

## КЛАССИФИКАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК В СРЕДНЕВЕКОВЫХ АРАБСКИХ ЭНЦИКЛОПЕДИЯХ

Г. П. МАТВИЕВСКАЯ [Ташкент]

Мыслители средневекового Ближнего и Среднего Востока придавали особое значение классификации наук, усматривая в ней организующее начало творческой деятельности ученого.

Все гуманитарные и естественные науки, известные в то время, обычно подразделялись на две группы. К одной относились канонические, так называемые шариатские науки — мусульманское право, теология, а также лингвистика, поэтика, риторика. Вторая объединяла «неарабские», или «древние» науки, унаследованные от греков и сирийцев, т. е. философию, логику, арифметику, геометрию, астрономию, музыку, медицину, механику, химию.

Классификация «древних» наук, принятая в этот период, базировалась в основном на античной традиции, которая нашла выражение в трудах Аристотеля (384—322 гг. до н. э.) и его комментаторов — Порфирия (IV в.), Аммония (конец V — начало VI в.), Иоанна Филопона (VI в.) и др. Однако трактовка отдельных научных дисциплин и понимание роли каждой из них претерпели определенные изменения. Это касается, в частности, классификации математических наук, в которой прослеживаются существенно новые черты, отразившие перемену в общем развитии математики.

В классический период истории древнегреческой науки математику подразделяли на два направления, между которыми предполагалось принципиальное различие. Первое из них — собственно математика. Она изучала объекты, не изменяющиеся в количественном отношении и рассматриваемые отвлеченно от реального содержания. Объекты такого рода подразделялись на непрерывные (линии, плоскости, тела, углы и т. д.) и дискретные (целые числа); соответственно выделялись и две научные дисциплины — геометрия, изучавшая непрерывные величины, и арифметика, занимавшаяся свойствами чисел. К математике относили также теоретическую астрономию и теорию музыки. Количественные отношения, существующие между реальными чувственно воспринимаемыми объектами, являлись, согласно этой классификации, предметом рассмотрения прикладной математики, по существу наукой не считавшейся. К ней относились, в частности, практическая арифметика (логистика), искусство измерения земли, механика, оптика и т. п.

Однако уже в эллинистический период прикладные вопросы стали занимать все большее место в исследованиях математиков. Под воздействием запросов практики начали разрабатываться различные вычислительные приемы, арифметико-алгебраические методы постепенно вытесняли методы геометрической алгебры. Эти изменения отразились и в классификации математических наук: прикладные разделы математики получили равноправие с теоретическими. Так, Гемин Родосский (ок. 70 г. до н. э.) подразделяет математику на чистую, включающую в себя арифметику и геометрию, и прикладную, куда входят логистика, геодезия, гармония, оптика, механика, астрономия [1].

В математике восточного средневековья с характерным для нее вниманием к прикладным вопросам получила развитие именно эта тенденция, т. е. был воспринят такой подход к классификации математических наук, который узаконил равноправие теоретических и прикладных дисциплин. В античную схему в связи с потребностями практики вносились соответствующие изменения.

Развернутое разъяснение принципов классификации точных наук мы находим в многочисленных арабских энциклопедиях. Они являются бесценными документами, позволяющими понять и оценить научные познания эпохи расцвета средневековой восточной культуры.

Академик И. Ю. Крачковский писал: «Необозримая масса арабских энциклопедий даже и в ничтожной мере не может считаться подготовленной для систематического исследования... Систематическое изучение колоссального материала впереди и потребует немалой энергии для ряда подготовительных работ» [2, с. 15—22]. В наше время некоторые памятники этого рода уже в достаточной степени изучены и могут дать богатый материал по истории различных наук, в том числе математических.

К наиболее ранним сочинениям энциклопедического характера, в которых систематизированы сведения из разных областей «древних» наук, принадлежат трактаты «Классификация наук» и «О происхождении наук» великого мыслителя средневекового Востока Абу Насра Мухаммада ал-Фараби (850—950 гг.). Оба сочинения сыграли важную роль в развитии восточной науки и в переводе на латынь получили широкую известность в средневековой Европе. («Классификация наук» (ихса ал-улум) существует в арабском оригинале, опубликованном и исследованном сравнительно недавно [3]<sup>1</sup>, и в двух не имеющих значительных различий латинских переводах XII в. Трактат «О происхождении наук» сохранился только в латинской версии [4, с. 148—156].)

Ал-Фараби подразделяет математику [5, с. 74—101]<sup>2</sup> на арифметику, геометрию, оптику, науку о звездах, науку о музыке, механику (науку о тяжестях) и науку об искусных приемах. Эта классификация учитывает не только теоретические, но и практические дисциплины и тем самым существенно отличается от пифагорейской классификации, основанной на понимании математики как чисто абстрактного знания.

В арифметике — «науке чисел» — ал-Фараби видит две науки: практическую (или ал-адад ал-амали), которую «люди применяют в торговых и гражданских делах», и теоретическую (илм ал-адад ан-назари, иначе — хисаб ан-назари, или ал-арисматики), изучающую «числа в абсолютном смысле, отвлеченные разумом от тел и всего, что поддается в них счету». Теоретическая арифметика на Востоке охватывала вопросы, изложенные в VII—IX книгах «Начал» Евклида и во «Введении в арифметику» Никомаха Гераского [6].

Геометрию ал-Фараби также подразделяет на практическую и теоретическую. «Специалист по практической геометрии, — пишет он, — представляет себе линии, поверхности, квадратные, круглые и треугольные тела как материю, являющуюся предметом этого практического искусства». В теоретической же геометрии эти объекты рассматриваются абстрактно, «не как дерево, кирпич или железо, а вообще как геометрическое тело».

Наука оптики рассматривает, согласно ал-Фараби, те же вопросы, что и геометрия, с той разницей, что «предмет геометрии более общий».

<sup>1</sup> Относительно более ранних публикаций см.: Хайруллаев М. М. Мировоззрение Фараби и его значение в истории философии. Ташкент: «Фан», 1967. Русский перев. «Классификации наук» см. Ал-Фараби. Философские трактаты. Алма-Ата, 1970.

<sup>2</sup> См. также: Матвиевская Г. П. Учение о числе на средневековом Ближнем и Среднем Востоке. Ташкент: Фан, 1967, с. 103—106. Русский перевод математического раздела по арабскому оригиналу: Ал-Фараби. Математические трактаты, Алма-Ата, Изд-во «Наука», 1972, с. 17—51 (перевод А. Кубесова и И. О. Махаммеда, примечания А. Кубесова и Б. А. Розенфельда).

По античной традиции оптика подразделяется на геометрическую оптику, которая решает задачи, связанные с постулатом о прямолинейном распространении света, и катоптрику — науку об отражении лучей от плоских и сферических зеркал, пользовавшуюся на Востоке большой популярностью.

Астрономия изучает, говорит ал-Фараби, форму, величину, взаимное расположение небесных тел и их движение, а также Землю, измерение ее поверхности, определение географических координат населенных пунктов, составление календаря и т. д. Астрологию он считает ремеслом, сходным с гаданием, толкованием снов, предсказаниям событий по полету птиц и т. п. В науке о музыке также выделены практическая и теоретическая части. Наука о тяжестях ('илм ал-аскал) включает теорию простых механизмов и учение о рычажных весах.

Наконец, последний раздел математических наук, согласно ал-Фараби, — это наука «об искусных приемах» ('илм ал-хийал, в латинском переводе — *scientia de ingeniis*), которую он определяет как «учение о том, каким образом надо поступать, чтобы привести в соответствие и воплотить в естественных телах все то, существование чего доказано в упомянутых математических науках путем рассуждений и доказательств». Иными словами, здесь объединены методы решения прикладных задач математики, механики, астрономии и оптики. Интересно отметить, что сюда же ал-Фараби относит алгебру (ал-джабр и ва-л-мукабала) и теорию квадратичных иррациональностей, изложенную в X книге «Начал» Евклида в геометрической форме и арифметизированную восточными математиками [6]. Примечательно также, что в этом разделе он оперирует понятием «иррациональное число» (асами — невыразимое, глухое), отступая, таким образом, от традиции пифагорейцев, называвших числом лишь совокупность единиц.

Во второй половине X в. (после 976 г.) было написано другое сочинение, также весьма важное для понимания принципов классификации наук на Востоке, — энциклопедия «Ключи наук» (мафатих ал-'улум), автор которой Абу Абдаллах Мухаммад ибн Ахмад ибн Йусуф ал-Хорезми ал-катиб (т. е. писец, или секретарь) работал в средней Азии и Хорасане и принадлежал, по-видимому, к административным кругам при дворе Саманидов<sup>3</sup>. Этот труд, задуманный как справочник технических терминов, с которыми сталкивается в своей практике чиновник, является, по выражению И. Ю. Крачковского, «одним из интереснейших первоисточников для проникновения во все стороны жизни этой эпохи» [2, с. 17]. Значительные научные достоинства энциклопедии свидетельствуют о широкой образованности ее автора.

После издания арабского текста «Ключей наук» в 1865 г. [7] сочинение сразу привлекло внимание исследователей. Разделы, касающиеся естественных наук и техники, основательно изучены и частично изданы в немецком переводе в 1906—1925 гг. Э. Видеманом в серии статей «К истории естественных наук», помещенных в «Записках Эрлангенского физико-медицинского общества» [8]. Там же было опубликовано исследование Э. Зейделя о медицинском разделе «Ключей наук». Общий обзор сочинения дал в 1963 г. К. Босворс [9], которому принадлежит также перевод главы о «секретарской» терминологии.

Ал-Хорезми дает определение и разъясняет содержание всех известных ему наук, которые он подразделил по традиции на канонические и «древние». Арифметика, как и у ал-Фараби, подразделяется на теоретическую и практическую. В практической арифметике выделена прежде всего «индийская арифметика» (хисаб ал-хинд), основу которой состав-

<sup>3</sup> Его нередко путают с другим хорезмийским ученым — выдающимся математиком Мухаммадом ибн Мусой ал-Хорезми, автором знаменитых трактатов по арифметике и алгебре, работавшим несколько раньше в Багдаде.

ляют девять знаков и ноль. Затем упомянуто исчисление с помощью букв арабского алфавита, которым придаются числовые значения (хисаб ал-джумал, иначе называемое «абджад»); ал-Хорезми говорит, что его применяют астрономы и вычислители. Третьим разделом названа «алгебра и алмукабала», которая определяется как «искусство искусств для вычисления и прекрасный метод решения трудных задач», особенно полезный при разделе наследства и коммерческих сделках. Ал-Хорезми упоминает также «исчисление с помощью ложных положений», «исчисление диргема и динара» и некоторые другие вычислительные приемы, которыми пользовались восточные математики-практики [6], однако заключает, что «наиболее красивым и общим является исчисление алгебры и алмукабалы».

Следует заметить, что ал-Хорезми, как и ал-Фараби, специально останавливается на вопросе об иррациональном корне и проявляет знакомство с проблемой теоретического обоснования этого понятия, стоявшей в то время перед математиками. Он противопоставляет ему понятие «абсолютного корня», который «является рациональным, т. е. таким, значение которого известно со всей строгостью и может быть произнесено: например, корень из 100 есть 10, корень из 9 есть 3, корень из 4 есть 2». Относительно иррационального корня говорится, что «пути для его строго выражения не существует, как, например, для корня из 2, или 3, или 10»; поскольку «истинного значения его найти невозможно», следует искать его приближенно. Здесь же ал-Хорезми приводит понятие «биномиали» и дает пример  $\sqrt{20} + \sqrt{10}$ , что свидетельствует о его знакомстве с  $X$ , наиболее сложной в глазах ученых того времени книгой «Начал» Евклида.

При обсуждении вопросов геометрии ал-Хорезми основывается на «Началах» Евклида. Вначале он разъясняет «предпосылки этого искусства», выделяя в нем теоретическое направление — собственно геометрию (ал-хандаса, или джуматрийа) и практическое, т. е. землемерие (ал-мисаха). Геометрическая величина определяется как «вещь, обладающая измерениями», и различаются три вида величин: линии, поверхности и тела. Рассматриваются различные виды линий, плоских углов, поверхностей (плоские, выпуклые, вогнутые), четырехугольников, телесных фигур (в том числе правильных многогранников). Особое внимание автора привлекают эллиптические и параболические поверхности — несомненно, в связи с их применением в оптике.

Глава, посвященная астрономии, подразделяется, согласно отдельным астрономическим дисциплинам, на разделы: о названиях планет, неподвижных звезд и созвездий, о кругах на небесной сфере, о началах астрологии, об астрономических инструментах (в том числе о плоской и сферической астролябии и приборах для измерения времени). В главе о музыке сначала рассматриваются практические вопросы — о музыкальных инструментах, затем — вопросы музыкальной теории. На них ал-Хорезми подробно не останавливается, ссылаясь на специальные книги, ей посвященные.

Глава о механических приспособлениях и гидравлических и пневматических машинах подразделяется на две части. Первая (о перемещении тяжестей с помощью небольшой силы, благодаря применению различных приспособлений) содержит описание рычага, клина, сверла, а также некоторых военных машин. Во второй разъясняется конструкция клепсидр, песочных часов, сифонов, кранов для бочек, военных машин, извергающих на врага горящую смолу, и приспособлений для подъема воды и направления ее в нужное место. Эти разделы восточной механики базировались на трудах Филона (III в. до н. э.) и Герона (I в. до н. э.), переведенных на арабский язык.

К сочинениям энциклопедического типа, содержащих классификацию наук, можно причислить и законченный в 987 г. «Перечень» (фих-

рист) [10] багдадского библиофила, занимавшегося книжной торговлей, Ибн абу Яакуба ан-Надима, известного среди современников своей ученостью. Это библиографический словарь, в котором приведены характеристики отдельных областей науки и сведения об ученых, работавших в каждой из них. Особенно ценен данный ан-Надимом список сочинений, по которому можно судить о вопросах, считавшихся наиболее актуальными в то время. Много внимания уделено математике и астрономии (соответствующий раздел сочинения переведен на немецкий язык Г. Зутером [11]).

Особое место среди энциклопедий X в. занимают «Послания братьев чистоты», или «Послания верных друзей» (рисала ихван ас-сафа), составленные группой членов тайного религиозно-политического общества, которое действовало в Басре, Багдаде и других городах Аббасидского халифата, находившегося в этот период на грани распада. «Послания» объединяют 52 трактата, в которых изложены основы научных знаний [12].

Классификация наук в этом сочинении отличается от принятой в других энциклопедиях, что отражает специфические взгляды его авторов. Философские науки подразделяются на математические, логические, естественные и метафизические. Математика, с которой начинается сочинение, включает в себя, как обычно, арифметику, геометрию, астрономию и музыку, причем для их обозначения применяются не только арабские, но и греческие термины в арабской транскрипции (арисматики, джуматрийа, мусики).

Арифметика определяется как «познание сущности чисел, того, сколько различных видов чисел бывает, какие особые свойства они имеют, как они возникают из единицы, которая находится перед двумя, и что получается, когда один вид чисел комбинируется с другим». Рассматриваются вопросы, затрагивавшиеся Никомахом. Следует, однако, отметить, что здесь мы встречаем редкий для восточной теоретической арифметики случай, когда дроби названы числами: «Числа бывают двух видов, целые числа и дробные. Единица, которая предшествует двум, является источником и причиной всех чисел, и от нее происходят все числа, как целые, так и дробные... Целые числа возникают путем приращения, а дробные числа — посредством деления».

Относительно геометрии сказано, что она познает сущность плоскостей и тел, многообразие их видов и их особые свойства, изучает то, что получается, когда одну плоскость комбинируют с другой, и как они начинаются с точки — исходного момента линии, которая для геометрии является тем же, чем единица для науки о числах». Интересно, что подразделяя геометрию на «чувственную» и теоретическую, авторы называют первую «началом и введением», а во второй видят «одну из целей, которую ищут мудрецы, глубоко знающие теологию и изучавшие теоретическую математику». Перекликаясь с ал-Фараби, они говорят о порядке изучения математических наук, «при котором ученики ведутся от чувственной области к области разума», а затем «от физических предметов к духовным». При этом «чувственной» геометрии придается весьма важное познавательное значение: «Знай, о брат,... что изучение чувственной геометрии ведет к мастерству во всех практических искусствах, так как эта наука является одним из входов, через который мы движемся к познанию сущности души, это — корень знания, элемент мудрости и основа всех практических и умственных искусств».

Астрономия определена как «познание сфер, звезд и созвездий», их количества, расстояний между ними, скорости их движений, времени оборотов, а также того, каким образом светила предсказывают земные события.

Классификации математических наук уделил внимание и великий среднеазиатский ученый Абу Али ибн Сина (980—1037), специально по-

святив ей сочинение «Части наук, основанных на разуме» и большие разделы своих философских энциклопедий — «Книга исцеления», «Книга спасения», «Книга знания». Трактат «Части наук, основанных на разуме» исследован У. И. Каримовым [13, с. 986—990] по двум рукописям — № 2213, 2385, хранящимся в Институте востоковедения АН УзССР, раздел о математических науках (по рукописи № 2947/III из того же собрания) — Г. П. Матвиевской [6, с. 106—108]. Немецкий перевод этого раздела был опубликован в 1905 г. Э. Видеманом [14, с. 425—429].

Ибн Сина, подразделяя математические науки на учение о числе, геометрию, астрономию и музыку, отмечает, что каждая из этих частей имеет свои разделы, или «ветви» (фуру'). К последним он относит, по существу, «науку об искусных приемах», знакомую нам по классификации ал-Фараби. Помимо алгебры он добавляет к ней практическую арифметику. Таким образом, у ибн Сины прикладные математические науки фигурируют в качестве подразделов теоретических дисциплин.

Классификация, данная ал-Фараби и ибн Синой, оказала влияние на ученых средневековой Европы, и в частности на Р. Бэкона [15].

Начиная с XI в. число восточных энциклопедий неуклонно возрастает. Увеличивается и количество наук, подлежащих классификации. По словам И. Ю. Крачковского, «если X век сводил их к десятку или двум, то Фахр ад-Дин ар-Рази (ум. в 1209 г.) в арабской версии своей энциклопедии насчитывает уже 40; а в более поздний персидский — 60» [2, с. 19].

В значительной мере изменился и принцип классификации наук в энциклопедиях, ставших гораздо объемистее: авторы стремились расположить обширный материал в порядке, наиболее удобном для чтения и практического применения прочитанного. Примером может служить космография Закарии ибн Мухаммада ал-Казвини (ум. в 1283 г.), озаглавленная «Чудо творения и памятники стран», в которой приводится и обзор различных «искусств», включая математические дисциплины. В ней разделы об арифметике, музыке, астрологическом значении звезд, геометрических построениях и пользовании астролябией разбросаны между разделами о скотоводстве, охоте, ткачестве, строительном искусстве, кузнечном деле, врачевании и т. д. [16, с. 14—66, 236—262].

Современник ал-Казвини выдающийся математик, астроном и философ Насир ад-Дин ат-Туси (1201—1274) предложил схему классификации наук, которая в значительной мере напоминает схему ибн Сины. В сочинении «Насирова этика» (Ахлак-и-Насири) [17] он подразделяет математические дисциплины следующим образом: 1) геометрия — «учение об измерениях, их законах и следствиях», 2) наука о числе — «познание чисел и их свойств», 3) астрономия — «познание различных положений высших небесных тел относительно друг друга и низших тел, измерение их движений и расстояний», 4) наука композиции ('илм-и талиф) — «познание составного отношения и его видов, если оно применяется к звукам, касается их отношения друг к другу..., то оно называется наукой музыки». Он упоминает также производные дисциплины, к которым относятся, например, наука о перспективе и оптика, наука алгебры и алмукабалы, наука механики.

Весьма основательно и систематично рассматриваются точные науки в энциклопедии «Правильное руководство для того, кто стремится к блестящей цели» (иршад ал-касид ила асна ал-макасид) Мухаммада ибн Ибрахима ал-Акфани (ум. в 1348 г.), работавшего в Каире и известного в литературе также под именем ал-Ансари. Арабский текст сочинения был издан в 1849 г. [18]. Исследованию разделов о естествознании и математике посвящены многие статьи Э. Видемана [8].

В своей классификации научных дисциплин ал-Акфани опирается на предшественников, в том числе на ибн Сину, однако во многом он оригинален. Его отличает еще большее внимание к прикладным наукам, кото-

рые у него весьма многочисленны. Каждой из них отведен особый раздел, где разъясняются ее цель и получаемая от нее польза, а также перечислены важнейшие греческие и арабские сочинения, ей посвященные.

Вопреки традиции, вначале рассматривается не арифметика, а геометрия. Пользу от ее изучения автор видит прежде всего в том, что разум при этом приобретает остроту и проницательность. Но из нее извлекается и практическая выгода, когда «чертятся планы для постройки крепостей, жилищ, сводов, мостов и тому подобного».

Пользу от теоретической арифметики ал-Акфани видит «в упражнении ума» при размышлении над тем, что касается «абстрактного, освобожденного от материи и всего с ней связанного». Однако она находит приложение к тем наукам, «которые от нее ответвляются», а именно к различным видам практической арифметики. К последним ал-Акфани причисляет прежде всего «открытый» счет, применяющийся в астрономии, геодезии, при делении наследства и в медицине; он пишет, что «ни властитель, ни ученый, ни обыкновенный человек не могут обойтись без него». По-видимому, здесь имеются в виду вычислительные приемы староарабской арифметики, которым ал-Акфани противопоставляет «счет с помощью доски и пыли», основанный на «применении девяти знаков», заимствованных у индийцев. Далее названы «алгебра и алмукабала», правило ложных положений, вычисление с помощью диргема и динара.

Примерно полувеком позже было написано «Введение в историю» [19] знаменитого арабского историка Ибн Халдуна (ум. ок. 1406 г.), которого И. Ю. Крачковский называет «последним представителем самостоятельного творчества в области энциклопедий за этот период» [2, с. 20]. Все науки он подразделяет на философские, свойственные человеку от природы, не зависящие от религий и существующие «с тех пор, как в мире возникла цивилизация» [19, т. 3, с. 111], и на канонические (шариат). Первой из философских наук ибн Халдун называет логику, второй — физику (включающую науки о минералах, растениях, животных и т. д.), далее — метафизику и, наконец, — учение о величинах, которое подразделяется на четыре математические науки. На первом месте значится геометрия — наука о величинах вообще, как непрерывных, так и не обладающих свойством непрерывности.

Арифметика определяется как «учение о свойствах чисел, объединенных в арифметическую или геометрическую прогрессию» [19, т. 3, с. 118]. В отличие от обычного изложения теоретической арифметики ибн Халдун вначале дает описание свойств прогрессий и кратко перечисляет на этой основе свойства чисел. Считая теоретическую арифметику «наиболее очевидной частью математики», о которой писали многие древние философы, замечает, что «этого предмета избегают более поздние ученые, так как он обычно не применяется на практике, будучи полезным скорее в доказательствах, чем в практических вычислениях» [19, т. 3, с. 121].

К геометрии относятся сферическая тригонометрия, конические сечения, механика, землемерие.

Мы рассмотрели наиболее характерные примеры классификации математических наук, приведенных в энциклопедиях, составленных до XV в. Из более поздних трудов энциклопедического характера следует назвать «Ключ счастья» (мифтах ас-са адат) уроженца Бруссы Абу-л-Хайра Ташкёпризаде (1495—1561) [20, с. 73—78], который дал систематический обзор 316 дисциплин, во многом опираясь на труд ал-Акфани.

Наконец, «последняя капитальная энциклопедия», представляющая, по выражению И. Ю. Крачковского, «памятник, единственный в своем роде, в высшей степени характерный для своей эпохи» [2, с. 22] — это «Раскрытие сомнений относительно названных книг и наук» Мустафы ибн Абдаллаха Катиба Челеби, известного под именем Хаджжи Халифы (1609—1657). В этом многотомном сочинении [21] расположены в ал-

фавитном порядке все известные автору названия арабских, персидских и турецких научных трудов (свыше 14 тыс.) и определения всех наук, развивающихся на Востоке. В классификации Хаджи Халифы выделено гораздо больше побочных дисциплин, чем у его предшественников. Особо определяется «наука о классификации наук» [21, т. II, с. 385]. Геометрия подразделена на 15 наук (добавлена наука о мореплавании, о весах, о плавающих телах и т. п.), астрономия дополнена географией, науками о движущейся сфере, о созвездиях и т. д. (всего 27 дисциплин) [21, т. I, с. 198—199], к арифметике добавлено несколько частных вычислительных приемов [21, т. III, с. 60—66]. Эта энциклопедия содержит много интересных для истории математики сведений, включая данные о некоторых малоизвестных или вообще неизвестных ученых.

#### Литература

1. *Tannery P.* La classement des mathématiques d'après Geminus.— Bull. sci. mathém. Paris, 1885, t. XX (1).
2. *Крачковский И. Ю.* Арабские энциклопедии средневековья (Предварительное сообщение).— Тр. Ин-та книги, документа и письма. Т. II. Л., 1932.
3. *Abū Nasr al-Fārābi.* Ihsā' al-'ulum. Cairo, 1949.
4. *Григорян С. Н.* Из истории философии Средней Азии и Ирана VII—XII вв. М., 1960.
5. *Wiedemann E.* Über al Farabis Aufzählung der Wissenschaften (De scientiis).— Sitzungsber. phys.-med. Soz. in Erlangen, 1907, B. 39.
6. *Матвиевская Г. П.* Учение о числе на средневековом Ближнем и Среднем Востоке. Ташкент: Фан, 1967.
7. *Van Vloten G.* Liber Mafātih al-olūm explicans vocabula technica scientiarum... auctore Abū Abdallah Mohammed ibn Ahmed ibn Jusof al-Kātib al-Khowārezmi, Lugduni Bat., 1895.
8. *Wiedemann E.* Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften.— Sitzungsber. phys.-med. Soz. in Erlangen, VI (1906), X (1906), XIV (1908), XVIII (1909), XXII (1910), XXIV (1911), XXVII (1912), XLVII (1916), LVII (1918), LXVI (1925).
9. *Bosworth C. E.* A pioneer Arabic encyclopedia of the sciences: al Khwārizmī's Keys of the sciences.— Isis, 1963, v. 54, pt 1, № 175, p. 97—111.
10. *Ibn Abī Ja'qūb an-Nadīm.* Kitāb al-Fihrist/Eds Flügel G. Roediger J., Muller A./Leipzig, 1871—1872, B. I—II.
11. *Suter H.* Das Mathematiker-Verzeichnis im Fihrist des Ibn Abi Ja'qub an-Nadim.— Abhandl. Gesch. math. Wiss., 1892, № 6, S. 1—87.
12. *Nasr S. H.* Science and civilization in Islam. Cambridge, 1968; *Rosenthal F.* Das Fortleben der Antike im Islam. Zürich—Stuttgart, 1965. *Goldstein B.* A treatise on number theory from a tenth century Arabic source.— Centaurus, 1964, v. 10, № 3.
13. *Каримов У. И.* Классификация наук по Ибн Сине.— В кн.: Материалы I Всес. конф. востоковедов в Ташкенте. Ташкент: Изд-во АН УзССР, 1958.
14. *Wiedemann E.* Auszüge aus arabischen Enzyklopädiën und Anderes (Beitrag V). Auszüge aus Ibn Sina's «Teile der philosophischen Wissenschaften» (mathematischen Wissenschaften).— Sitzungsber. phys.-med. Soz. in Erlangen, 1905, B. 37, p. 425—429.
15. *Шамурин Е. О.* Очерки по истории библиотечно-библиографической классификации. Т. I. М., 1955.
16. *Ruska J.* Kazwinistudien. Islam, 1913, B. 4, S. 14—66, 236—262.
17. The Nasirean ethics (Transl. Wiskens G. M.). London, 1961.
18. *Al-Akfāni.* A survey of the Muhammedan sciences (Ed. Sprenger A.) Calcuta, 1849.
19. *Ibn Khaldūn.* The Muqaddimah or Introduction to history (Trans. Rosenthal F.) London, 1958, V. 1—4.
20. *Wüstenfeld F.* Die Geschichtsschreiber der Araber und ihre Werke (Abt. 1—3).— Abhandl. Kgl. Ges. Wiss. zu Göttingen, 1881, B. 28; 1882, B. 29.
21. Lexicon bibliographicum et encyclopaedicum a Mustafa ben Abdallah Katib Jelebi dicto et nomine Haji Khalfa celebrato compositum. T. I—VII. Lipsiae, 1835—1838.

### CLASSIFICATION OF MATHEMATICAL SCIENCES

#### IN THE MEDIEVAL ARAB ENCYCLOPEDIAE

G. P. MATVIYEVSKAYA

The paper deals with the problem of classification of mathematical sciences in the medieval arab encyclopaediae, such as «Messages of Brothers of Purity» and in the scientific works of the medieval thinkers Al-Farabi, Al-Khoresmi, Ibn Sina, At-Tusi and others.

## ОТКРЫТИЕ МЕЗОНОВ

И. В. ДОРМАН

Давно известное и надежно установленное обычно кажется довольно простым и даже очевидным. Фактически же большинство достижений в науке (и не только в науке) является плодом огромной работы, рождается в итоге мучительных сомнений и разочарований. В этом плане характерным примером может послужить история открытия нескольких элементарных частиц, а именно семейства мезонов.

В истории физики атомного ядра и элементарных частиц 1932 год оставил заметный след. В этом году были открыты две новые элементарные частицы: позитрон и нейтрон, создана протонно-нейтронная модель ядра, начал работать первый циклотрон. Появление протонно-нейтронной модели ядра [1, с. 798; 2, с. 1] позволило объяснить многие спорные вопросы и выдвинуло на первый план проблему происхождения ядерных сил. В 1934 г. Э. Ферми [3, с. 161], учитывая гипотезу Паули о том, что при  $\beta$ -распаде появляется еще одна нерегистрируемая в опыте частица — нейтрино, предложил свою замечательную теорию  $\beta$ -распада. Ферми, как и Гейзенберг, рассматривал протон и нейтрон «как два внутренних квантовых состояния тяжелой частицы». По аналогии с теорией испускания квантов света из возбужденного атома в обычном процессе излучения он предположил, что нейтрон, переходя в протон, испускает электрон и нейтрино. В результате сразу же стало ясно, что открывается возможность нового типа взаимодействия между нуклонами, переносимого парами частиц — электроном плюс нейтрино.

Первая количественная теория обменных электронно-нейтринных ядерных сил ( $\beta$ -сил) была создана в 1934 г. советским физиком И. Е. Таммом [4, с. 981]. Однако при этом Тамм показал, что  $\beta$ -силы необычайно слабы по сравнению с силами, которые могли бы объяснить устойчивость ядра. Идеи, взятые за основу теории  $\beta$ -сил, были развиты при построении дальнейшей теории ядерных сил. В 1935 г. Х. Юкава [5, с. 48], сохраняя основную идею переноса сил частицами конечной массы, отнес ядерные взаимодействия за счет существования новых гипотетических частиц, сильно взаимодействующих с нуклонами. Эти кванты поля ядерных сил имели массу, которая определяется радиусом действия ядерных сил и равнялась, согласно оценкам Юкавы, примерно 200 электронным массам.

Фантастическая, как представлялось в то время, идея Юкавы была действительно необычайно смелой. Даже простую связь массы полевых частиц с радиусом сил, замеченную Юкавой (в наши дни она представляется столь очевидной!) было трудно осознать. Потребовалось несколько лет, чтобы большинство физиков во всем мире согласилось с этой мыслью. Юкава тем временем, развивая свою теорию, чтобы объяснить слабый  $\beta$ -распад, предсказал, что частица, связанная с полем ядерных сил, должна быть нестабильной и распадаться на электрон и нейтрино (следовательно, спин частицы должен быть целочисленным). Среднее время жизни «частицы Юкавы» (юкона, как ее называли на первых порах) составляло, согласно оценкам,  $0,5 \cdot 10^{-8}$  с.

Хотя введение гипотетической частицы было связано с квантованием поля ядерных сил, Юкава в конце своей работы отмечал, что она, веро-