

Редакция отправляет читателей к первоисточнику
для дальнейшей дискуссии

О КНИГЕ С.В. ГРИБИНА «ФОРМАЛЬНАЯ ФИЗИКА: УРАВНЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ»

В прошедшем 2021 году исполнилось бы 70 лет Сергею Васильевичу Грибину, долгие годы проработавшего в Институте озераведения РАН на должности заведующего лабораторией математического моделирования. Сергей Васильевич, будучи выпускником кафедры гидродинамики математико-механического факультета Ленинградского (ныне Санкт-Петербургского) государственного университета, имел широкие научные интересы, которые не ограничивались проблематикой, связанной лишь с изучением озёр. Ещё до перехода на работу в Институт озераведения он написал — лично и в соавторстве — более 100 научных работ по теории взрывов, распространении ударных и сейсмозврывных волн, и т.д.

В последние годы своей жизни С.В. Грибин много работал над вопросами, связанными с фундаментальными законами физики, и построил теорию, позволяющую описывать явления как макромира, так и микромира, и способную стать логическим фундаментом современной теоретической физики. Результатом этих многолетних исследований явилось написание им монографии «Формальная физика: уравнения движения».

Хотя смерть прервала планы автора продолжить развитие этой теории, и вторая часть монографии осталась незавершённой, тем не менее, применённый им аксиоматический подход и разработанный математический аппарат даёт, на наш взгляд, мощный инструмент тем, кто специализируется на исследованиях в этой области, и кто намерен развивать представления о физических законах нашего мира.

В своей монографии, вышедшей в 2013 году, автор, стремясь понять глубинные корни и суть известных на сегодня физических законов, объективно оценить корректность соответствующих уравнений математической физики и степень их полноты, изложил разработанную им теорию, позволяющую по-новому взглянуть на уравнения, описывающие явления микро- и макромира. С этой целью была предпринята попытка предельно формализовать процесс получения этих уравнений и провести их вывод на базе простой, ясной и краткой аксиоматики математического и геометрического характера. При этом автор ставил цель, чтобы используемая им аксиоматика не включала в себя какие-либо эмпирические законы, а наоборот — эти законы выводились на основании математического анализа, совершаемого на базе используемой им аксиоматики и разработанного математического аппарата.

В основу работы С.В. Грибина была положена аксиоматика теории сплошной среды. В механике сплошных сред рассматриваются движения таких материальных тел, внутренним строением которых можно пренебречь ввиду того, что линейные размеры составляющих их частиц, значительно меньше соответствующих размеров исследуемых объектов. В этом случае за частицу — промаркированную точку пространства — можно принимать любой сколь угодно малый объём. Такой подход позволяет использовать аксиому сплошности, т.е. считать, что материальное тело представляет собой сплошную среду, заполняющую объём без свободных промежутков; свойства тела во всех его точках одинаковы и не зависят от размеров тела. Соответственно такие характеристики тел, как плотности, скорости, объёмы, и т.д., считаются непрерывными. Данное упрощение даёт возможность применения в механике сплошных сред аппарата высшей математики, хорошо разработанного для непрерывных функций. Движение таких частиц определяется скалярным полем плотности и векторным полем скоростей. Иные физические поля и константы, в том числе электрические, гравитационные и т.д., должны, по мысли автора, возникать «сами собой» в ходе развёртывания теории, как формально необходимые или достаточные следствия проводимых математических преобразований (наподобие произвольных величин, возникающих при интегрировании дифференциальных уравнений).

Помимо аксиом сплошности и непрерывности принимается, что все процессы происходят в трехмерном точечном пространстве, в котором определены расстояния между точками, и развиваются во времени, причём течение времени зависит от выбора системы отсчёта. Например, в классической механике сплошных сред время течёт одинаково для всех наблюдателей, а в релятивистской — пространство и время связываются в единое пространство–время. Кроме того, возможны процессы связи пространства и времени, отличные от релятивистской точки зрения, например, такие, как в квазирелятивистских приближениях к теории упругости.

Разработанный автором математический аппарат позволил провести анализ отношений между параметрами исследуемого объекта на новом уровне. В частности, была введена алгебра векторных произведений (бикватернионов), позволившая подчинить компоненты искомой вектор-функции замкнутой системе линейных уравнений в частных производных. Принципиальным моментом в этой разработке явилось

введение четырехмерной комплексной вектор-функции и представление с ее помощью действительных параметров сплошной среды в форме, соответствующей выбранному представлению о свойствах пространства–времени, т.е. в форме тензора Римана. В определённых случаях получаемые представления содержат дополнительный дискретный параметр, принимающий значения $+1$ или -1 , который можно интерпретировать как спиральность. Анализ полученных уравнений позволяет назвать их уравнениями квантовой теории, а введённую четырёхмерную вектор-функцию — волновой функцией. Для физической интерпретации этих полей используется анализ калибровочных и дисперсионных соотношений, которые следуют из уже полученных уравнений. Идентифицирован, в частности, 4-векторный электромагнитный потенциал и несколько массовых параметров, например, величина, играющая роль постоянной Планка, и другие.

Приведём некоторые результаты исследования полученных систем уравнений, разбив их на две группы, и показав их связь с признанными классическими положениями теории движения сплошной среды и квантовой теории, как в классическом, так и в релятивистском случае.

Квантовая механика

1. Квантовые волновые уравнения, полученные в теории С.В. Грибина применительно к евклидовой геометрии пространства–времени, в частном случае применения пространства Галилея допускают упрощения до одного уравнения — известного уравнения Шредингера.
2. Релятивистские волновые уравнения в частных случаях допускают снижение своей размерности вдвое и получение точных уравнений для двухкомпонентных величин. Одним из вариантов таких редуцированных уравнений для смеси частиц двух сортов являются известные уравнения Дирака, а соответствующие двухкомпонентные величины — спинорами различных типов. Заметим, что спиноры в настоящей теории появляются естественно, т.е. они появляются не путём введения в разрабатываемую теорию известных физических величин, а как вспомогательные вектора. По существу, спинор — это всего лишь частный случай 4-вектора, компоненты которого связаны двумя простейшими зависимостями.
3. Электромагнитные поля в релятивистском варианте теории описываются уравнениями, совпадающими с уравнениями Максвелла, которые, однако, допускают принципиальную возможность определённой модификации.
4. Анализ результатов решения стандартной квантовой задачи о расчёте параметров волновой функции и её энергетических уровней в поле кулоновского потенциала, проведённый в рамках полной системы для четырёхкомпонентной волновой функции, показывает их отличие вблизи центра симметрии от соответствующих результатов, полученных на базе уравнения Шредингера или уравнений Дирака, имеющих резко нерегулярный характер. Этот факт, по-видимому, должен быть интерпретирован как наличие в решении ядра, которое не улавливалось предыдущими теориями. Как известно, решение данной задачи и его уточнение на базе этих теорий явилось краеугольным камнем для теории электромагнитного излучения атомов и строения их оболочек. Поэтому возникающая возможность совместного описания ядра и оболочки атома позволяет надеяться на теоретическое описание новых важных физических явлений, например, бета-распада или других типов радиоактивных излучений.
5. Уравнения Дирака на сегодняшний день признаны стандартной моделью для различных частиц с полусцелым спином (в частности, электронов), однако они не описывают такие важные процессы, как, например, процесс спаривания электронов с образованием куперовских пар и обратный процесс, поскольку результирующей здесь является частица с величиной спина 1. По современным представлениям этот процесс является определяющим для возникновения или потери сверхпроводимости вещества. Анализ релятивистских квантовых уравнений, полученных в работе С.В. Грибина, показывает, что они описывают частицы с произвольным спином. Поэтому можно надеяться, что разработанный математический аппарат является адекватным для изучения данной проблемы.

Классическая теория движения сплошной среды и специальная теория относительности

1. Анализ тензоров энергии-импульса сплошной среды показывает, что имеет место существенное отличие их состава от состава таковых, как в классической, так и в релятивистской гидродинамике (см. основополагающие работы А. Эйнштейна и Л. Ландау). Математически этот факт объясняется наличием в формулах настоящей теории нового физического вектора, который связан с неоднородностью деформаций частиц среды, возникающей в ходе протекания физических процессов. Наличие этого вектора в окончательном результате навеивает мысли об отвергнутом в начале прошлого века

- понятии эфира, но является чисто математическим результатом теории, который в рамках принятой аксиоматики не может быть оспорен. Его величина, как показывает изучение релятивистского варианта теории, пропорциональна величине постоянной Планка и, следовательно, является чисто квантовым эффектом. В релятивистском варианте теории данный вектор присутствует уже в базовых формулах для импульса частицы, вызывая его искажение, подобное влиянию токов Холла на основной поток в магнитной гидродинамике. В отсутствие этого вектора формулы для компонент тензора энергии–импульса, полученные теоретически, совпадают с формулами, известными из литературы.
2. Проведенный анализ компонент тензора напряжений показывает, что развиваемая теория может иметь непосредственное приложение к проблеме возникновения и развития турбулентности в жидкости, другими словами, не исключено, что турбулентность есть проявление квантовых эффектов на макроскопическом уровне. Под квантовыми эффектами здесь понимаются эффекты, пропорциональные величине постоянной Планка.
 3. Еще одним важным аспектом для приложения разработанной теории является гидродинамика сверхтекучей жидкости, поскольку общепризнанным является факт физической близости этого явления к явлению сверхпроводимости.

Принципиально новым результатом является отсутствие среди определяющих размерных параметров величины массы, которая присутствует в известных квантовых теориях. Известно, что лауреат Нобелевской премии по физике профессор С. Вайнберг в своей Дираковской лекции в Кембридже утверждал, что именно наличие массы приводит к необходимости присутствия в выводах квантовых теорий расходящихся элементов. Кстати, в этой же лекции говорится о том, что на сегодня следует отказаться от теории уравнений Дирака, так как она включает в себя лишь частицы с полужелым спином. Однако в работе С.В. Грибина математически показано, что эта теория является лишь частным случаем более общей модели, допускающей возможность описания частиц с произвольным спином.

Далее в уравнениях, полученных С.В. Грибиным, делается переход к некоторым вещественным переменным, и полученную систему автор называет вещественными уравнениями теории относительности. В них присутствует как уравнение непрерывности для плотности среды, так и уравнение изменения импульса. Важным моментом является то, что при выводе последней системы понятие плотности среды разбивается на сумму двух независимых членов, а в уравнении для импульса присутствуют два независимых вектора \mathbf{K} и \mathbf{N} . Показано, что при векторе $\mathbf{N} = 0$ уравнение для импульса практически совпадает с уравнением А. Эйнштейна из Специальной Теории Относительности и \mathbf{K} является импульсом среды. При $\mathbf{K} = 0$ получается уравнение для вектора \mathbf{N} , которого нет в теории Эйнштейна. Однако он существует, что следует из решения известных задач для квантовых уравнений. Пока ещё рано с уверенностью говорить о природе физических явлений, характеризуемых этим вектором, — необходимо проведение экспериментальной программы для точной физической интерпретации этого феномена. Вместе с тем, ввиду того что природа этого вектора, очевидно, связана с «кручением», вполне возможно, что в результате дальнейшего математического анализа уравнений теории С.В. Грибина и проведения экспериментальных исследований удастся обнаружить связь с интуитивно введенными столетие назад торсионными полями.

Уже после издания своей монографии С.В. Грибин подготовил статью, опубликованную в сборнике «Наука и образование в XXI веке», в которой автор, основываясь на положениях своей теории, привел вывод традиционного уравнения Шредингера. Как известно, это уравнение, имеющее фундаментальное значение в квантовой физике, было не выведено, а постулировано Шредингером, по аналогии с классической оптикой, на основе обобщения экспериментальных данных. **Следовательно, существование теории, позволяющей вывести уравнение Шредингера, служит важнейшим доказательством верности такой теории и свидетельством перспективности её дальнейшего развития.**

Таким образом, работа С.В. Грибина может рассматриваться как теоретическая основа «новой» аксиоматической физики, объединяющей выводы квантовой теории и стандартной теории относительности, и над ней предстоит ещё большая работа. Несомненным достоинством построенной автором модели является тот факт, что все соотношения, полученные в ней, являются неоспоримыми, поскольку выведены чисто математическими преобразованиями из аксиоматических допущений, и в отдельных случаях (уравнения Максвелла, уравнения Дирака) совпадают с результатами, ранее известными из литературы, и расширяют их. Другими словами, автор, фактически впервые, не пользовался какими-либо гипотезами или интуитивными положениями типа принципа «минимального действия», а все результаты, полученные в его теории, по сути, есть следствие чисто математических операций над исходным, крайне ограниченным, набором соотношений физических переменных. Из этого можно предположить, что основные уравнения

О книге С.В. Грибина «Формальная физика: уравнения движения»
About the book “Formal physics: equations of motion” by S.V. Gribin

современной физики аксиоматичны, т.е. могут быть получены формально из элементарных аксиом, связанных с аксиоматикой механики сплошных сред, вследствие чего автор назвал свою монографию «Формальная физика: уравнения движения».

Автор работал над второй частью своей монографии, где предполагал рассмотреть иные формы векторных произведений комплексных 4-мерных векторов в случае новых преобразований пространства–времени. Предметом рассмотрения должны были стать вопросы по изменению характеристик метрического тензора Римана. Также предполагалось рассмотреть известные преобразования Галилея, которые приводят к классическим уравнениям движения сплошной среды в случае использования вещественных уравнений. Комплексные уравнения движения, как показывается в результате короткого анализа, позволяют вывести соотношение между градиентом скалярной части волновой функции и её векторной частью, что достаточно для получения различной формы уравнения Шредингера в различных полях. Автор видел и многие другие возможности развития своей теории.

К сожалению, Сергей Васильевич Грибин не успел реализовать эти планы и продолжить работу над своей теорией. Болезнь прервала его работу, но построенная им модель, на наш взгляд, имеет большие перспективы и ждёт тех, кто, работая на стыке физики и математики, мог бы развить идеи и подходы автора. Понятно, что в рамках небольшой статьи невозможно осветить все аспекты работы автора и ответить на все вопросы, которые могут возникнуть у читателя. Чтобы оценить весь масштаб работы автора, необходимо внимательно прочитать саму монографию. Тем, кто заинтересуется работой Грибина и захочет продолжить начатые им исследования, мы могли бы передать уже изданную монографию и ознакомить их с теми работами автора, которые были сделаны уже после публикации его монографии.

В.А. Румянцев, В.И. Замышляев