

АЛЬФА И ОМЕГА
НАУЧНОГО ТВОРЧЕСТВА АКАДЕМИКА
М. А. МАРКОВА

П. С. Исаев

Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

В связи со столетием со дня рождения Моисея Александровича Маркова (13.05.1908 — 01.10.1994) дан краткий обзор его научной, научно-административной и общественной деятельности. Отмечен выдающийся вклад М. А. Маркова в теорию физики элементарных частиц, гравитации и космологии.

The review is dedicated to the 100th anniversary of the birth of M. A. Markov (13.05.1908 — 01.10.1994). The brief sketch of scientific, administrative and social activity is given. The outstanding contribution to the theory of elementary particle physics, gravitation and cosmology is underlined.

PACS: 01.65.+g

Выдающийся физик-теоретик, философ-естествоиспытатель, крупный организатор науки академик Моисей Александрович Марков родился 13 мая 1908 г. в с. Рассказово Тамбовской обл. Село Рассказово было основано в 1698 г., оно расположено в 40 км на восток от г. Тамбова. В XVII в. те места (восточнее р. Дон) на картах России назывались «Диким полем». Хозяином земель на восток от р. Дон был архимандрит Троицкого монастыря из г. Козлова (ныне г. Мичуринск). В 1699 г. по указу царя в те места переселялись крестьяне из Ярославского, Костромского и других уездов северной части России. Видимо, этим объясняется близость местного говора к московскому. Крестьяне этих мест получали у архимандрита землю на откуп. В советское время село Рассказово преобразовано в город областного подчинения.

Жизнь Моисея Александровича в селе до тринадцати лет, его впечатления от этой жизни описаны им самим в прекрасном литературном эссе «Из далекого прошлого (Автобиографические заметки)» [1].

Читая воспоминания «Пророк» (1914), «Гожие» (1916), «За что Каин убил Авеля» (1916), «Граждане свободной России» (1917), «День сельского комиссара» и др., я был крайне удивлен языком этих воспоминаний, глубинным, «черноземным», ибо я родился и вырос в одном из сел Воронежской обл. Марков, как и мой отец, учился в церковно-приходской школе, нравы которой и уроки Закона Божьего в которой я знаю по рассказам моего отца.

Марков был сыном сельского комиссара, помогал борьбе советской власти с эсеровским движением «антоновщина» в бывшей Тамбовской губернии (см. его рассказы «День сельского комиссара», «Комиссар»). Родители его принадлежали к некоей религиозной секте, взгляды которой, по словам Маркова, «беспокоили тогдашнее уездное начальство». Мне неизвестно, знали ли Моисей Александрович, что лауреат Нобелевской премии Павел Алексеевич Черенков родился в с. Новая Чигла Воронежской обл. (в 20 км от моего родного села Коршево), что член-корреспондент М. Г. Мещеряков родился в донском селе Самбек Ростовской обл. — не так уж далеко от Тамбовщины по российским масштабам. Как видим из этих отдельных примеров, Октябрьская революция дала мощный стимул для развития молодежи из старой царской деревни. Я думаю, что гуманистические тенденции деревенского образа жизни, впитанные Марковым с детства, стали одной из отличительных черт его характера. Его участие в Пагуошском движении (он был членом исполкома Пагуошского движения и его совета в 1973–1987 гг.) не было формальным — он принимал его всей душой, ибо оно отвечало его мировоззрению.

В 1921 г. Марков с семьей переехал в Москву. Здесь он поступил в Московский государственный университет, в 1930 г. окончил его. Последние годы обучения в университете Моисей Александрович «отрабатывал», как тогда говорили, оптический практикум. Практикум был только что организован М. А. Леонтовичем под руководством С. И. Вавилова. «... Однажды неожиданно для меня Михаил Александрович Леонтович предложил мне стать аспирантом у Сергея Ивановича Вавилова. Помнится, он сказал примерно следующее: "Я не знаю, как у вас там с теорией, вот Блохинцев, например, четко проявил себя как теоретик. Но я вижу, что руки у Вас хорошие и Вы могли бы стать экспериментатором". Так я оказался аспирантом у С. И. Вавилова» (Марков М. А. Избранные труды. М.: Наука, 2001. Т. II. С. 453)*.

Вскоре С. И. Вавилов был избран академиком, назначен директором Ленинградского оптического института, переселился из Москвы в Ленинград. До 1934 г. Марков работал в Физическом институте при МГУ. В 1934 г., в связи с переездом Академии наук из Ленинграда в Москву, С. И. Вавилов вернулся в столицу и возглавил организованный им Физический институт Академии наук СССР (ФИАН), и с этого времени Марков стал сотрудником теоретического отдела ФИАНа, руководимого И. Е. Таммом.

Естественно, после переезда С. И. Вавилова в Ленинград «экспериментальная деятельность» Маркова прекратилась. Как Марков перешел к Ю. Б. Руару, вернувшемуся к тому времени из Германии в Советский Союз, неизвестно. Известно, что в 1933 г. в «Журнале химической физики» вышла

*Далее ссылки на данное издание будут приводиться в следующем виде: Т. ... С. ...

первая теоретическая работа Моисея Александровича «О квантово-механической стабильности бензольной молекулы» [2].

Становление квантовой механики (1925–1930 гг.) привело к неограниченным возможностям применения новой теории к расчету различных атомных явлений. В рамках упрощенной модели бензольная молекула рассматривалась как состоящая из шести азотоподобных атомов, т. е. каждая группа СН, которая входит симметрично в структурную формулу бензола, рассматривалась как одиночный азотоподобный трехвалентный атом. В работе М. А. Маркова удалось доказать механическую стабильность бензольной молекулы, но не термодинамическую. В течение 1933–1937 гг. он публикует ряд работ по исследованию свойств симметрии уравнения Дирака и связи этой проблемы с ферромагнетизмом. В то же время Маркова увлекают теоретико-философские проблемы квантовой механики. В работе «Знание "прошлого" и "будущего" в квантовой механике» (1936) он доказывает, что «... несимметрия в отношении прошлого и будущего квантовой механики, о которой идет речь, не является следствием квантово-механического формализма, а представляет собою результат дискуссии мысленных экспериментов, которые всегда носят ориентировочный и, в сущности, иллюстративный характер» (Т. I. С. 35).

В 1939 г. Марков обращает внимание на ряд серьезных трудностей квантовой электродинамики: точечный электрон, расходящиеся выражения в высших приближениях теории и др. И так как названные трудности являются характерными для теории любого известного поля: поля Максвелла, поля Ферми, поля Юкавы, Ψ -поля и т. д., то, по мнению Маркова, «решение этих трудностей должно быть очень общим». В результате анализа этих трудностей Марков приходит к выводу, что теоретики должны, по-видимому, прийти к дальнейшим серьезным изменениям представлений о пространстве и времени: «... в малой пространственно-временной области теория в известном смысле теряет свой волновой характер. Корпускулярные свойства частиц снова... начинают доминировать» (Т. I. С. 79). Марков показал, что попытки введения в метод гамильтониана некоторой «фундаментальной длины» с помощью релятивистски-инвариантного «обрывающего» фактора с целью устранения расходимости в теории поля несостоятельны, поскольку вводимая таким образом длина и метод гамильтониана оказываются несовместимыми. Более того, фундаментальная длина несовместима с любым формализмом, сохраняющим релятивистски-инвариантное описание. Марков показывает, что введение «обрывающего» фактора эквивалентно рассмотрению протяженного заряда, сигнал по которому распространяется со скоростью, большей скорости света («твердый» электрон).

Так в 1940 г. М. А. Марков приходит к идее о «четырёхмерно протяженном» электроны в релятивистской квантовой области [3]. В этой работе на примере квантовой электродинамики он рассматривает совершенно новую оригинальную идею. Основное допущение формулируется при помощи

перестановочных соотношений между величинами, характеризующими электромагнитное поле, и пространственно-временным вектором точки (вернее, координатами пробного тела). «... Математический аппарат, последовательно развиваемый на основе изложенных... физических идей, ведет естественным образом к появлению релятивистски-инвариантных "обрывающих" факторов... Теория приводит к некоторой "модели" электрона, "протяженного" в пространстве и во времени. Образ такого электрона впервые удастся подробно проанализировать» (Т. I. С. 81).

Введенные Марковым новые перестановочные соотношения ведут к тому, что классическое электромагнитное поле в некоторой относительно малой пространственно-временной области перестает быть «наблюдаемой» величиной.

Идея нелокализемости физического поля позднее была подхвачена лауреатом Нобелевской премии по физике Хидэки Юкавой и рядом последователей: «... Понятия времениподобного и пространственноподобного интервала всегда были взаимоисключающими, но как быть, если не относиться к этим крайне малым времениподобным промежуткам как пространственноподобным? Пространственно-временная область в теории относительности не может быть чисто пространственноподобной. Она автоматически включает времениподобные интервалы. Но если мы думаем об этой области как о едином целом, то мыслим ее одновременно существующей. Спрашивается, можно ли такую идею выразить не только словесно, но и математически? Оказывается, это возможно. Подобными проблемами много занимался советский физик М. А. Марков. Просто удивительно, насколько похожими оказались его и мой подходы. Разумеется, в деталях были различия, но между нашими подходами можно проследить глубокую связь. М. А. Марков стал заниматься этими вопросами раньше, а в Японии над ними работал проф. Коно...» [4].

Проблема нелокализемости физических полей была одной из многообещающих — на ее основе пытались построить теорию ликвидации расходимостей в квантовой теории поля. К сожалению, построить последовательную теорию устранения расходимостей в квантовой теории поля (КТП) на этом пути не удалось. Уже тогда (1947 г.) Марков высказал идею, что, по-видимому, только на пути включения в рассмотрение гравитационного поля возможно построить непротиворечивую теорию устранения расходимостей в КТП, и к этой идее он вновь вернулся уже в конце XX столетия в своей последней работе «Размышляя о Вселенной» (1994): «... Видимо, природа устроена так, что только взаимодействие всех существующих полей вместе способно решить эту проблему. Говоря конкретно, появились соображения в пользу того, что во всем семействе полей бесконечности, о которых идет речь, возможно, входят в вычисления с противоположными знаками, которые способны избавить от них только полную теорию полей. С другой стороны,

появились также основания полагать, что, например, при учете во всех полях роли гравитационного поля в природе реализуется фундаментальная длина Планка $\sim 10^{-33}$ см и что именно гравитационное поле определяет автоматически предельную длину в процессе ее измерения. . . и, соответственно, предельную энергию излучаемого кванта поля минимальных пространственных размеров. . . » (Т. II. С. 603–604).

Здесь мне хотелось бы сделать небольшое отступление, касающееся стиля научного подхода Маркова к постановке нерешенных проблем и путям их решения.

В 1981 г. в издательстве «Энергоатомиздат» (Москва) вышла книга Хидэки Юкавы «Лекции по физике» [4] (о ней я говорил выше). В «Предисловии к русскому изданию», написанному М. А. Марковым, мы находим следующие слова: «. . . ”Лекции по физике” проф. Хидэки Юкавы, как предупреждает сам автор, — не введение в физику, а скорее, размышления о физике и физиках. . . Размышления о физике проф. Юкавы изложены так живо, что заставляют размышлять и читателя. И здесь есть много поводов для размышлений. . . Интересны размышления лектора о физиках (одиночках, полемистах, коллективистах). . . ».

Этот стиль — размышление — свойственен самому Маркову. Стиль Маркова просматривается и в заголовках книг и статей, и в оборотах речи. Стиль «размышление» освобождает автора от «ответственности» за будущее своего «размышления», но дает ему свободу научного поиска, свободу научной фантазии, чем характеризуется творчество Маркова. Совокупность экспериментальных материалов и творческих идей, проанализированных Марковым, выкристаллизовывается в его собственную теоретическую концепцию. Вы можете с ней (концепцией) не согласиться, сказать, что из тех же экспериментальных фактов и физических идей можно построить другую «концепцию», что «концепция» Маркова не единственная, на что Моисей Александрович с улыбкой мягко возражает: «Правильно, но это будет уже Ваша концепция». Именно в этом состоит творческая оригинальность мышления Маркова, именно в этом он неповторим и этим дорог современному исследователю, приступающему к изучению многообразных явлений в микромире и во Вселенной, к поиску закономерностей микромира и Вселенной.

Вот образцы мышления Моисея Александровича: «В процессе размышлений над несовершенством современной теории Вселенной возник вопрос: нельзя ли найти макроскопическую модель, которая могла бы быть лишена некоторых фундаментальных трудностей фридмановской вселенной, а именно. . . », «Если такая модель возможна, возникает вопрос, какие проблемы в ней не решаются и какие необходимо решать. . . » (Т. II. С. 611).

У читателя возникает желание углубиться в постановку проблемы, самому заняться решением поставленных задач. Заключительная часть этой работы («Размышляя о Вселенной») — это величественный список проблем и воз-

возможных путей (или подходов) их решения, это напутственное слово нашему и будущим поколениям теоретиков и экспериментаторов.

В годы Великой Отечественной войны (1941–1945 гг.) фундаментальные исследования в области ядерной физики практически прекратились. В беседе со мной на вопрос «Как отразилась Отечественная война на физических исследованиях? Призывались ли физики на войну?» Илья Михайлович Франк ответил: «У ряда ведущих физиков была "бронь", остальных призвали в армию... велись кое-какие теоретические исследования. А вообще-то, в основном, занимались "прикладными вопросами"...» [5] (Илья Михайлович имел в виду работу на оборону страны).

В те годы Моисей Александрович опубликовал 4 работы, подготовил и защитил докторскую диссертацию на тему «О взаимодействии элементарных частиц» (1944).

В работе «О релятивистско-инвариантном "обрывающем" формфакторе в электродинамике» [6] Марков доказывает, что введение обрывающего фактора эквивалентно рассмотрению протяженного заряда, что несовместимо с релятивизмом и ведет к скорости распространения сигналов больше критической, — результат, который был им опубликован еще в 1940 г., но теперь получил более глубокое обоснование.

В работе «Является ли собственное поле частиц физически наблюдаемой величиной» (1943) дан научно-методический анализ понятий собственного поля частиц и массы частиц. Анализируя методы расчета электромагнитных явлений, Марков пишет, что было время, когда собственные массы частиц связывались с соответствующими полями. «Эта идея в эпоху расцвета электромагнитного мировоззрения была очень заманчива, но появление в физике необходимости обсуждать новые силы взаимодействия между элементарными частицами (следовательно, новые поля, новые добавки к собственным массам) лишило идею ее первоначальной монистической законченности». Физики снова приходят к идее трактовать массы элементарных частиц единым образом как массы инертные. В этой работе научный анализ проблемы перекликается с научно-философским.

В 1947 г. в журнале «Вопросы философии» публикуется статья Маркова «О природе физического знания». В «Послесловии» к своей книге «Размышляя о физиках... о физике... о мире» Марков пишет: «Просматривая верстку данной книги, я пришел к выводу, что в этой книге, носящей, в сущности, автобиографический характер, было бы неправильно даже не упомянуть о моей статье "О природе физического знания" (Вопросы философии. 1947. № 2. С. 140–176). По моим представлениям, эта статья занимает, может быть, центральное место в моей научной биографии. В ней идет речь, в сущности, о физическом толковании квантовой теории. Следует заметить, что и до сих пор не затухают научные дискуссии по физическому и философскому содержанию квантовой теории. История появления упомянутой

статьи такова: в середине 1940-х гг. Сергей Иванович Вавилов, будучи директором ФИАН, обратился ко мне с просьбой написать популярную книгу по истолкованию физического и философского содержания квантовой теории. Сергей Иванович знал, что эти проблемы были в области моих научных интересов. . . » [7, с. 246–247]. Желаящие узнать дальнейшую историю появления этой статьи могут обратиться к книге Маркова. Марков говорил Вавилову о своих опасениях: «то. . . что я могу написать сейчас, в такой момент не издадут, а если издадут, меня будут обвинять в идеализме и низкопоклонстве перед Западом». . . Марков оказался прав.

Судьбе было угодно, чтобы я впервые увидел Моисея Александровича Маркова в феврале 1952 г. в ФИАНе. Главный инженер технической дирекции строительства 533 (ТДС-533) Кузьма Иванович Блинов набирал на работу в ТДС молодых специалистов физиков-ядерщиков, окончивших физический факультет МГУ в конце декабря 1951 г. и временно «осевших» в Москве, в ФИАНе. Организация ТДС-533 занималась созданием знаменитого впоследствии протонного ускорителя на энергию ускоренных протонов 10 ГэВ в д. Ново-Иваньково Калининской обл. (будущий город Дубна Московской обл.). Молодых специалистов постепенно, по нескольку человек, переводили из Москвы в д. Ново-Иваньково. Так, я пробыл в ФИАНе с середины февраля по 4 сентября 1952 г.

Когда я заканчивал физический факультет МГУ, ходили слухи, что Маркова сильно критиковали за опубликованную в 1947 г. в журнале «Вопросы философии» статью «О природе физического знания». Тогда же среди студентов говорили, что М. А. Марков был советником В. М. Молотова по науке. Эти два слуха были несовместимы, но все это было от нас — студентов — «далеко», и я не придавал им значения.

Теперь, встретив Маркова в ФИАНе, я вспомнил эти разговоры, пошел в библиотеку и внимательно прочитал его статью, но не понял, за что можно было критиковать Маркова, какие философские суждения могли стать предметом критики. Статья написана не философом, а физиком-теоретиком, который объяснял процесс познания природы не с позиции философских определений и суждений, а с позиции активно действующего исследователя-физика, который не отрывает сущности физико-теоретической работы от ее философского осмысления. Это производило впечатление естественно-научного подхода к рассмотрению проблемы. Марков писал в своей статье: «. . . Не случайно физики стали философствовать: они вынуждены философствовать, ибо для современной физики особенно характерно, что ее нельзя излагать, не затрагивая глубоких вопросов теории познания, — эти вопросы тесно связаны с конкретным содержанием новой теории. Проблема причинности, понятие физической реальности, наконец, фундаментальная проблема взаимоотношения субъекта и объекта — все это оживленно дискутируется в свете конкретных данных о микромире. . . Мы ограничи-

ваемся "одним" вопросом: действительно ли точное знание внешнего мира становится для нас невозможным?» (Т. I. С. 365–366).

Удивительно, насколько перекликаются эти мысли с соответствующими высказываниями Дмитрия Ивановича Блохинцева, у которого, если можно так выразиться, был «синтетический» подход к фундаментальным исследованиям в области микромира: наука, философия и искусство у него сливались в одно — «любомудрие». Так, в предисловии к своей книге «Принципиальные вопросы квантовой механики» он пишет: «Читатель легко убедится, что монография является книгой по теоретической физике, а не философским трактатом. Однако я никогда не отделял мировоззрения от науки, особенно от теоретической физики; поэтому в этой книге немало и философии. . . » [8].

Марков всегда смотрел на окружающий его физический мир с единой точки зрения. Он не делил его на разрозненные явления, считая бессмысленным описание отдельно вырванного из микромира физического явления. Он обязательно задавался вопросом: а как Вселенная будет реагировать на это явление? Ему, например, нравилось представление о Вселенной, заключенной в одну «элементарную частицу». «. . . В моем докладе мне хотелось бы обратить внимание аудитории на возможности своеобразного космологического подхода к теории элементарных частиц. Хотелось бы обратить внимание на то, что почти замкнутая вселенная, содержащая огромное число галактик, в системе координат шварцшильдовского наблюдателя может иметь внешние параметры, т. е. полную массу, заряд, внешние размеры, подобные параметрам микрочастицы». . . (Т. II. С. 41).

Он, видимо, глубоко чувствовал всю физическую относительность понятий «большое, вселенское» и «малое, микроскопическое». Он не хотел различать их с позиций человеческих размеров, привычных представлений. Он хотел проникнуть в суть физических явлений как в микроскопически малых, так и во вселенски больших размерах. Он был физиком-натуралистом, мыслителем и смело строил модели, соответствующие уровню современных экспериментальных данных и уровню современных теоретических представлений. Истоки его стремления дать модельное представление явлению следуют из упомянутой выше философской работы. Он писал в ней: «Крупнейшие физики прошлых столетий утверждали, что они не понимают явления до тех пор, пока не построят его модель. . . Утверждение это. . . представляет собой резюме научного мировоззрения целой эпохи. . . » (Т. I. С. 382). Он сам до конца своих дней оставался приверженцем тех же представлений крупнейших физиков прошлого столетия — для Моисея Александровича физическая модель была одним из основных направлений его творческой деятельности. Марков, безусловно, понимал выдающуюся роль математики в физике: «Конечно, физика становится все более и более математичной, но математика в ней играет некоторую новую, специфическую роль,

которая тесно связана с ненаглядностью физических образов новой физики. . . » (Т. I. С. 386).

И здесь же Марков оговаривается: «. . . модельные представления, которые дают ориентацию в современной физике, часто служат источником заблуждения, что случается всякий раз, когда макроскопическая модель применяется вне границ ее применения. . . Мы часто "входим" в микромир с макроскопической невежливостью, "в пальто и калошах"» (Т. I. С. 385). Кстати заметим, что в современной физике элементарных частиц, большинство новых идей которой идут из США и Западной Европы, модельные представления играют подчиненную роль. Главное — это умение рассчитать предсказываемый экспериментальный результат. Как иногда говорил Н. Н. Боголюбов: «Зачем вы произносите так много слов? Вы напишите нам формулы, а что они выражают, мы разберемся сами».

Разделы статьи Маркова «О природе физического знания» имеют заголовки: «О физических понятиях», «Принцип дополнительности», «Познающий субъект как макроскопический прибор», «"Модельные" и "немодельные" представления», «Роль математики», «Понятие физической реальности», «Дает ли квантовая теория "полное" описание физической реальности», «Возможно ли отображение микромира в иных понятиях, чем понятия классической механики?» и др. — все они определяют и содержание, и глубину рассматриваемых проблем. Нет никакой возможности «изложить» своим языком содержание этой выдающейся физико-теоретической, философско-мировоззренческой статьи. Ее надо читать самому.

Интересно «Дополнение», написанное Марковым к этой статье в 1991 г.: «В 1971 г. . . на страницах "Physics Today" [9] возникла дискуссия, инициированная Б. де Виттом, по поводу интерпретации квантовой механики, которая показала, что среди семи физиков, принявших участие в дискуссии, отсутствует единство взглядов. А совсем недавно прошла конференция, посвященная спору Эйнштейна с Бором. Все это заставило автора включиться в продолжавшуюся мировую дискуссию — теперь по физическому истолкованию математического аппарата квантовой механики» (Т. I. С. 407).

Замечу, что философское осмысление проблем квантовой теории поля обсуждалось на симпозиуме, посвященном концептуальным основаниям квантовой теории поля, 1–3 марта 1991 г. в Бостонском университете (США), собравшем более сотни физиков и философов из разных стран мира*. Де Витт выступил на этом симпозиуме с докладом о соотношении математического формализма и реальности (сравни с подзаголовками статьи Маркова: «Роль математики», «Понятие физической реальности» — те же проблемы!), является ли поле чисто математическим описанием более глубо-

*О содержании докладов см. обзор [10].

кой реальности или оно само является физической сущностью. Анализировались взгляды Максвелла, Эйнштейна и других физиков на понятие поля. «В конечном счете мы не обязательно достигнем точного описания реальности, но мы получим наилучшее описание из тех, которые можем получить», — заключает де Витт.

Годы с 1947 по 1956 оказались весьма насыщенными в биографии Маркова. Расширяется круг его научных интересов: кроме проблемы нелокальности физических полей, развития идеи о «четырехмерно протяженном» электро-не в релятивистской квантовой области его внимание привлекают теперь недавно открытые новые частицы: π -мезоны и новый класс нестабильных частиц — K -мезоны и гипероны, и, в связи с этим, усиливается его интерес к философским проблемам физики элементарных частиц.

В 1948 г. В. И. Векслер пригласил Маркова на должность начальника сектора в одну из лабораторий ФИАН, в которой создавался электронный синхротрон на энергию ускоренных частиц до 250 МэВ. Подготовка научной программы экспериментов была тесно связана с научными интересами Маркова. Работа по теоретической проработке программы первых экспериментов была успешно завершена в сжатые сроки.

В 1951 г. Марков продолжает искать такую форму нелокализуемых полей, которая была бы «... наиболее близка к гамильтоновой схеме, где вопросы релятивистской инвариантности и совместности уравнений решаются однозначно». Марков еще раз убеждается в наличии связи нелокализуемого поля с релятивистским «обрывающим» фактором [11].

Наиболее полное содержание своих взглядов на проблему формфакторов элементарных частиц Марков выразил в обзоре «О нелокальных полях и сложной природе "элементарных частиц" (динамически деформируемый формфактор)» (1953) [12] и в статье «К теории динамически деформируемого формфактора» (1955) [13].

Подчеркнув в обзоре, что «... в теории поля имеется два резко отличных друг от друга направления», он дал критику первого направления, в основе которого лежит общепринятая концепция точечных размеров частиц, и посвятил остальную часть обзора другому направлению, в основе которого лежит концепция протяженности элементарных частиц. «Все известные попытки строить теорию поля, свободную от трудностей, связанных с расходимостями, рассматривая элементарные частицы протяженными, приводят в конце концов к использованию некоторого формфактора, характеризующего протяженность элементарной частицы» [12, с. 182].

Моисей Александрович рассмотрел сначала «динамически недеформируемый формфактор». Хорошо известно, что в подобных подходах протяженная частица обладает абсолютно жесткой структурой, и сигнал внутри частицы в этом случае распространяется с бесконечно большой скоростью. Введение формфакторов подобного рода имело целью уничтожить расходи-

мости, возникающие в теории частиц с точечными размерами. Формфакторы при больших значениях импульсов должны достаточно быстро стремиться к нулю. Но такое поведение формфакторов приводило к тому, что сечение процессов, например, сечение процессов рождения π -мезонов, в области высоких энергий стремилось бы к нулю, что противоречило данным, полученным в то время в экспериментах с космическими лучами. Отличие второго направления от первого состоит в том, что процесс поглощения квантов поля свободными частицами не идет в первом порядке теории возмущений. Законы сохранения энергии и импульса делают такой процесс невозможным. В этом случае взаимодействие сталкивающихся частиц приводит к возбуждению элементарных частиц, возникают реальные короткоживущие состояния типа «компунд-ядра». На этом пути в начале 1950-х гг. в теориях множественного рождения частиц в одном акте соударения возникли термодинамическая модель Э. Ферми и гидродинамическая модель Л. Д. Ландау.

Марков последовательно искал решение задачи ликвидации расходимостей при построении модели деформируемого формфактора элементарных частиц. В связи с этим он писал: «Естественно, возникает вопрос, существует ли такой класс формфакторов, который приводил бы к скорости распространения сигнала по протяженной частице, меньшей или равной скорости света. Ответ на этот вопрос имеется, но он влечет за собой совершенно иное, по сравнению с обычным, толкование понятия элементарной частицы. Формфакторы, характеризующие подобные модели распределенных зарядов, должны меняться под влиянием внешних сил. В согласии с этой идеей для самих формфакторов должны быть написаны соответствующие "уравнения движения"...».

Интересно отметить, что в начале XX в. А. Пуанкаре решал задачу устойчивости электрона — проблему устойчивости заряда, распределенного внутри объема электрона. Для обеспечения устойчивости электрона Пуанкаре понадобилось ввести внешние силы — в полной аналогии с вышеприведенной цитатой Маркова. Оказалось, что попытка написать уравнения движения для динамически деформируемого формфактора ведет к необходимости введения нового поля. Правильно написанные уравнения движения должны быть совместимы и не противоречить теории относительности. Корректно, последовательно осуществляемая процедура введения нового поля ведет к сложным нелинейным взаимодействиям и нелинейным уравнениям вообще. Таким образом, «... перед нами только начало очень длинного пути создания последовательной теории взаимодействия полей, число которых быстро возрастает... опыт развития науки показывает, что в тех случаях, когда задача усложняется существенным образом, она практически решается другими, более адекватными методами... а строгая последовательная постановка задачи остается лишь идеальным случаем правильно сформулированной

проблемы. . . ». Здесь Моисей Александрович делает ссылку на нерешенную классическую проблему взаимодействия тел [12, с. 194, примеч. 20].

В работе «К теории динамически деформируемого формфактора» (1955) [13] Марков в качестве модели такого формфактора рассматривает модель осциллятора типа. Преимущество этой модели состоит в том, что она дает спектр масс осциллятора. В экспериментах в космических лучах и на ускорителях в те годы были обнаружены спектры возбужденных состояний нуклонов, K -мезонов и гиперонов. В рамках осцилляторной модели спектры масс элементарных частиц могли рассматриваться как уровни возбуждения осциллятора, с одной стороны, с другой — модель осциллятора давала возможность построения систематики элементарных частиц. «Нашествие» большого числа вновь открытых K -мезонов, гиперонов, нуклонов и их возбужденных состояний получило в свое время название «зоологии» элементарных частиц. В связи с этим в 1955 г. Марков публикует статью «О систематике элементарных частиц» [14]*. По своему содержанию систематика Маркова близка к подобной модели Сакаги (1956 г.). От модели Маркова к модели Сакаги и далее к установлению унитарной симметрии — такова цепочка развития идеи деформируемого формфактора элементарных частиц, приведшей, в конечном счете, к модели кварков, занимающей центральное место в сегодняшней стандартной модели.

Одной из возможных приближенных моделей динамически деформируемого формфактора, а именно осцилляторной моделью, я, по предложению Маркова, занимался в 1954–1955 гг. К тому времени ТДС-533 была переименована в Электрофизическую лабораторию АН СССР (ЭФЛАН СССР), директором которой оставался В.И. Векслер. Моисей Александрович был избран в 1953 г. членом-корреспондентом Академии наук СССР и приглашен Векслером на должность начальника теоретического сектора в ЭФЛАН с задачей подготовки и теоретического обоснования первых экспериментов на 10-ГэВ ускорителе протонов. В течение 1953–1955 гг. в состав сектора, кроме меня, вошли Р. А. Асанов, Б. Н. Валуев, Л. Г. Заставенко, А. С. Мартынов, В. И. Огиевецкий, И. В. Полубаринов, М. И. Широков. В 1956 г. этот сектор в полном составе был переведен в Лабораторию теоретической физики Объединенного института ядерных исследований, во главе сектора оставался Моисей Александрович.

В методических целях мною рассматривалась возможность одного класса уравнений с внутренними степенями свободы для описания Λ^0 -частицы как возбужденного состояния нуклона. Вид этого уравнения для элементарных частиц с растущим спектром масс был рассмотрен, как я упомянул выше,

*В 1953–1955 гг. обсуждались различные систематики Гелл-Мана–Нишиджимы, Пайса, Салама и Полкинхорна.

в отдельной работе Маркова [15]. К концу 1954 г. расчет по модели был завершен, и в конце января 1955 г. работа [16] была сдана в редакцию ЖЭТФ. По-видимому, Марков придавал ее результатам большое значение, так как подробное описание этой работы приведено в его монографии «Гипероны и K -мезоны» [17]. И в этой же монографии он заключает: «К сожалению, в настоящее время нет ни одного последовательно развитого варианта теории с динамически деформируемым формфактором» [17, ч. III, §33, с. 191]. После 1957 г. Моисей Александрович практически не возвращался к этой теме.

Работа по подготовке физической программы экспериментов на 10-ГэВ синхрофазотроне завершилась изданием монографии Маркова «Гипероны и K -мезоны» (М., 1958). В ней дан перечень основных проблем физики элементарных частиц и первоочередных экспериментов, в которых эти проблемы могли быть решены.

В эти же годы научные интересы Маркова смещаются в область физики нейтрино, гравитации и космологии.

Физика нейтрино заинтересовала Моисея Александровича намного раньше. После открытия μ -мезона Маркова интересовал вопрос: является ли μ -мезон подобно электрону ферми-частицей или бозе-частицей? «... Мне представлялось, что этот вопрос легко решить, изучая μ -мезоны в космических лучах... распадаются ли μ -мезоны на две частицы или на три частицы... Летом 1948 г. на Памире работала наша группа космиков, и от них, в частности, от Г. Б. Жданова, я получил записку о том, что мое предложение опыта было ими реализовано, что спектр электронов распада остановившихся в веществе μ -мезонов оказывается немонахроматическим. Другими словами, речь шла о распадах не на две, а на три частицы» [7]. Авторы статьи [18], опубликовавшие результаты этой работы, выразили благодарность Моисею Александровичу за идею изложенной работы. По этому поводу Моисей Александрович пишет: «... я благодарен судьбе за сохранение авторства за этой идеей. Скажу откровенно, эта идея мне почему-то очень дорога» [7, с. 59–60].

В ожидании пуска в Дубне 10-ГэВ ускорителя протонов внимание Маркова было привлечено к исследованию возможности нейтринных экспериментов на этом ускорителе. Марков с сотрудниками из ФИАНа (И. М. Железных, Д. Ж. Факировым) доказывал, что интенсивность нейтринных пучков, получаемых на ускорителях больших энергий, достаточна для проведения нейтринных экспериментов, что есть смысл проводить эксперименты с космическими нейтрино на больших глубинах под землей, достаточных для устранения фона. В течение 1957–1960 гг. на семинарах Объединенного института ядерных исследований много обсуждались проблемы физики нейтрино высоких энергий [19]. В этих обсуждениях активное участие принимали сотрудники сектора Маркова Р. А. Асанов, Б. Н. Валуев, И. В. Полубаринов. Моисей Александрович выдвигал идею существования двух типов нейтрино, и эта идея

озвучена им в монографии [17] в связи с анализом распада μ -мезона:

$$\mu^- \rightarrow e^- + \nu + x,$$

где частица x трактовалась как второе по типу нейтрино $x = \nu'$ со своим сохраняющимся числом. В немецком издании книги «*Neutronen und K-mesonen*» (1960. С. 269; 293) Моисей Александрович не только указал на возможность существования двух типов нейтрино, но и обсудил пути экспериментального решения этой проблемы на ускорителях [7, с. 62].

В 1960 г. Марков на очередной Рочестерской конференции предложил идею глубоководных нейтринных экспериментов, которые в литературе получили краткое название DUMAND. «... В статьях Железных и моей (1958, 1960) анализируется возможность экспериментов с космическими нейтрино. Мы предлагаем устанавливать аппаратуру в укрытых под землей озерах или на больших глубинах в океане, чтобы отделить все виды проникающего излучения, кроме нейтрино...» (перевод П. С. И.) (Т. I. С. 328). Дискуссия по докладу Маркова была оживленной, речь шла о возможности создания детекторов очень больших размеров и возможности съема информации с детекторов таких размеров. Жизнь показала реальность идей Маркова, полное их признание и широкое развитие во всем мире. Созданы крупномасштабные черенковские детекторы с эффективной массой $\sim 10^7$ т в естественных средах: глубоководный детектор NT200+ на Байкале и подледный детектор (AMANDA) на Южном полюсе. В эксперименте с атмосферными нейтрино на детекторе «Superkamiokande» обнаружен эффект осцилляций нейтрино, что доказывает существование отличной от нуля массы у нейтрино. Созданные по инициативе Маркова Баксанская и Байкальская нейтринные обсерватории Института ядерных исследований и полученные там важные научные результаты являются лучшим свидетельством выдающегося вклада Моисея Александровича в развитие исследований по нейтринной физике в нашей стране.

Плодотворная деятельность Маркова в ФИАНе и Объединенном институте ядерных исследований получила достойную оценку — в 1966 г. он был избран действительным членом Академии наук СССР, а через год, в 1967 г., — на пост академика-секретаря Отделения ядерной физики, который он беспрерывно занимал до 1988 г.

По инициативе Моисея Александровича в 1970 г. в составе АН СССР был создан Институт ядерных исследований (ИЯИ АН). В структуре ИЯИ была создана «мезонная фабрика» — ускоритель на «средние энергии» с целью изучения свойств атомного ядра, изучения фотоядерных процессов и некоторых проблем нейтринной физики. Несмотря на ряд трудностей, в конце 1980-х гг. создание «мезонной фабрики» было завершено.

Во второй половине 1960-х гг. научные интересы Маркова все более смещаются в область гравитации и космологии. В отдельных статьях он все еще

обсуждает проблемы деформируемых формфакторов и их связь со слабыми и сильными взаимодействиями или проблемы физики нейтрино высоких энергий. Но слишком «узкими и тесными» оказались рамки этих направлений для научной фантазии Моисея Александровича. В рамках «обычных» размеров физики элементарных частиц (длина $\sim 10^{-13}$ – 10^{-15} см, масса $\sim 10^{-24}$ – 10^{-27} г) трудно найти новую физику. Анализируя проблему «мистерии больших и малых чисел в космологии» [20], Марков пишет: «Много лет назад (1932 г.) Дирак обратил внимание на тот факт, что два больших числа оказались близкими по значению, именно, отношение электрических сил, действующих между электроном и протоном, к их гравитационным:

$$\frac{e^2}{\varkappa m_e m_p} \sim 10^{40}$$

и отношение современного радиуса горизонта Вселенной к классическому радиусу электрона:

$$\frac{R_t}{e^2/m_e c^2} \sim 10^{40}.$$

Если это совпадение чисел не случайно, оно должно отражать некую глубокую связь между характеристическими свойствами, присущими микромиру, и параметрами, характеризующими Вселенную как целое. Если вышеупомянутое совпадение чисел остается неизменным во все времена в процессе расширения Вселенной, то гравитационная константа должна зависеть от времени (перевод П. С. И).

Большие числа Дирака были получены в те времена, когда стабильными были протон и электрон. В 1980 г., когда была написана данная статья [20], были известны сотни частиц. В связи с этим Марков спрашивает: а почему бы не предположить, что в природе существуют две стабильные частицы: одна с наибольшей массой — «максимон», а другая — с наименьшей массой — «минимон». Если нет стабильных нейтрино с массой, меньшей массы электрона, то электрон будет «минимоном». Масса «максимона» определялась набором констант

$$m_{\max} \sim \sqrt{\frac{\hbar c}{\varkappa}} \sim 10^{-5} \text{ г}, \quad \varkappa = 10^{-7} \text{ — гравитационная константа.}$$

Далее Марков объединяет «максимон» в системы «максимоны». Эти идеи не получили заметного развития в его научном творчестве. На VI Марковских чтениях, посвященных столетию со дня рождения ученого, 14 мая 2008 г. в ФИАНе, выступая с докладом «Марковская идея о "максимоне" и квантовая теория поля», академик В. Г. Кадышевский показал, что идея существования предельного значения массы может быть не только гипотезой, высказанной

ad hoc, она естественно вытекает из основных постулатов квантовой теории поля, а полученные им красивые и важные по значению космологические следствия могут быть экспериментально проверены на коллайдере LHC в ЦЕРН.

Ранее, в 1970 г., Марков, исследуя роль гравитации в теории элементарных частиц, пришел к проблеме существования «фридмонов»: «... существуют естественные условия, при которых системы с внешними микроскопическими параметрами (фридмоны) образуются со временем автоматически, независимо от начальных, как угодно больших макроскопических значений этих параметров*...» (Т. П. С. 42). Масса фридмона m_f , по оценке Маркова, имеет верхнюю границу $m_f \sim 10^{-6}$ г.

К этой «частице» Марков приходит путем следующих рассуждений. Он рассматривает метрику закрытого мира Фридмана, который имеет две фундаментальные характеристики: 1) полная масса закрытого мира равна нулю; 2) закрытый мир обязательно электрически нейтрален. Однако если эту систему зарядить равномерно электрическим зарядом, то метрика Фридмана нарушается, система перестает быть замкнутой, сферическая поверхность не стягивается в точку, возникает объект, который Марков назвал фридмоном. Фридмановский мир, при наличии в нем электрического заряда, перестает быть замкнутым и для внешнего наблюдателя представляется заряженной частицей с массой $\sim 10^{-6}$ г. Для внутреннего наблюдателя этот фридмановский мир может быть огромным. Мы видим удивительную «перекличку» этого вывода, полученного в 1970 г., с философскими рассуждениями Маркова из статьи «О природе физического знания», написанной в 1947 г., в которой ему нравилось представлять Вселенную в виде элементарной частицы. Теперь, в 1970 г., эта идея получила математическое обоснование.

Итак, в рамках общей теории относительности Эйнштейна могут реализовываться системы с микроскопическими значениями параметров, близкими к параметрам хорошо нам известных элементарных частиц. Марков обращает внимание на автоматизм образования фридмонов и фридмонных ансамблей одинаковых частиц. «... Если бы Господь Бог по своему произволу начал творить вселенные с критической плотностью материи, вселенные, различные по числу галактик, по полному электрическому заряду, то через некоторое время Творец увидел бы вместо различных вселенных ансамблей тождественных микроскопических частиц-фридмонов. С этой точки зрения вся вселенная может во внешней системе координат представлять собой элементарную частицу. Элементарная частица внутри себя за пределами ее внешних размеров может представлять собой вселенную, содержащую не-

*Под параметрами Марков имеет в виду полную массу, заряд, размер системы, как она представляется шварцшильдовскому наблюдателю, практически на бесконечности.

обозримое число галактик. Являются ли фридмоны новым классом частиц микромира или и другие элементарные частицы в какой-то мере родственны фридмонам? В последнем случае возникла бы возможность общего теоретического подхода как к элементарным частицам, так и к вселенной в целом. Но независимо от последних замечаний данная система-фридмон может рассматриваться как своеобразная модель для «протяженной» частицы, как объект со своеобразным формфактором, возможным только в рамках общей теории относительности» (Т. II. С. 47).

Обзор «современных проблем» теории относительности Марков дал в короткой заметке «Современные проблемы теории относительности» [21]. Последние годы жизни Маркова прошли под знаком «размышлений» над этими проблемами и подходами к их решению. Удивительно заключение этой статьи: «Следует заметить, что в понимании основ мироздания мы, в некотором смысле, не очень далеко ушли от древних греков. Если древние греки рассматривали природу в виде совокупности четырех стихий (земля, вода, воздух, огонь), то и мы рассматриваем мироздание как сосуществование также четырех «стихий» — сильных, электромагнитных, слабых и гравитационных полей. Так же, как и древние, мы пока не проникли в ту суть вещей, которая дается пониманием этих «стихий» XX столетия. . . Понимание органического единства всех полей, включая поле гравитационное, является той задачей, к решению которой стремится и будет стремиться наша наука».

На протяжении всей научной деятельности Моисей Александрович не просто ставит отдельную физическую проблему и решает ее математическими методами — он размышляет о глубинных вопросах данной проблемы и возможных путях развития научного поиска. Он размышляет о природе всей Вселенной и законах ее развития.

Вот он размышляет о возможных модификациях уравнений Эйнштейна в общей теории относительности: «. . . Для модификации классической функции действия и соответствующих уравнений. . . имеются три возможности. . . » (Т. II. С. 607) — далее следует анализ всех трех возможностей. Размышления приводят к заключению: «Для модификации функции действия S Эйнштейна были указаны три возможности, каждая из которых имела и имеет много сторонников и, вероятно, будет иметь их в будущем, развитие которого непредсказуемо. . . » (Т. II. С. 610).

В процессе размышлений над несовершенством современной теории Вселенной Марков обращается к художественным образам, использует цитаты древнегреческих философов, цитирует поэта В. Брюсова (стихотворение «Мир электрона»), которое оказалось созвучным его научно-философским взглядам:

Быть может, эти электроны —
Миры, где пять материков,
Искусство, знания, войны, троны
И память сорока веков!

Еще, быть может, каждый атом —
Вселенная, где сто планет;
Там все, что здесь, в объеме сжатом,
Но также то, чего здесь нет.

В работе «Макро-микроскопическая вселенная» Марков, анализируя работу Глинера «Вакуумобразное состояние среды и фридмановская космология», делает к ней удивительное примечание: «В изложении Глинера вакуумобразное состояние среды очень близко к понятию первичного состояния мира по Анаксагору. Первичная материя мира, по Анаксагору, представляет собой измельченную смесь всех веществ, которые потом образуются в этом мире. Мы не так уж далеки от истины, утверждая, что, по существу, Анаксагором была высказана гипотеза о первичности материи в Λ -образной форме общей теории относительности. Эта форма материи, по Анаксагору, "лишена какой-либо способности движения". До начала космообразования бесконечно малые частицы этой среды первоначально покоились каждая на своем месте: они не изменялись и не перемещались, ибо не было ничего, что побуждало их изменяться и перемещаться. Можно ли здесь говорить о каком-то гениальном предвидении Анаксагора, этот вопрос лучше оставить без ответа. Во всяком случае, с современной точки зрения, точка зрения Анаксагора на первичное состояние материи во вселенной беспредельно ближе к нам, чем понятие материи в виде воды Фалеса, воздуха Анаксимена, огня Гераклита»* (Т. II. С. 43).

Альфа и омега научного творчества Маркова — это две работы, в которых отразилось его научное мировоззрение. В первой из них («О природе физического знания», 1947) сформулирована система взглядов, которых он придерживался в течение всей своей научной деятельности. Вторая («Размышляя о Вселенной», 1994) содержит размышления о строении Вселенной и законах ее развития.

Научное творчество Маркова — это поиск истины, составляющий содержание всей его жизни. С этим связана его научная фантазия и нередкие выходы за рамки стандартной модели. Так рождались идеи о максимонах и минимонах, о фридмонах, о представлении Вселенной в образе элементарной частицы, о предельной плотности материи, об асимптотической свободе гравитационных взаимодействий. Может быть поэтому, в силу такой специфики творчества, у Моисея Александровича очень мало работ, опубликованных в соавторстве: из примерно 150 печатных работ — не более 20. Соавтор, если можно так выразиться, мешал бы Маркову «размышлять», сдерживал бы его научную фантазию приземленными расчетными проблемами.

*А чем понятие «темная материя» сегодня отличается от точки зрения Анаксагора? (Замечание О. В. Теряева.)

В последних работах по теории гравитации — «О возможном существовании в природе асимптотической свободы гравитационных взаимодействий» [22] и «Может ли асимптотическая свобода гравитационных взаимодействий нарушить энергодоминантность классической космологии?» [23] — Марков рассматривает различные возможности, в рамках которых проблема сингулярности могла бы найти свое решение.

Так, в первой из упомянутых работ он вводит понятие асимптотической свободы гравитационных взаимодействий как ослабление гравитационного взаимодействия с увеличением плотности массы. Из мировых констант: c — предельной скорости распространения сигнала, e — константы минимального значения величины электрического заряда, \hbar — постоянной Планка и \varkappa_0 — гравитационной постоянной — можно построить два набора предельно малой длины и предельно большой плотности. Один из них (А) — чисто классический, т. е. не содержащий постоянной Планка \hbar , а именно:

$$(A) \left\{ \begin{array}{l} l_{\min} = \frac{l \varkappa_0^{1/2}}{c^2} \sim 10^{-34} \text{ см}, \\ \rho_0 = \frac{c^6 \cdot e^2}{\varkappa_0^2} \sim 10^{95} \text{ г/см}^3, \end{array} \right.$$

другой (В) содержит постоянную Планка:

$$(B) \left\{ \begin{array}{l} l_{\min} = \left(\frac{\hbar \varkappa_0}{c^3} \right)^{1/2} \sim 10^{-33} \text{ см}, \\ \rho_0 = \frac{c^5}{\varkappa_0^2 \hbar} \sim 10^{94} \text{ г/см}^3. \end{array} \right.$$

Отмечается удивительное совпадение значений l_{\min} и ρ_0 в рамках классических и квантовых представлений. Моисей Александрович рассматривает квантовый вариант модифицированного уравнения Эйнштейна, которое «описывает историю некоей мыслимой изотропной и однородной закрытой вселенной, заполненной пылевидной материей с плотностью ρ при давлении $p = 0$ » [24].

Когда плотность материи $\rho < \rho_0$, вселенная имеет вид вселенной Фридмана. При коллапсе этой вселенной, когда $\rho \rightarrow \rho_0$, эта вселенная становится вселенной де Ситтера, которая не содержит в своей истории сингулярность. Рассматриваемая модель вселенной представляет собой вечно осциллирующую вселенную между максимальным и минимальным размерами. На стадии сверххранной вселенной «пылевая материя» могла быть газом черных дыр. Хокинговское излучение черных дыр приводит к появлению черных дыр с параметрами, характерными для максимона, который может быть назван элементарной черной дырой. «Газ черных дыр как первичная скалярная материя

представляет собой наибольший интерес в случае закрытой вселенной, для которой после фазы инфляции конечного максимального расширения предстоит фаза коллапса, которую можно назвать фазой очень поздней вселенной. Естественно предполагать, что очень поздняя вселенная должна вернуться в свою исходную де-ситтеровскую фазу. . . Асимптотическая свобода гравитационных взаимодействий дает формализм де-ситтеровской симметрии очень ранней и очень поздней закрытых вселенных. Первичная материя в форме черных дыр дает пример физики такой симметрии. . . » (Т. П. С. 310).

Вызывают подлинное восхищение богатство и неистощимость научной фантазии Моисея Александровича — в рамках этих последних работ вселенная и микромир предстают перед нами как единая картина всего сущего, видимого нами физического мира, непротиворечивая картина, которая создавалась научным воображением Маркова в течение всей его жизни.

В должности академика-секретаря АН СССР Марков уделял внимание публицистическим статьям: по вопросам развития физики элементарных частиц («Будущее науки», 1973), об ответственности ученого за дальнейшее существование всего человечества («Ученые и будущее человечества», 1981) и др.

Бурное развитие атомной и ядерной физики в середине XX в. привело к открытию атомной энергии и созданию атомной бомбы. Эти научные достижения оказали огромное влияние на экономику, политику и межгосударственные отношения. Наука, в широком смысле этого слова, стала существенным элементом технического прогресса, который в свою очередь обеспечивает прогресс научных исследований. Все науки становятся дорогими, а наука, посвященная изучению космоса, по своей дороговизне обогнала все другие. Анализируя ситуацию, Марков заключает, что сумма мировых затрат на науку, тем не менее, пока еще составляет малую часть мирового бюджета. Но даже и в этом случае Марков призывает общество к необходимости рационально, планомерно подходить к финансированию научных исследований: «. . . выделение средств на развитие наук пока еще в существенной части не всегда определяется рационально потребностями науки, а тем, сколько "можно" выделить на науку в ряду других затрат. Но в этом "можно" еще столько неопределенностей и случайностей» (Т. П. С. 357).

Достижения науки последних десятилетий XX в. ставят под угрозу дальнейшее существование всего человечества. Одна из особенностей развития науки и применения ее достижений в техническом прогрессе — это непредсказуемость последствий, иногда не очень близких. Реальность часто оказывается фантастичнее научных прогнозов. Поэтому так важна ответственность ученого перед человечеством. К сожалению, этические нормы непригодны, чтобы эффективно влиять на позицию ученого в том или ином вопросе. Марков пишет: «. . . Клятва Гиппократа, произносимая медиками при вступлении на поприще практической деятельности, обладает известной этической силой. Но сколь часто такого рода этические барьеры рушатся в столкновении

с жестокими законами жизни в мире наживы, погони за прибылью. Неоднократно предлагавшиеся аналоги клятвы Гиппократов для ученых всего мира могли бы стать, в лучшем случае, не более чем полезной утопией. . . » (Т. II. С. 359). И здесь Марков приводит пример: «Профессор Р. Фукс на Лондонской Всемирной конференции ученых (1955 г.) предложил, например, такой вариант клятвы: ”Понимая, что мои научные знания дают мне все возрастающую власть над силами природы, я клянусь использовать эти знания и эту власть исключительно на благо человечества и воздерживаться от любой научной деятельности, которая, на мой взгляд, может иметь пагубные последствия”».

Марков пишет по поводу создания атомной бомбы: «. . . Убежденный пацифист Эйнштейн был вынужден выступать за создание самого страшного оружия. Сознание своей ответственности перед человечеством было существенным аргументом в пользу этой инициативы ученых, а лейтмотивом ее было стремление упредить Гитлера в обладании атомным оружием. Атомное оружие появилось уже после разгрома фашистской Германии. И, тем не менее, оно было использовано для уничтожения гражданского населения городов Японии (Хиросимы и Нагасаки. — *П. С. И.*) — для демонстрации мощи, не вызывавшейся никакой военной необходимостью. И об этом ужасном факте истории никогда нельзя забывать. . . » (Т. II. С. 359–360) и далее: «. . . Для всех нас самое главное — сделать невозможным возникновение войн на Земле и третьей мировой войны в особенности. . . » (Т. II. С. 363).

Сознание ответственности ученых перед обществом привело к возникновению Пагуошского движения ученых, членом исполнительного комитета которого Марков был в течение почти пятнадцати лет (1973–1987 гг.).

В статье «Научились ли мы мыслить по-новому?» (к двадцатилетию Пагуошского движения) [25] Марков пишет: «Научиться мыслить по-новому, чтобы сохранить жизнь на нашей планете, — это лейтмотив обращения к человечеству в историческом Манифесте Рассела–Эйнштейна. В канадской рыбацкой деревушке Пагуош, где 20 лет тому назад собрались авторитетнейшие ученые всех стран, прозвучали эти слова Манифеста. . . ».

Моисей Александрович цитирует из Манифеста слова: «Мы должны научиться мыслить по-новому, мы должны научиться спрашивать себя не о том, какие шаги надо предпринимать для достижения военной победы тем лагерем, к которому мы принадлежим, ибо таких шагов больше не существует, мы должны задавать себе другой вопрос: какие шаги можно предпринять для предупреждения военного конфликта, исход которого будет катастрофическим для всех его участников. < . . . > В данном случае мы выступаем не как представители того или иного народа, континента и вероучения, а как биологические существа, как представители рода человеческого, дальнейшее существование которого находится под сомнением. < . . . > Как люди мы должны помнить о том, что разногласия между Востоком и Западом должны

решаться таким образом, чтобы дать возможное удовлетворение всем: коммунистам или антикоммунистам, азиатам, европейцам и американцам, белым и черным. Эти разногласия не должны решаться силой оружия, мы хотим, чтобы это поняли как на Востоке, так и на Западе».

Марков спрашивает: понял ли мир это? Научились ли мы мыслить по-новому? И отвечает: «К сожалению, в мире еще представляют силу люди, которые не только не научились мыслить по-новому, но, как иногда кажется, разучились мыслить вообще. . . » [25, с. 367].

Задача Пагуошского движения состоит в реализации благородных идей мира, в том, чтобы объединить усилия людей доброй воли, направить силы ученых на то, чтобы ликвидировать угрозу мировой термоядерной катастрофы. Ликвидация гонки вооружения, проблема всеобщего и полного разоружения, решение глобальных проблем планеты, построение нового экономического порядка — эти и другие политические, социальные и научные задачи рассматривает Моисей Александрович в духе реализации целей Пагуошского движения.

В марте 1987 г. Моисей Александрович обратился с письмом к членам исполкома Пагуошского движения, в котором заявил о своем решении выйти как из его состава, так и его совета «по причине серьезного ухудшения» здоровья. В своем письме Марков, в частности, выразил «неудовлетворенность результатами своей деятельности» и обоснованно мотивировал свою позицию по этому заявлению.

Участники 37-й Пагуошской конференции по науке и мировым проблемам единодушно выразили Маркову свою признательность за его вклад в деятельность этого движения: «. . . мы знаем о том значительном воздействии, которое оказали Ваши искренность и честность за все эти годы на участников Пагуошского движения, а также многих других людей. . . » [26].

Столетие со дня рождения Моисея Александровича Маркова является прекрасным поводом вспомнить о замечательном человеке и ученом, нашем современнике, подающем последующим поколениям ученых пример, как надо любить науку, как можно отдавать все свои силы, знания, все свое время любимой науке, какую меру ответственности перед человечеством должен нести ученый-пацифист и как, не боясь ответственности и не жалея сил, надо ставить перед собой самые сложные научные проблемы. Такие цели мог ставить перед собой только человек, беспредельно верящий в силу человеческого разума.

Приношу глубокую благодарность О. В. Теряеву за организацию обсуждения содержания обзора и ценные замечания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Марков М. А.* Избранные труды. М.: Наука, 2001. Т. II. С. 481–501. (Далее ссылки на «Избранные труды» будут даваться в виде: *Марков М. А.* Т. . . . С. . . .)

2. *Markov M. A.* On the Quantum Mechanical Stability of Benzol Molecule // J. Chem. Phys. 1933. V. 1. P. 784–788 (см. *Марков М. А.* Т. I. С. 19–26).
3. *Марков М. А.* О четырехмерно протяженном электроде в релятивистской квантовой области // ЖЭТФ. 1940. Т. 10. С. 1311–1328;
Марков М. А. Т. I. С. 80–116.
4. *Юкава Х.* Лекции по физике. М.: Энергоатомиздат, 1981. С. 83–84.
5. *Исаев П. С.* Обыкновенные, странные, очарованные, прекрасные... М.: Энергоатомиздат, 1995. С. 81–96.
6. *Марков М. А.* // Докл. АН СССР. 1943. Т. 40, № 1. С. 21–22.
7. *Марков М. А.* Размышляя о физиках... о физике... о мире. М.: Наука, 1993.
8. *Блохинцев Д. И.* Принципиальные вопросы квантовой механики. М.: Наука, 1966.
9. Quantum Mechanics Debate // Phys. Today. April, 1971.
10. *Исаев П. С., Мамчур Е. А.* // УФН. 2000. № 9. С. 1025–1030.
11. *Марков М. А.* Т. I. С. 160–164.
12. *Марков М. А.* Т. I. С. 179–202.
13. *Марков М. А.* Т. I. С. 202–206.
14. *Марков М. А.* Т. I. С. 233–246.
15. *Марков М. А.* // Докл. АН СССР. 1955. Т. 101. С. 51.
16. *Исаев П. С., Марков М. А.* К теории Λ^0 -частиц // ЖЭТФ. 1955. Т. 29, вып. 1(7). С. 111.
17. *Марков М. А.* Гипероны и K -мезоны. М.: Физматгиз, 1958.
18. *Жданов Г. Б., Хайдаров А. А.* // Докл. АН СССР. 1949. Т. LXV. С. 287.
19. К физике нейтрино высоких энергий. Дубна: ОИЯИ, 1960.
20. *Марков М. А.* Т. I. С. 288–292.
21. *Марков М. А.* Т. II. С. 124–128.
22. *Марков М. А.* Т. II. С. 300–326.
23. *Марков М. А.* Т. II. С. 326–333.
24. *Марков М. А.* Т. II. С. 150–153; 177–200.
25. *Марков М. А.* Т. II. С. 366–377.
26. *Марков М. А.* Т. II. С. 384–388.