

СОЧИНЕНИЕ НА ЗАДАННУЮ ТЕМУ

А. М. Балдин

Мои коллеги и друзья, с которыми я работаю в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ, задали мне "сочинение на тему": как возник у меня интерес к науке, чем объясняется моя приверженность к определенной области физики и почему я столь долгое время работал в двух учреждениях – в Физическом институте им. П.Н.Лебедева Академии наук СССР и Объединенном институте ядерных исследований в Дубне.

Просмотрев свои научные работы, публичные выступления, интервью и популярные статьи, я обнаружил, что мои ценностные ориентации в науке мало менялись на протяжении почти полувека. В сборнике приводится моя статья в журнале "Вопросы философии" N10 за 1974 год, посвященная дискуссии о ценностных аспектах естествознания. На эту тему есть и другие мои выступления в печати, например, в многолетней дискуссии-анкете в "Литературной газете". Став директором ЛВЭ, я много размышлял о стратегии современного научного центра, о "целевой функции" крупных научных коллективов. Так же, как и в моих научных работах, в упомянутых статьях подчеркивается, что цель и система ценностей фундаментальных исследований определены классиками естествознания: создание теоретической основы, минимальной системы понятий и утверждений, из которых логическим путем можно получить понятия и утверждения экспериментальных наук (картину мира). Отсюда следует иерархия значимости полученных результатов – какого уровня знания касается результат: общих принципов (симметрии, инвариантности), законов природы (соотношения между измеримыми, инвариантными и безразмерными величинами) или накопления фактов в той области физических величин, где законы еще не сформулированы или имеются противоречия в экспериментальных данных. Естественно, что такая целеустремленность у меня появилась далеко не сразу.

Активный интерес к физике у меня возник поздно – в возрасте 20 лет, когда я перешел с 3-го курса строительного факультета Московского института инженеров железнодорожного транспорта (МИИТ) в МИФИ (тогда Московский механический институт). Это был 1946 год – год отбора лучших студентов технических вузов для подготовки кадров атомной науки и техники. Конкурентная среда бойких и самоуверенных молодых людей весьма способствовала интенсивным занятиям наукой. Кроме того, среди профессоров МИФИ было много крупных и активно работавших физиков, людей, глубоко понимавших методологию и эстетику науки. Позже я узнал, что такие гении теоретической физики, как Пуанкаре и Дирак, ставили эстетическое отношение к уравнениям и результатам на уровень методологии науки.

Еще в 7 классе 114 средней школы Москвы замечательный педагог – учитель математики Анна Сергеевна Алмазова сумела дать нам мальчишкам-шалопаям почувствовать

красоту евклидовой геометрии. Именно почувствовать (понять, естественно, мы не могли), что в основе строения мира лежит гармония и строгий порядок. Она разбудила в нас честолюбие, провоцируя находить наиболее красивые и лаконичные решения, и стремление к знанию. Это, по-моему, важнее самого знания. Школьные курсы физики и химии, к сожалению, интереса не вызывали. Эти курсы (да и университетские тоже) носят фрагментарный характер, излагаются как сумма отдельных фактов и законов без разъяснения их иерархии, значимости, без методологии. Например, в университетских курсах механики скобки Пуассона вводятся в конце как венец творения. Обычно не объясняется мощь этого метода, позволяющего сформулировать (как это сделал Дирак) теорию относительности и квантовую механику. Аналогично электромагнетизм излагается в виде отдельных законов и явлений без демонстрации того, что они лишь следствия уравнений Максвелла – одного из величайших обобщений законов природы. И.Е.Тамм любил развивать тезис "студент это не сосуд, который надо наполнить, а факел, который надо зажечь". Семинар И.Е.Тамма в ФИАН был замечательной школой для моего поколения физиков. Вернее, было два еженедельных семинара Тамма – один – официальный по вторникам, второй – по пятницам, носивший полуофициальное название "треп". Широта проблематики и демократичность обсуждений в сочетании с замечательной способностью Игоря Евгеньевича схватывать суть любой проблемы были очень существенны для ориентировки в науке не только начинающих физиков.

На последних курсах института и по окончании судьба подарила мне общение с крупнейшими физиками, у которых я и получил представления о методологии физики, о главных ценностях. Мне крупно повезло – я был направлен после окончания МИФИ в ФИАН. В этом великом научном учреждении можно было встретить (и не только встретить, но и побеседовать) таких замечательных физиков, как В.А.Фок, М.А.Марков, Н.Н.Боголюбов, М.А.Леонтович, И.М.Франк, П.А.Черенков, Л.Д.Ландау, Д.И.Блохинцев, И.Я.Померанчук, Е.Л.Фейнберг, С.Н.Вернов, Ю.М.Широков и многих других.

В физике высоких энергий лидирующее положение занимала школа Д.В.Скобельцына, который в двадцатые годы заложил экспериментальные основы квантовой электродинамики, открыл природу космических лучей, впервые зарегистрировав частицы с энергией, много большей энергии частиц радиоактивных источников, обнаружил множественное рождение частиц. Именно Д.В.Скобельцын ориентировал отечественных физиков на исследование взаимодействий частиц при предельно достижимых высоких энергиях. Его четкая подпись "Утверждаю. Д.Скобельцын. 5 января 1951 года" стоит на проекте синхрофазотрона. Будучи ярким представителем дореволюционной русской интеллигенции, человек высокой культуры Дмитрий Владимирович Скобельцын сыграл огромную роль в формировании традиций, в выработке направлений научных исследований.

Истинным создателем ФИАН в его современном виде, собравшим выдающихся представителей отечественной физики и сформировавшим проблематику института был Сергей Иванович Вавилов. И хотя в то трудное послевоенное время он занимал высокий пост президента Академии наук СССР, его твердая директорская рука и неизменная поддержка ощущались во всех начинаниях, и в особенности, в создании ускорительных центров ФИАН.

Ученик Д.В.Скобельцына Владимир Иосифович Векслер был несомненным лидером мировой науки в этой области. Свое эпохальное открытие принципа автофазировки В.И.Векслер сделал в 1944 году, еще будучи сотрудником лаборатории Д.В.Скобельцына. Уже в 1947 году под руководством В.И.Векслера в ФИАН был запущен первый ускоритель – электронный синхротрон на энергию 30 МэВ, а в 1949 году удалось запустить электронный синхротрон на энергию 250 МэВ, на котором было открыто фоторождение мезонов и положено начало физике электромагнитных взаимодействий адронов.

В планах Векслера, поддержанных Вавиловым, Марковым и другими фиановскими физиками, было создание электронных ускорителей на все большие энергии. Однако эта идея встретила резкое сопротивление других физиков, которые говорили, что нужно изучать ядерную физику, а электромагнетизм изучен и неинтересен. Победила вторая точка зрения, и было принято решение о сооружении протонного ускорителя.

Проектирование синхрофазотрона потребовало значительного объема экспериментальных работ и создания модельного ускорителя, который впоследствии был реконструирован в электронный синхротрон и до настоящего времени работает в ФИАН. До 1954 года эти работы были сильно засекречены, что привело к потерям приоритетов отечественных физиков и инженеров. Синхрофазотрон носил шифрованное название "Объект КМ" (Кольцевой магнит), а его модель называлась МКМ. При всем большом ущербе, который нанесла система секретности, имелся и положительный (с точки зрения темы настоящих заметок) момент: большинство трудившихся в засекреченных областях науки цель своих исследований видело в результате, а не в самоутверждении в международном сообществе, закреплении за собой интеллектуальной собственности.

"Приватизация" этих результатов шла при рассекречивании и происходит до сих пор при написании книг, исторических и популяризаторских статей. На основе этих опоздавших публикаций очень сложно доказывать приоритеты и общенаучную значимость проведенных ранее исследований. Исключение составляют разработки конкретных проектов, по которым сохранилась официальная документация. Сохранился проект и физическое обоснование дубненского синхрофазотрона ("Объект КМ"). Мой первый научный руководитель Матвей Самсонович Рабинович опубликовал монографию "Основы теории синхрофазотрона". Благодаря высокой порядочности М.С.Рабиновича мои результаты нашли в этой монографии и в других его публикациях справедливые цитирования и оценки. Это был хороший урок научной этики, умение объективно оценить значимость результатов коллег, особенно молодежи. Первые контакты с М.С.Рабиновичем относятся к 1947 году, когда он предложил двум студентам МИФИ В.В.Михайлову и мне рассмотреть возможность создания кольцевых ускорителей с разрезными магнитами. Он сказал нам, что в отдаленном будущем такие ускорители могут играть основную роль в физике высоких энергий. Мы энергично взялись за вычисления, честно говоря, не всегда понимая, какова цель этих сложных расчетов. Мы начали пропускать лекции и все свободное время просиживали в старом ФИАН на 3-й Миусской, где в маленьком двухэтажном корпусе размещалась лаборатория Векслера. Однажды поздно вечером в комнату, где мы работали вместе с В.В.Михайловым, зашел В.И.Векслер. Он долго беседовал с нами, а в конце сказал нашему руководителю: "Все, что насчитали эти студенты, надо тщательно проверить и оформить в виде отчетов. Это очень скоро понадобится". Он добился нашего зачисления в ФИАН параллельно с учебой, а позднее выступил на защите наших дипломных работ рецензентом, специально приехав для этого в МИФИ. Мы, естественно, такой чести не ожидали. А объяснялось все довольно просто. Было принято правительственное решение о создании крупнейшего в мире ускорителя протонов. Руководство было поручено В.И.Векслеру, и необходимо было представить физическое обоснование задания на технический проект.

Мы попали в эпицентр бурной деятельности В.И.Векслера. Зараженные его энтузиазмом, мы занимались всем, что бы нам ни поручали, будь то качественный анализ дифференциальных уравнений, моделирование, магнитные измерения или командировка на завод. Однако именно это многообразие деятельности позволило выработать ориентацию на главные цели, умение отбрасывать второстепенные проблемы и задачи. Занятие физикой ускорителей в суровой обстановке сороковых годов требовало ответственности за количественные результаты. В то же время творческая атмосфера ФИАН и мои учителя постоянно давали понять: не количественные результаты и формулы являются конечными продуктами, а созданные на их основе образы, картины процессов.

Как тогда говорили: "эти формулы надо еще "повалить". Вскоре мы с В.В.Михайловым пришли к пониманию того, что ускорители являются средствами для научной работы и высшей целью для фундаментальных исследований быть не могут. И здесь судьба нам подарила встречу с М.А.Марковым, не только выдающимся физиком, но и настоящим философом-мыслителем.

В 1947 году в "Вопросах философии" появилась его знаменитая статья "О природе физического знания". Именно за эту статью он был объявлен "лидером физического идеализма в нашей стране" и подвергнут жестокой критике. Собственно говоря, с этой статьи, посвященной истолкованию физического и философского содержания квантовой теории, и началась политическая травля ученых. Однако эти дискуссии нас мало интересовали, к философам мы относились скептически. М.А.Марков воспринимался нами как первый теоретик, который ясно осознал, что прогресс квантовой теории поля будет обусловлен экспериментами на ускорителях. Он к этому времени перешел из теоретического отдела ФИАН в лабораторию Векслера и занялся разработкой постановок первых экспериментов. Это было как раз то, что мы постоянно обсуждали. Я все время говорю "мы", имея в виду Вадима Михайлова и себя.

Вадима Михайлова я встретил при сдаче экстерном экзаменов на аттестат о среднем образовании в 1943 году. С тех пор мы были с ним неразлучными друзьями. Поступили в МИИТ, перешли в МИФИ, были направлены в ФИАН, где все научные работы выполняли вместе, написали две дипломные работы и бросили жребий, кому какую защищать. Также поступили и с кандидатскими диссертациями. Однако свою диссертацию Вадим не успел защитить. Он трагически погиб в горах Памира в возрасте 25 лет.

Первый раз мы попали в горы более или менее случайно в 1945 году. Невероятная красота гор, увиденная после трудной и скудной жизни мальчишек военных лет, произвела переворот в нашем мироощущении. Мы сразу решили, что горы - это наша судьба. Можно с уверенностью сказать, что с альпинизмом связаны самые яркие впечатления юности. Кроме того, в голодные студенческие годы работа инструктором, тренером в спортивных командах давала некоторое подспорье. Воспоминаний и впечатлений об этом 20-летнем периоде очень много, особенно от первых прохождений маршрутов и не покоренных никем ранее вершин, от зимних восхождений, когда все воспринимается по-новому, от общения с сильными и мужественными людьми, от ярких красок все новых горных районов. Но много и грустных, тяжелых воспоминаний о лучших друзьях, которых уже нет в живых. Гибель Вадима Михайлова, с которым мы были неразлучны в науке и в горах около 10 лет, была для меня первой трагедией в жизни. Я принимал участие в спасательных работах. Группу В.В.Михайлова нам не удалось спасти. Наша спасательная группа попала в сложные условия, и из ее состава погибло еще два альпиниста. Около года я не мог работать, возникло подавленное состояние. Позднее я все же возобновил занятия альпинизмом, однако прежнее восторженно-приподнятое состояние в горах ко мне уже не вернулось. М.А.Марков считал В.В.Михайлова одним из самых сильных своих учеников и тяжело переживал его гибель.

Физика взаимодействий фотонов с нуклонами и ядрами, физика электромагнитных взаимодействий адронов постоянно привлекали мое внимание. Будучи одним из организаторов Совета по физике электромагнитных взаимодействий в Академии наук СССР, я и по сегодняшний день являюсь председателем этого Совета. Мне довелось общаться и работать с крупнейшими специалистами в этой области, участвовать в больших международных конференциях. Если говорить в этой связи о целях и идеалах, которые у меня возникли в процессе работы, то необходимо отметить, что на меня большое впечатление произвели работы и размышления М.А.Маркова о протяженности и внутренней структуре элементарных частиц, о том, что формфакторы частиц не могут быть жесткими, а деформируемый формфактор означает локальность, точечность

взаимодействия. Точечность электромагнитного взаимодействия и возможность использовать малость электромагнитной константы связи позволили нам применить квантовую теорию поля для предсказания поведения сечений фоторождения положительных, отрицательных и нейтральных π -мезонов на водороде и дейтерии.

Наши с Михайловым работы, инициированные М.А.Марковым, были первыми работами, ориентированными эксперименты в области фоторождения мезонов. С самого начала наших занятий теорией поля мы прониклись физическим смыслом наших формул, пониманием возможностей экспериментаторов "задавать вопрос Природе". Это придало ощущение цели при проведении расчетов и освоении сложных понятий квантовой теории поля. С другой стороны, стали ясны пробелы в образовании и недостаточность монографической литературы в области теории поля. В это время появились глубокие статьи и книги Н.Н.Боголюбова и его школы. Здесь прежде всего необходимо отметить работы А.А.Логунова, Л.Д.Соловьева и А.Н.Тавхелидзе по дисперсионным соотношениям, используя которые можно было придать нашим результатам по околопороговому фоторождению смысл вполне строгих соотношений. Естественные контакты как с экспериментаторами в области физики элементарных частиц и ядерной физики, так и с крупнейшими специалистами в области квантовой теории поля привели меня в 1958 году в Дубну в Лабораторию теоретической физики. К ускорительной проблематике я вернулся, став в 1968 году неожиданно для себя и для других директором ЛВЭ, ответственным за судьбу синхрофазотрона – моей "первой любви".

Таким образом, никак нельзя сказать, что я все время целеустремленно выбирал объекты своих исследований. Скорее, следует говорить о судьбе, обстоятельствах и везении.

Еще в 1963 году М.А.Марков высказал идею о том, что сумма сечений упругого и неупругого рассеяния лептонов должна вести себя как сечение рассеяния на точечном заряде. Эта идея на пять лет опередила классические эксперименты по глубоконеупругому рассеянию электронов на нуклонах. Принято считать, что именно эксперименты по глубоконеупругому рассеянию электронов на нуклонах и их последующая интерпретация впервые показали, что рассеяние на протоне ведет себя как рассеяние на точечном заряде, и положили начало пониманию кварков как реальных точечных конститuentов адронов. Своевременно опубликованная идея М.А.Маркова справедливо цитируется как исходная в известных работах Матвеева, Мурадяна и Тавхелидзе по автомодельности. Эти работы явились одними из главных стимулов для начала работ в области релятивистской ядерной физики и плана модернизации синхрофазотрона. Мне стало ясно, что автомодельность, законы подобия являются следствиями фундаментальных симметрий, а параметры подобия – это инварианты соответствующих групп. Очевидным стало также, что автомодельностью должно обладать не только сечение взаимодействия лептонов с нуклонами, что автомодельность – это общее свойство ядерной материи и оно должно проявляться при столкновении релятивистских ядер. Эта идея была сформулирована в моих работах 1971 года. Там же подчеркнуто, что главная ближайшая задача экспериментов – это, во-первых, обнаружение законов подобия столкновений релятивистских ядер и, во-вторых, изучение граничной энергии, начиная с которой устанавливается асимптотический режим автомодельности ядерных взаимодействий. В асимптотической области ядерная материя должна вести себя как сплошная среда. Эти идеи разделила сильная группа экспериментаторов во главе с В.С.Ставинским. И меньше чем через год (в конце 1971 г.) я имел возможность докладывать на сессии Американского физического общества результаты обнаружения масштабной инвариантности ядерных столкновений и кумулятивного эффекта (т.е. за год до того, как на Бэватроне были получены пучки релятивистских ядер). Несколько позднее той же группой Ставинского была установлена энергия релятивистских ядер, при которой начинают реализовываться указанные предельные режимы. Эта

энергия ядер 3,5-4 А·ГэВ оказалась достигнутой только на синхрофазотроне, что позволило Дубне почти 15 лет занимать монопольное положение в области релятивистской ядерной физики. Установление этой границы позволило отказаться от первоначального варианта проекта нуклотрона, рассчитанного на энергию ядер 12-15 А·ГэВ, и использовать изобретенные в ЛВЭ экономичные сверхпроводящие магниты с полем, формируемым железом. Это резко удешевило проект и сделало возможным его реализацию в условиях экономического кризиса.

В нуклотроне и программе экспериментов на нем каким-то мистическим образом объединились мои "заделы" в области ускорительной техники, ядерной физики, физики частиц и исследования в области симметричных подходов.

Попробую отвлечься от мистики и сформулировать, как же я должен отвечать на вопросы о целях и ценностях научной работы ("Что делать?"). Если вернуться к началу моих заметок, то там содержится общий ответ классиков естествознания – редуccionистов: цель науки – создание картины мира исходя из минимальной системы понятий и утверждений. В идеале – построение математической модели. Физические процессы описываются в терминах наблюдаемых величин, операций, связывающих физические объекты. Сложность подлинных ситуаций требует упрощенных описаний на основе критериев справедливости моделей, охватывающих класс (абстрактных, символических) математических объектов, таких, как числа или векторы и соотношения между этими объектами.

Стандартная модель в физике элементарных частиц претендует на описание электрослабых и сильных взаимодействий и является великим достижением экспериментальной и теоретической физики второй половины XX столетия. Однако стандартная модель содержит только те определяющие аксиомы, которые касаются симметрии лагранжианов, а этого недостаточно для описания физических процессов. Необходимы дополнительные условия (гипотезы): начальные и краевые условия, предположения о константах, входящих в лагранжианы (массы, заряды и т.п.). Например, предположение о существовании ренормгруппы (это симметрия решений, а не лагранжиана!) позволило ввести бегущую константу связи и понятие асимптотической свободы, что сделало хромодинамику количественной теорией в определенной области параметров (жесткие процессы). Ядерную физику, в том числе релятивистскую ядерную физику, вывести из квантовой хромодинамики без дополнительных гипотез, нуждающихся в экспериментальной проверке, невозможно. Проверка таких гипотез достаточно общего характера не менее важна, чем проверка КХД. Например, всесторонняя проверка принципов ослабления корреляции и автомодельности представляет собой задачу первостепенной значимости.

Однако и свойства лагранжианов, и автомодельность являются следствием симметрии. Симметрию (в дословном переводе – соразмерность) древнегреческие философы рассматривали как частный случай гармонии - согласования частей в рамках целого. Современные методы системно-структурных исследований, опирающиеся на построение моделей и теорию групп, применяются теперь и к анализу произведений литературы, искусства, архитектуры и музыки. "В способности ощущать симметрию там, где ее другие не чувствуют, и состоит, по нашему мнению, вся эстетика научного и художественного творчества" (А. В. Шубников).