

**О РАБОТЕ В. А. КОТЕЛЬНИКОВА
«НЕРЕЛЯТИВИСТСКАЯ МОДЕЛЬНАЯ
КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА»**

А. А. Гриб¹⁾

Работа представляет собой изложение нерелятивистской квантовой механики на языке классических представлений о существовании траектории частицы, поля, действующего на нее, и классической вероятности. Тем самым предлагаемая теория является одним из примеров того, что сегодня называется «теорией скрытых параметров». Это направление, идущее от работ Эйнштейна, считавшего, что квантовая механика «неполна» и требует расширения ее математического аппарата, развивалось в двадцатом веке Д. Бомом, Л. Де Бройлем и рядом других авторов. Сторонники теории скрытых параметров существуют и сегодня. В своих работах они усовершенствуют эту теорию, пытаясь сделать ее конкурентно способной со стандартной квантовой механикой, излагаемой в большинстве учебников. Забегая вперед, отметим, что трудности в этой теории возникают при попытке объединения ее с теорией относительности, что и является причиной ее недостаточной популярности. В. А. Котельников рассмотрел только нерелятивистскую теорию и потому с этими трудностями не столкнулся.

Скрытым параметром предполагается траектория микрочастицы, отличие поведения микрочастицы от поведения, описываемого классической физикой, объясняется особым квантовым потенциалом, определяемым через волновую функцию, удовлетворяющую уравнению Шредингера. Тем самым движение частиц по траекториям описывается классической теорией, но волновая функция управляет этим движением через квантовый потенциал. Роль волновой функции можно сравнить с ролью программы в компьютере, управляющей поведением физических частиц. Траектория частицы случайна, но эта случайность описывается классической теорией вероятности. Это означает, что, как и в статистической физике, траектория «существует» в природе как вполне определенная и лишь наше незнание делает ее «скрытой».

¹⁾ Гриб А. А. — доктор физ.-мат. наук, профессор кафедры теоретической физики и астрономии РГПУ им. А. И. Герцена (С.-Петербург).

Заметим, что в стандартной квантовой механике траектория не существует в силу соотношений Гейзенберга, а не из-за нашего незнания, случайность же носит объективный характер и описывается не классической теорией вероятности, основанной на колмогоровской теории меры, а волновой функцией как амплитудой вероятности, определяемой на недистрибутивной решетке и являющейся вектором в гильбертовом пространстве.

В. А. Котельников, независимо от указанных нами авторов, в своей работе воспроизводит всю логику теории скрытых параметров, вводя свою терминологию и свои обозначения.

Современный обзор теории скрытых параметров можно найти в книгах [1, 2].

В отличие от Л. Де Бройля В. А. Котельников называет объединение частицы и поля волновой функции не «волной-пилотом», а «квантоном». Судя по отсутствию ссылок, В. А. Котельников не был знаком с работами указанного направления. Любопытно, однако, что он получает все основные результаты нерелятивистской квантовой механики на своем языке, аналогично тому, как это сделал в свое время Д. Бом.

К этим результатам относятся расплывание волнового пакета, анализ двухщелевого эксперимента и квантовая интерференция, построение теории стационарных состояний и теория атома водорода и осциллятора, теория нестационарных состояний и квантовых переходов.

В работе приведено много примеров и частных задач, отсутствующих в других книгах по теории скрытых параметров. Довольно остроумным (хотя и совпадающим с Д. Бомом) рассуждением является объяснение туннельного эффекта за счет добавочного квантового потенциала «квазиполя» волновой функции, понижающего высоту барьера, что лишает туннельный эффект присущей ему таинственности и делает его понятным на языке классической физики.

Оценивая излагаемую теорию в целом, еще раз скажем, что нерелятивистская квантовая механика может быть изложена на языке скрытых параметров. К сожалению, однако, сегодня не существует ни одного эксперимента, подтверждающего существование траекторий микрочастиц, хотя попытки таких экспериментов делались по предложению Д. Бома и Л. Де Бройля, что, впрочем, не запрещает их существование на недоступном сегодня уровне планковских длин, где необходимо до сих пор неосуществленное квантование гравитации. Трудности теории скрытых параметров возникают в релятивистской теории, где на языке этой теории вообще не удастся описать бозоны (частицы с целым спином). Стандартная же квантовая механика и возникшая на ее основе квантовая теория поля прекрасно с этой задачей справляется.

Другой трудностью является наличие сверхсветового воздействия за счет нелокальности квантового потенциала системы многих частиц, приводящего к нарушению неравенств Белла. В отличие от нелокальности в стандартной квантовой механике, также приводя-

щей к нарушению неравенств Белла, не противоречащей Лоренц-инвариантности, в теории скрытых параметров возникает нарушение Лоренц-инвариантности.

Работа В. А. Котельникова, независимо от отношения читателя к теории скрытых параметров, доставит ему удовольствие своей удивительно ясной и точной математикой.

Читатель практически ничего, за исключением предложенных ему задач, не должен делать сам, настолько подробно и понятно изложение материала.

Эта работа представляет несомненный методический интерес и будит интерес к принципиальным проблемам квантовой физики.

Литература

1. *A. A. Grib, W. A. Rodrigues, Jr.*, Nonlocality in quantum physics, Kluwer Academic — Plenum Publisher, New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow (1999).
2. *D. Bohm and B. J. Hilley*, The Undivided Universe, New York: Routledge, 1993.