинамика, регулярные решения, проблема черных дыр.

УДК 530.145.7; 514.764.2

О РЕГУЛЯРНЫХ РЕШЕНИЯХ УРАВНЕНИЯ ДИРАКА В ЭКСТРЕМАЛЬНОМ ПОЛЕ РАЙССНЕРА-НОРДСТРЕМА

М.В. Горбатенко¹, В.П. Незнамов^{1,2}, Е.Ю. Попов¹

¹ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»

²Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва

В работе анализируются эффективные потенциалы квадрированных уравнений Дирака в статических полях Шварцшильда и Райсснера–Нордстрёма.

Показано, что во всех рассмотренных случаях реализуются условия «падения» частиц на соответствующие горизонты событий.

Исключение составляет одно из решений для экстремального поля Райсснера–Нордстрёма с единственным горизонтом событий.

Голая сингулярность Райсснера–Нордстрёма, как и сингулярности в центре для рассматриваемых метрик с горизонтами событий, прикрыта для квантово-механических частиц бесконечно большим отталкивающим потенциальным барьером.

Ключевые слова: метрика Райсснера–Нордстрёма, дираковский гамильтониан, эффективный потенциал, голая сингулярность, горизонт событий.

УДК 539.17

ЭВОЛЮЦИЯ ВО ВРЕМЕНИ НЕЙТРОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОДНОРОДНЫХ ШАРОВ ИЗ ДЕЛЯЩИХСЯ МАТЕРИАЛОВ

А. А. Севастьянов

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»

С помощью аналитических вычислений и численных расчетов исследовано изменение нейтронных характеристик активных шаров с течением времени.

Ключевые слова: односкоростное уравнение переноса нейтронов, формулы подобия, нейтронная плотность, собственная функция, логарифмическая производная от полного числа нейтронов в системе, главное собственное значение.

УДК 536.36-541.12

ПРЯМОЕ 3D ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РОСТА ГОРЯЧИХ ТОЧЕК В ДЕТОНАЦИИ

Ю.В. Янилкин, В.Г. Морозов, И.И. Карпенко, О.Н. Чернышова

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»

Представлены результаты 3D численного моделирования процесса роста горячих точек в детонации с учетом турбулентного перемешивания. Проведенные исследования показали, что в результате воздействия УВ, развития неустойчивости на границе ВВ/ПВ и вихревого течения крупномасштабные частицы ВВ перемешиваются и дробятся до мелких размеров, при которых за счет развитой поверхности контакта ВВ и ПВ успевают происходить прогрев ВВ (передача энергии от ПВ) и эффективно продолжается реакция разложения. Численное моделирование позволило рассчитать скорость роста горячих точек (порядка 100–200 м/с). Это подтверждает гипотезу о том, что турбулентность в зоне реакции при механическом переносе вещества играет важную роль и ее необходимо учитывать в теории детонации.

Ключевые слова: горячий очаг, детонация, турбулентное перемешивание, численное моделирование.

УДК 551.2

ВОЗМОЖНОЕ ОБЪЯСНЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ СМЕЖНЫХ ВПАДИН ОСТРОВНЫХ ДУГ НА ОСНОВЕ КОНЦЕПЦИИ ТЕПЛОВЫХ МАНТИЙНЫХ ПЛЮМОВ

А. Б. Медведев

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»

На основе предложенного ранее варианта концепции тепловых мантийных плюмов рассматривается гипотетическое объяснение возникновения островных дуг, их последующее погружение и образование расширяющихся со временем двух смежных с ними линейных впадин. В этой модели расположенный под корой вертикальный плюм, имеющий высоту порядка размера верхней мантии, в среднем плотнее (тяжелее) среды при умеренном перегреве относительно нее (в теплом состоянии). Его поведение нормализуется с увеличением средней температуры – сильноперегретый (горячий) плюм легче среды. Теми же свойствами плавучести, что и плюм, обладают вертикальные колонки перегретой среды верхней мантии. Немонотонное поведение средней плотности колонок плюма и среды при увеличении их средней температуры аналогично поведению плотности воды, которая в интервале $\approx 273\text{--}281$ К больше, чем при 273 К, и меньше последней при перегреве >281 К. При интерпретации возникновения островной дуги как следствия всплытия до уровня коры горячего плюма в форме вертикальной пластины, названная аномалия плотности приводит к тому, что при передаче тепла от плюма среде в двух плоских тепловых волнах, реализующихся на двух границах плюма-пластины со средой верхней мантии, он постепенно остывает и уплотняется (начиная с границ со средой), среда, нагреваясь до теплого состояния, также уплотняется. Подобное уплотнение может являться причиной погружения островов и образования и расширения со временем двух пограничных линейных впадин (впадин стыка), имеющих горизонтальный размер $\Delta x \sim (\chi t)^{0.5}$ ($\sim 10(t)^{0.5}$, Δx – км, t – время после всплытия плюма в млн. лет, $\chi \approx 0,01$ см²/с). На больших промежутках времени образуется общая впадина, отвечающая переходу вещества плюма и нагретой от него среды в теплое плотное состояние. Выполнено упрощенное моделирование этих процессов при решении одномерной задачи о горизонтальном остывании вертикальной пластины воды с начальной температурой >281 К, помещенной в водную среду при 273 К. Решение подтвердило ожидаемый рельеф поверхности в районе всплытия плюма-пластины. Рассмотренные модельные варианты показали возможность реализации различных режимов движения (центробежный, центростремительный, с нулевой скоростью) границы поверхностного поднятия со впадиной стыка и максимума впадины стыка (аналог оси глубоководного желоба) по отношению к центральной плоскости пластины в зависимости от исходных параметров задачи. При моделировании выявлено, что при общем опускании поверхности ее ограниченный участок, примыкающий к максимуму впадины стыка, после погружения до максимальной глубины может испытывать относительный подъем. Сделана попытка приложения полученных модельных результатов к интерпретации Курильской островодужной системы.

Ключевые слова: тепловой плюм, отрицательный коэффициент теплового расширения, островная дуга, смежные впадины, мантия Земли.