

Л. Д. Сон

Екатеринбург

**РАЗВИТИЕ СОДЕРЖАНИЯ ОСНОВ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ
В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ****КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** квантовая теория поля; студенты педагогических специальностей.

АННОТАЦИЯ. Предлагается внести изменения в содержание дисциплины «Основы теоретической физики», обусловленные развитием квантовой теории поля за последние 30 лет. Изменения касаются в основном раздела «Электронная теория вещества и физика ядра», преподаваемого на последнем курсе студентам педагогических специальностей. Мы предлагаем заменить его на «Основы квантовой теории поля», что отвечает целям и задачам дисциплины.

L. D. Son

Ekaterinburg

**DEVELOPMENT OF THE BASES OF THEORETICAL PHYSICS
IN PEDAGOGICAL UNIVERSITY****KEY WORDS:** quantum field theory; students of pedagogical qualification.

ABSTRACT. In the article we offer some new content of the course «Bases of Theoretical Physics». The changes in the content arise from the quantum field theory development during the last 30 years and concern the course «Electronic Theory of Substances and Nuclear Physics», taught at the last course. We suggest changing it with the «Fundamentals of Quantum Field Theory» according to goals and purposes of the discipline.

1. ВВЕДЕНИЕ

Теоретическая физика преподается студентам многих специальностей в классических и педагогических университетах. Для последних эта дисциплина обладает определенной спецификой. Если в классических и технических университетах основной целью является умение ставить и решать задачи с привлечением концепций и методов теоретической физики, то в педагогических вузах основная цель — формирование научного мировоззрения. Например, во вводной главе известных специализированных учебных пособий [1; 3–5] в качестве основной задачи называется именно формирование научной картины мира. Но научная картина мира в ходе развития науки несколько раз менялась кардинальным образом [2], а в XX в. эти изменения приобрели характер «перманентной революции». Характерно, что упомянутый курс теоретической физики [1; 3–5] как раз и ограничивается научной картиной мира начала XX в., которая сформировалась вместе с развитием квантовой механики. Это отражает распространенная практика преподавания, которая включает в себя традиционные, ставшие классическими, разделы (классическая механика, электродинамика и основы СТО, квантовая механика, статистическая физика и термодинамика), а также раздел, посвященный современному развитию науки. Содержание этого раздела, преподаваемого в последнем

семестре, в различных вузах варьируется. Например, в Уральском государственном педагогическом университете (г. Екатеринбург) этот раздел на протяжении ряда лет назывался «Электронная теория вещества и физика ядра», поскольку именно в этих областях науки наблюдался наиболее бурный прогресс. В этом была некоторая подмена — вместо теоретической концепции, которая необходима при формировании научной картины мира, преподавалась идеология и методология успешных, но, вообще говоря, прикладных исследований. Это было продиктовано тем, что необходимая концепция не была в достаточной мере сформирована, но за последние десятилетия ситуация изменилась.

2. Предпосылки для обновления содержания

Отметим несколько обстоятельств, которые показывают необходимость разработки нового содержания указанного курса.

Во-первых, следует напомнить, что основной задачей преподавания любой научной дисциплины является усвоение студентами соответствующей парадигмы, т. е. совокупности фундаментальных научных установок, представлений и терминов, принимаемой и разделяемой научным сообществом и объединяющей большинство его членов. Именно это обеспечивает преемственность развития науки, конструктивно ограничивает постановку исследовательских задач и дает возможность для форми-

рования научного мировоззрения. И если при обучении исследователя-профессионала можно обсуждать отклонения от этой задачи, то в педагогическом вузе они неуместны.

Во-вторых, нужно признать, что до последнего времени парадигмы в квантовой теории поля не было. Если в классической механике, теории поля и специальной теории относительности, нерелятивистской квантовой механике, статистической физике несомненно и давно присутствуют «совокупности научных установок, представлений и терминов», формирующие парадигму, что нашло отражение в классических курсах теоретической физики, то релятивистская квантовая теория сформировалась относительно недавно, поэтому учебники для педагогических вузов по ней еще не написаны. Вместе с тем научный мир давно ожидал ее появления. Можно сказать, что ее создание и определяет лицо физики XX столетия. Даже то, что преподавалось «взамен» — электронная теория вещества — в математическом смысле наиболее близко именно к квантовой теории поля, поскольку имеет дело с квантовыми системами с большим числом степеней свободы. Понятны причины этого ожидания: специальная теория относительности и (нерелятивистская) квантовая механика давно являются дисциплинами не то что основополагающими для научного мировоззрения, но уже давно и глубоко инженерными — с их помощью делается вся современная техника. А теория, их объединяющая, появилась только в начале XXI в. Поскольку случилось это недавно, сам факт появления новой парадигмы требует некоторого обоснования. Для специалиста-исследователя он скорее всего очевиден, однако для стороннего наблюдателя необходимо обоснование. Мы приведем один сильный аргумент — это строительство большого адронного коллайдера. Оно потребовало беспрецедентно огромных средств и усилий, концентрация

которых возможна только в том случае, если ученые имеют общепризнанную теоретическую концепцию и договорились о том, что они хотят получить.

В-третьих, для развития практики преподавания, написания курсов лекций, методических пособий и т. д., необходима заинтересованная аудитория, которая может быть воспитана именно в стенах педагогического вуза (для подготовки профессионального ученого достаточно специальной (не учебной) литературы, а для инженера задача усвоения релятивистской квантовой теории еще долго не будет актуальной).

3. ПРЕДЛАГАЕМОЕ СОДЕРЖАНИЕ (ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН)

Ниже мы предлагаем тематический план курса «Релятивистская квантовая теория», основанный на опыте преподавания в Уральском государственном педагогическом университете (г. Екатеринбург). Отметим, что очень хорошие профессиональные учебники по квантовой теории поля существуют уже около двух десятилетий [См., напр., 6; 7]. Основная цель их написания — подготовка профессионалов-исследователей в данной области физики, поэтому они весьма объемны и трудны для прочтения. Нам же нужен краткий обзорный курс, поэтому мы совсем не используем квантование при помощи функциональных интегралов. Этот подход необходим для конкретных вычислений. Однако для того чтобы понять основы теории, достаточно метода вторичного квантования в самом простом изложении. Мы вообще постарались не затрагивать теоретических проблем, полагая, что это сфера интересов физика-профессионала, и сосредоточились на конструктивном понимании основных положений теории. Предлагаемый тематический план представляет собой основу для создания курса лекций или учебного пособия, необходимость которого, как мы надеемся, в настоящей статье убедительно обоснована.

Тема	Примечание	Часы
1. Классификация субатомных частиц — исторический обзор	Данный материал представляется в виде одной научно-популярной лекции, но требует динамичного, наглядного изложения. Мы столкнулись с проблемой нехватки исторических сведений. Оказалось, что история физики XX столетия нигде систематически не изложена!	2
2. Классическая релятивистская теория поля. Лагранжиан и принципы его построения. Уравнения поля. Теорема Нётер и сохранение энергии, импульса, орбитального и спинового момента, заряда	Данный материал излагается в курсе электродинамики и СТО в 6 семестре на примере электромагнитного поля. Здесь нужно лишь обобщить его на поле произвольной структуры. Новым материалом является теорема Нётер	4
3. Метод вторичного квантования. Идея метода и квантование свободных полей — электромагнитного и скалярного	Метод вторичного квантования в применении к гармоническому осциллятору изучается нами в качестве отдельной задачи в 8 семестре, так что основной упор делается на разложение свободного поля на осцилляторы	6

Тема	Примечание	Часы
4. Спиноры. Квантование спинорного поля	Эта тема требует наиболее глубокой проработки, поскольку ни с чем подобным студенты педвуза до сих пор не сталкивались	8
5. Калибровочные поля и взаимодействия. Спонтанное нарушение симметрии и механизм Хиггса появления массы у калибровочного поля	Этот материал воспринимается и усваивается студентами довольно неплохо, лучше, чем ожидалось	4
6. Стандартная модель	Здесь лишь перечисляются известные члены в лагранжиане стандартной модели и на самом общем уровне обсуждаются проблемы дальнейшего построения теории	2

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная работа представляет довольно новую и непривычную практику преподавания релятивистской квантовой теории в педагогическом вузе. Тем не менее, мы полагаем развитие в этом направлении неизбежным.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. ВАСИЛЕВСКИЙ С. А., МУЛТАНОВСКИЙ В. В. Курс теоретической физики. Статистическая физика и термодинамика : учеб. пособие для физ.-мат. фак. пед. ин-тов. М. : Просвещение, 1985.
2. КУН Т. Структура научных революций. М. : Просвещение, 1996.
3. МУЛТАНОВСКИЙ В. В. Курс теоретической физики. Классическая механика. Основы специальной теории относительности. Релятивистская механика : учеб пособие для пед. ин-тов. М. : Просвещение, 1988.
4. МУЛТАНОВСКИЙ В. В., ВАСИЛЕВСКИЙ С. А. Курс теоретической физики. Классическая электродинамика : учеб. пособие для ст. физ.-мат. фак. пед. ин-тов. М. : Просвещение, 1990.
5. МУЛТАНОВСКИЙ В. В., ВАСИЛЕВСКИЙ С. А. Курс теоретической физики. Квантовая механика: учеб. пособие для вузов. М. : Просвещение, 1991.
6. САДОВСКИЙ М. В. Лекции по квантовой теории поля / Институт электрофизики УрО РАН. Екатеринбург, 2000.
7. WEINBERG S. The Quantum Theory of Fields. Cambridge University Press, 1995.

Статью рекомендует д-р пед. наук, проф. А. П. Усольцев