

УРОК 5. МЕХАНИКА МИКРОМИРА

Обоснование возможности описания частицы света как сложной механической системы вступает в противоречие с моделью описания микромира. Это описание базируется на алгоритмах и уравнениях, чуждых механической природе света. Для того, чтобы конструктивно двигаться к реалистичной модели микромира, было бы желательно «вернуть» механические представления в этот мир. В данном разделе показано, что электродинамика стимулирует и конкретизирует эту деятельность. Так, получено обобщенное нелинейное уравнение для показателя отношения, введенного в электродинамику. Оно следует из анализа уравнений для вязкой тонкой материи, названной праматерией. В случае, когда скорости праматерии, а также нелинейные эффекты очень малы, мы получаем стандартное уравнение Шрёдингера. Следовательно, уравнения для макрообъектов и явлений могут быть основой для теории микроявлений. По этой причине возможно построение микроскопической модели частиц света, в которой будут использоваться механические представления о движении и изменении структурных составляющих. Более того, ставится задача анализа турбулентных микродвижений, а также анализ изменений фазовых состояний тонкой материи.

С появлением моделей описания микромира пришла новая эра физики. В течение столетия микромир удивляет исследователей качественно новыми сторонами и свойствами. Поведение микрообъектов, как и их структурное описание, существенно отличаются от аналогичных характеристик для объектов макромира.

Естественна проблема анализа сходства и различия качественно разных моделей и их предсказаний. Для её решения были предложены различные алгоритмы. Однако ни физикам, ни математикам пока не удалось установить глубокую связь между макро и микродинамиками, которая позволила бы согласованно развивать оба указанные направления исследований. Кажется, что это вообще невозможно сделать, так как и физические основы, и математические модели для указанных объектов и разделов физики сущностно различны.

Используя обобщенные уравнения динамики вязкой жидкости и выражение для общей четырехметрики, характерной для электродинамики без ограничения скорости, получим аналог обобщенного уравнения Шрёдингера. Он ассоциирован с покоящейся тонкой материей, названной праматерией.

К обобщению модели микродинамики Шрёдингера

Для описания микрообъектов и микроявлений требуются новые модели. В них, следуя практике, реализуется сочетание классических и квантовых свойств физического мира. Микрообъекты могут не образовывать статистический ансамбль. В то же время их может быть достаточно много. Нужны качественно новые физические модели, пригодные для единого описания явлений в конечных физических системах. В моделях должны быть учтены разнообразные физические факторы: неизотермичность процессов, химические реакции и многое другое.

Издавна принято изучать устройство и поведение физического микромира по моделям квантовой теории. Они во многом адекватны проводимым экспериментам и пригодны для конструирования новых технических устройств. По указанным причинам нет необходимости сомневаться в их полезности и прагматичности. Однако никто не отрицает потребности построения новых моделей микромира. Они необходимы для практического создания новых материалов и новых технологий.

Исследования в таком направлении предполагают решение первой фундаментальной проблемы физики: как согласовать между собой макроскопическую (классическую) и микроскопическую (квантовую) теории? Речь идет не только о похожести моделей, описывающих физические явления. Важно проанализировать конструкции, которые стоят за ними: исследовать состав и свойства структурных элементов, из которых они образованы.

Требуется решить также вторую фундаментальную проблему физики: согласовать микротерию с теорией относительности. В частности, нужно корректно учесть скорости и ускорения в физических устройствах, а также физические факторы, управляющие ими, что не принято делать в квантовых теориях. Авторство этой проблемы определить сложно, о ней в разной мере говорили разные авторы. Ее решение сложно по ряду причин. Одной из них является факт, что релятивистская и нерелятивистская теории управляются неизоморфными симметриями. В микротерии применяют группу Лоренца, в макротерии используют группу Галилея. Обусловлено это, в рамках концепции показателя отношения в электродинамике, тем обстоятельством, что в макрофизике большинство измерений не меняют параметры явлений, тогда как в микрофизике измерение способно существенно повлиять на

явление. Различны также физические пространства, в которых описываются анализируемые явления.

Исходным пунктом построения единой динамики естественно принять проблему, сформулированную Эйнштейном: насколько фундаментальна обычная квантовая теория для всей физики, является ли она базовым или вспомогательным ее элементом?

По мнению Балентайна, Гейзенберг создал миф, что Эйнштейн не понял квантовой механики. На самом деле, Эйнштейн считал квантовую механику удовлетворительной теорией. Но она, с его точки зрения, не может быть исходным пунктом всей физики. Однако ни Эйнштейн, ни другие авторы не смогли найти решение поставленной проблемы. Долгое время было непонятно, как к ней подойти. Ведь модели разных разделов физики кажутся не только формально, но и сущностно разными. Существует мнение, что физика макро и микроявлений и конструкций, с ними связанных, различна и в ней мало общего.

Отметим также проблему Шрёдингера. Он считал, что атомы, описываемые уравнениями электродинамики Максвелла «снаружи», могут описываться аналогичными уравнениями «внутри». Проблема такова: как согласовать и понять роль и значение скалярной волновой функции квантовой теории с четырехпотенциалами электродинамики? Как учесть в конкретной модели стороны и свойства физических материалов, с которыми проводятся эксперименты?

Каждая модель всегда имеет внешние и внутренние стимулы для развития, свои ростковые точки. В квантовой теории их достаточно много.

Одним из вариантов ее развития, который может оказаться полезным для описания микросистем, является гидродинамическая модель микромира. Смысл развиваемого подхода состоит в том, чтобы найти место квантовой модели микромира в структуре уравнений гидродинамики. Если это будет реализовано, появляются варианты сопоставления и развития микро- и макромоделей физической реальности. Новый путь открывает новые возможности для решения проблемы Эйнштейна и проблемы Шрёдингера квантовой теории. В предлагаемом новом подходе, с одной стороны, мы получаем возможность использования моделирования, привычного в макромире, для анализа конструкций и явлений микромира. С другой стороны, анализ в состоянии обнаружить новые черты макромира, проявляющиеся через свойства микромира. Эти обстоятельства могут

оказаться полезными при построении единой модели и динамики макро и микромира.

Следуя опыту, мы вправе утверждать, что если физические явления аналогичны друг другу, то аналогичны и соответствующие физические конструкции, стоящие за ними. Модельная аналогия в описания макро и микроявлений может рассматриваться как первый шаг в направлении синтеза разных моделей. Модельная аналогия в описании макро и микроконструкций должна стать вторым шагом в направлении искомого синтеза. Нужна конструктивная реализация обоих указанных программ.

Новый подход к микромиру

Будем рассматривать физический мир как многоуровневую материальную систему. Назовем физической материей все то, что имеет структуру и активность. Определим уровень физической материи совокупностью его базовых материальных объектов и их взаимодействий. Так, физические макротела состоят из атомов, которые образуют свой уровень материи. Атомы состоят из электронов и нуклонов, которые образуют новый уровень материи. Примем новую точку зрения, что электроны и нуклоны состоят из новых структурных составляющих (из которых состоят и частицы света): из элонов и пролонов. Пусть элоны и пролоны состоят из атонов – предполагаемых новых структурных составляющих, свойства которых требуется детально изучить. Назовем праматерией элоны, пролоны, атоны, следуя подходу, все то, что из них образовано, а также то, что им предшествует. Физики давно признали факт и возможность сосуществования материи разных уровней. Разные базовые структурные составляющие используются в физическом эксперименте, анализируются численно и применяются на практике. Практика основана на информации о физических составляющих каждого уровня, их свойствах, а также о согласовании уровней друг с другом.

Сопоставим каждому уровню физического мира «свою физическую материю» в физическом и философском смыслах слова. Пусть для нее выполняются следующие условия:

- микроявления, аналогично макроявлениям, реализуются на основе свойств и движений структурных составляющих своего уровня материи, из них образованы также конструкции исследуемого уровня материи,

- свойства микроконструкций определяются свойствами взаимодействий, которым подчинены их физические составляющие,
- сами составляющие, их движения и взаимодействия могут быть верифицированы физическим экспериментом и расчетом,
- подходы, понятия и выводы, полученные при исследовании конструкций и явлений макромира, имеют свои приложения для конструкций и явлений микромира.

Будем рассматривать теорию физических микрообъектов и микроявлений как звено общей теории физических систем. Будем искать единые физические модели, пригодные для разных уровней физического мира. В основу анализа положим экспериментальную и теоретическую верификацию каждого уровня физического мира, практически подтверждая их материальные стороны и свойства.

Уточним идеологию.

Примем для любой физической системы и любой практики в качестве первого базового элемента физического моделирования факт наличия и сосуществования ассоциированной с практикой человека системы объективно существующих, имеющих структуру физических конструкций, занимающих свой уровень и свое место в реальной действительности – наличие сосуществующих реальных физических объектов. Зададим их свойства величинами. Первым уровнем реальной практики будем считать теоретическое и экспериментальное отображение через систему величин по возможности полной совокупности сторон и свойств микроконструкций.

Примем в качестве второго базового элемента физического моделирования факты взаимодействия реальных конструкций, проявляющие совокупность их свойств и реализующиеся через прикосновения, отношения, реакции и совокупность взаимных движений. Зададим их свойства через систему дифференциальных и кодифференциальных (или интегральных ...) операторов. Вторым уровнем реальной практики будем считать построение системы операторов, эффективных для явлений, ассоциированных с данными конструкциями, создание и совершенствование на этой основе полезных технических устройств.

Примем в качестве третьего базового элемента физического моделирования конструирование физической модели из пары указанных

базовых элементов: величин и операторов. Создание работающих моделей будем считать третьим элементом физического моделирования.

Реализуем указанную идеологию при структурном моделировании атомов и молекул, используя концепцию праматерии. Будем исходить из факта, что физические атомы и молекулы являются структурными элементами для образования физических макроскопических тел, они образуют свой уровень материи. Будем считать, что они, в свою очередь, образованы из новых физических, структурных составляющих, которые принадлежат другому уровню материи. Назовем его праматерией.

Задача физической теории сводится к тому, чтобы выразить стороны и свойства атомов и молекул ($(l-1)$ -уровня материи) через структурные составляющие и свойства системы $(l - k)$ - уровней праматерии при $k=2,3,4,\dots$. Модель должна быть такой, чтобы на ее основе можно было выразить как свойства атомов и молекул, так и свойства их составляющих. С одной стороны, атомы и молекулы следует рассматривать как тела, изготовленные из праматерии. С другой стороны, атомы и молекулы находятся в праматерии. По этим причинам требуется система из трех моделей: для самостоятельного описания материи, праматерии, а также для их взаимных влияний.

Найдем теоретическое обоснование для описания структуры и свойств атомов и молекул на основе структуры и поведения праматерии. Выберем в качестве исходной точки анализа макроскопическую модель вязкой жидкости. Применим ее с уточнениями и дополнениями к праматерии.

Будем считать известными плотность праматерии ρ и ее кинематическую вязкость η . Пусть величина σ дополнительно характеризует динамические свойства праматерии. Запишем модель поведения праматерии в форме, которая даёт, как легко показать, обобщенные уравнения гидродинамики вязкой жидкости

$$\partial_i \left(N^{ij} - \frac{\eta}{\sigma} \Phi^{ij} \right) = \partial_i \Psi^{ij}(1) = F^j$$

Тензор скоростей N^{ij} , тензор напряжений Φ^{ij} и четырехвектор сил F^j выберем из дополнительных предположений, устанавливая вид конкретной модели. Он может меняться, если этого потребуют эмпирические данные. На начальной стадии нового, структурного анализа микромира в соответствии с идеей физической праматерии, желательно найти подход, который приводит

нас к известным результатам. В качестве модели микромира возьмем уравнение Шрёдингера квантовой теории:

$$i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 \psi + V\psi$$

В физическом пространстве выберем величины, характеризующие поведение праматерии:

$$N^{ij} = \rho v^i \otimes v^j = \rho \begin{pmatrix} v^1 v^1 & v^1 v^2 & v^1 v^3 & v^1 v^0 \\ v^2 v^1 & v^2 v^2 & v^2 v^3 & v^2 v^0 \\ v^3 v^1 & v^3 v^2 & v^3 v^3 & v^3 v^0 \\ v^0 v^1 & v^0 v^2 & v^0 v^3 & v^0 v^0 \end{pmatrix},$$

$$\Phi^{ij} = \dot{g}^{ik} \varphi_k^j = \begin{pmatrix} \partial_1 f^1 & \partial_2 f^1 & \partial_3 f^1 & \partial_0 f^1 \\ \partial_1 f^2 & \partial_2 f^2 & \partial_3 f^2 & \partial_0 f^2 \\ \partial_1 f^3 & \partial_2 f^3 & \partial_3 f^3 & \partial_0 f^3 \\ \partial_1 f^0 & \partial_2 f^0 & \partial_3 f^0 & \partial_0 f^0 \end{pmatrix}$$

Здесь v^i – компоненты четырехскорости праматерии, δ_{ik}^j – тензор Кронекера, $f^j = \delta_{ik}^j v^i v^k$. Определим четырехсилу, действующую на элемент объема праматерии, выражением

$$F^j = -\Phi \frac{\rho}{\sigma} f^i = -\Phi \frac{\rho}{\sigma} \delta_{ik}^j v^i v^k.$$

Заметим, что величины, характеризующие поведение праматерии, удобно задать на основе недавно введенной комбинаторной операции:

$$N^{ij} = \rho I^k \times u^i u^j, \Phi^{ij} = k I^k \times \partial^i u^j$$

Будем считать, что величина Φ , с одной стороны, характеризует потенциал внешних сил, с другой стороны, учитывает влияние материальных конструкций, находящихся в праматерии. На данной стадии её невозможно задать в общем виде. Реальные задачи конкретны и обязаны соответствовать экспериментальной ситуации. Заметим, что модель микродинамики будет косвенно учитывать свойства конструкций, находящихся в праматерии. Для этого нужно задать форму и поведение этих конструкций через систему начальных и граничных условий. Однако для самих конструкций требуются дополнительные условия и модели.

Другими словами, по самой постановке задачи, гидродинамика праматерии способна дать лишь косвенную информацию о поведении материальных конструкций, находящихся в ней.

Зададим четырехскорости праматерии, опираясь на результаты, полученные в электродинамике движущихся сред. Выберем в физическом пространстве-времени $T^1 \times R^3$ координаты

$$x^1 = x, x^2 = y, x^3 = z, x^0 = ic_g t$$

Воспользуемся тензорами, характеризующими структуру пространства скоростей вида

$$\gamma^{ij} = \text{diag}(1,1,1,1), \theta^{ij} = \text{diag}(1,1,1,\chi)$$

Пусть скалярная величина

$$\chi = \frac{\det \theta^{ij}}{\det \gamma^{ij}}$$

принадлежит полю комплексных чисел. Примем точку зрения, что именно через структуру числовых множеств (алгебраических систем) в физических моделях учитываются как «внешние», так и «внутренние» стороны и свойства микроконструкций и микроявлений. Для четырехмерного интервала и четырехскорости получим

$$d\theta = \frac{ic_g dt}{\sqrt{\chi}} \left(1 - \chi \frac{u^2}{c_g^2}\right)^{1/2}, v^k = \frac{\sqrt{\chi}}{ic_g} \frac{dx^k}{dt} \left(1 - \chi \frac{u^2}{c_g^2}\right)^{-1/2}$$

Теперь у нас есть все элементы для начального анализа.

Микродинамика покоящейся праматерии

Покою праматерии соответствует вариант, когда $u^1 = u^2 = u^3 = 0$. В этом случае $v^0 = \sqrt{\chi}$. Для тензора скоростей, тензора вязких напряжений и силы получим выражения

$$N^{ij} = \rho \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & v^0 v^0 \end{pmatrix},$$

$$\Phi^{ij} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ \partial_1(v^0 v^0) & \partial_2(v^0 v^0) & \partial_3(v^0 v^0) & \partial_0(v^0 v^0) \end{pmatrix}$$

$$F^j = -\frac{\rho}{\sigma} \Phi \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ \chi \end{pmatrix}$$

Так как $v^0 v^0 = \chi$, то

$$\partial_i N^{ij} = -i \frac{\rho}{c_g} \frac{\partial \chi}{\partial t} - i \chi \frac{1}{c_g} \frac{\partial \rho}{\partial t},$$

$$\partial_i \Phi^{ij} = \frac{\eta}{\sigma} \left(\nabla^2 \chi - \frac{1}{c_g^2} \frac{\partial^2 \chi}{\partial t^2} \right) + \text{grad} \frac{\eta}{\sigma} \cdot \text{grad} \chi - \frac{1}{c_g^2} \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\eta}{\sigma} \right) \cdot \frac{\partial \chi}{\partial t}$$

$$F^j = -\Phi \frac{\rho}{\sigma} \chi.$$

Введем обозначения

$$\hbar_1(l) = \frac{\sigma}{c_g}, \eta = 0,5 \hbar_2^2(l).$$

По смыслу физического подхода величины $\hbar_j(l), j = 1, 2$ характеризуют эмпирические свойства l -уровня материи. Они должны выбираться в соответствии с экспериментом и могут быть подчинены дополнительным динамическим уравнениям и ограничениям.

Четвертая компонента скорости покоящейся праматерии описывается уравнением

$$i \hbar_1(l) \frac{\partial \chi}{\partial t} = -\frac{\hbar_2^2(l)}{2\rho} \nabla^2 \chi + \Phi(l) \chi + \Pi_1,$$

$$\Pi_1 = \frac{1}{c_g^2} \frac{\eta}{\sigma} \frac{\partial^2 \chi}{\partial t^2} - \frac{\sigma}{\rho} \text{grad} \frac{\eta}{\sigma} \cdot \text{grad} \chi + \frac{\sigma}{\rho} \frac{1}{c_g^2} \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\eta}{\sigma} \right) \frac{\partial \chi}{\partial t} - i \frac{\partial \ln \rho}{\partial t} \frac{\sigma}{c_g} \chi.$$

Уравнение Шрёдингера для микрообъекта, имеющего массу m имеет аналогичный вид. Для этого нужно выполнить несколько замен:

- четвертую компоненту скорости χ на волновую функцию ψ ,
- величину $\hbar_1(l)$ на постоянную Планка \hbar ,
- переменную плотность праматерии ρ на постоянную массу частицы m ,
- потенциал Φ на потенциал V .

Кроме этого, нужно принять условия:

- равенство пары различных и в общем случае переменных эмпирических величин постоянной Планка в форме $\hbar_1(l) = \hbar_2(l) = \hbar(l)$,
- $\Pi_1 = 0$, что ограничивает диапазон динамического изменения величин модели.

Тогда получим уравнение Шрёдингера стандартного вида. Мы обнаружили математическую аналогию в описании динамики покоящейся праматерии, заданной стандартной моделью жидкости, имеющей внутренние напряжения и находящейся в поле сил, с динамикой материального микрообъекта, описываемого волновой функцией.

Мы вправе ожидать физической аналогии в поведении праматериальной жидкости и «движении» волновой функции. Материальный объект, расположенный в праматерии, изготовлен из материи или из праматерии и будет влиять на нее. По такому алгоритму в рамках нового подхода задается потенциал для атома материи в модели Шрёдингера. Но в ней отсутствует предположение, что атом находится в жидкости из праматерии. По этой причине было невозможно описывать атом как «живое», активное изделие, имеющее внутреннее устройство и сложный обмен со своим окружением. Аналогично, трудно было сказать что-либо о физических процессах, которые происходят внутри атома.

Другая физическая ситуация складывается, если рассматривать материальные объекты, например, атомы и молекулы, как конструкции из праматерии, добавляя условие, что они находятся в праматерии и имеют с ней сложный обмен. В модели движения праматерии материальные объекты следует рассматривать как внешние факторы, влияющие на праматерию. Мы обязаны учитывать это, используя разные средства. Одним из них будет изменение сообразно изучаемым конструкциям потенциала внешних сил вида

$$F^j(l, obj \neq 0) \neq F^j(l, obj = 0).$$

Такой вариант приведет к изменению правой части уравнений микродинамики. Понятно, что стандартный вариант описания материальных

объектов, например атомов вещества, находящихся в праматерии, на основе уравнения Шрёдингера, способен отобразить лишь очень простые ситуации и очень простые случаи. В реальной практике ситуации могут быть очень сложными, что требует использования обобщённой модели микродинамики.