

Я. А. БОРЗЕНКОВ — ИСТОРИК БИОЛОГИИ

Л. Я. БЛЯХЕР

Приближается столетие со дня смерти Я. А. Борзенкова, — известного русского ученого — анатома, физиолога, эмбриолога, создателя московской школы сравнительной анатомии. Работы Я. А. Борзенкова по истории зоологии послужили фундаментом для развития отечественной истории биологической науки. Деятельность Борзенкова свидетельствует о том, что в XIX в. в России уже ставились проблемы научной классификации биологии. Я. А. Борзенков сделал немалый вклад, в частности, в историю зоологии. Примечательно, что русский биолог, ученик К. Ф. Рулье, основательно изучил теорию Дарвина и в своих исследованиях опирался на ее положения, что, естественно, отражалось и на популяризации материалистического дарвиновского учения.

Естественнонаучная жизнь России того времени являла собой достаточно сложную картину. Как и везде, российские естествоиспытатели не могли не принимать участия в общей борьбе материалистических и идеалистических тенденций, делая это на выводах своих наук. Философия вторгалась в сферы естественных наук, и чрезвычайно многое зависело от выбора ученым той или иной методологии. Блестящие успехи Я. А. Борзенкова в области разработки проблем сравнительной анатомии в немалой степени определялись занимаемой им материалистической позицией. Это позволило ученому сделать значительный вклад и в развитие отечественной истории биологической науки.

Яков Андреевич Борзенков (1825—1883) окончил Московский университет в 1855 г. и был оставлен при университете. В 1857 г. он вел преподавание зоологии и сравнительной анатомии на медицинском факультете, а в 1860 г. был исполняющим обязанности адъюнкта по кафедре сравнительной анатомии и физиологии физико-математического факультета. С 1862 г. он работал в Вюрцбурге под руководством А. Келликера и Г. Мюллера. В 1869 г. Борзенков защитил магистерскую, а в 1870 г. — докторскую диссертации, которые были посвящены исследованию различных стадий развития яичника у куриного зародыша. В 1870 г. Я. А. Борзенков был утвержден экстраординарным, а в 1873 г. — ординарным профессором по кафедре сравнительной анатомии в Московском университете.

Заметим, что в обеих своих диссертациях ученый уделил значительное внимание истории исследований изучаемого им вопроса. Уже в это время историография является одним из направлений его научной деятельности. Своими работами Я. А. Борзенков оставил заметный след в отечественной историографии биологии. Как отмечает Б. Е. Райков в своем труде «Русские биологи-эволюционисты до Дарвина», «Борзенков имел особый вкус к истории науки, и его обзоры... отличаются содержательностью, глубиной и, как этюды по истории эмбриологии, до сих пор не потеряли своего значения» [1, с. 165—166].

Интерес Борзенкова к истории науки выразился, в частности, в том, что свою актовую речь в день годовщины Московского университета 12 января 1881 г. он посвятил истории науки [2, с. 1—61]. Через год после смерти Я. А. Борзенкова была напечатана вводная часть его лекций

по сравнительной анатомии [3, с. 1—242], о которой историк зоологии Н. Н. Плавильщиков писал: «Большой знаток философии, Борзенков давал своей аудитории много сведений и по истории зоологии; часть их вошла в его «Чтения по сравнительной анатомии», большой и прекрасный труд, оставшийся незаконченным» [4, с. 260]. В сущности этот труд Борзенкова явился первым русским исследованием по истории биологии, охватывающим период вплоть до 70-х годов XIX в.

Следует отметить, что в те же годы с достаточно подробными статьями по истории естествознания, главным образом биологии, выступил и Л. К. Попов, писавший под псевдонимом Эльпе [5]. Однако Попов был скорее публицист и популяризатор науки, чем ученый-естественник.

По мнению Борзенкова, зоология, название которой как самостоятельной науки впервые употребил в XVII в. И. Шперлинг, ведет начало от Аристотеля, который в «Истории животных» описывал наружные и внутренние части животных, не только крупные, обладающие определенными функциями (органы), но и части, повторяющиеся в различных органах (ткани), которые Аристотель называл гомойомерами.

Несовершенство аристотелевских описаний функций органов Борзенков объяснял отсутствием сведений о химическом строении живого вещества. Сведения Аристотеля об образе жизни животных Борзенков вслед за своим учителем К. Ф. Рулье предлагал объединять под названием «Биология животных» или «Зообиология». Он высоко оценил также попытку Аристотеля создать классификацию животных, основанную не на различиях в *одном* признаке (искусственная), а на *большом числе* признаков, что, по мысли Борзенкова, «характерно для естественных классификаций» [3, с. 3]. Борзенков считал особенно важным, что «История животных» Аристотеля не только охватывает очень широкую область зоологии, но группировка фактов служит у него стремлением «объяснить описываемые явления, отыскать *причину* этих явлений». Конечно, Аристотель не всегда мог указать на причинно-следственные связи биологических явлений. В таких случаях он строил догадки относительно того, какую пользу предшествующее явление имеет для данного, и эту пользу он называл конечной причиной [3, с. 5].

Наука о животных в трудах Аристотеля содержала, как показывал Борзенков, сведения о строении тела и деятельности животных, обособившиеся в дальнейшем в специальные дисциплины: анатомию, хотя, по словам Борзенкова, «для нее было бы приличнее название *морфологии животных*», и физиологию, так что «на долю зоологии собственно остались сведения биологические — о жизни животных... и классификация» [3, с. 7]. Сведения об образе жизни, игравшие столь важную роль у Аристотеля и у некоторых естествоиспытателей XVIII и первой половины XIX в. (Реомюр, Бюффон, Бонне, Паллас и др.), по мнению Борзенкова, в дальнейшем, к сожалению, почти исчезли из зоологии [3, с. 9]. Переходя к неоплатонизму, представителем которого он назвал Плотина (204—269), Борзенков заметил, что это направление отвлекало от наблюдений, собирания новых фактов и выяснения причин явлений. Впрочем, по словам Борзенкова, «дух свободного исследования исчез» раньше, уже Плиний (28—79) был больше компилятором, чем наблюдателем. Нельзя не заметить, что, столь лаконично упоминая о трудах Плиния, Борзенков не увидел, что его сочинения по существу являются зачатком истории биологии.

Характеризуя развитие знаний, в области анатомии человека, Борзенков отметил, что долгое время здесь был непререкаем авторитет Галена. Лишь Везалий (1514—1564) решился критиковать Галена, утверждая, что Гален не знал организации человека и судил о ней по строению животных [3, с. 35]. Борзенков особо выделял роль исследований строения человеческого тела Г. Фаллопием (1523—1565), назвавшим гомойомерии Аристотеля подобными частями (*partes similes*).

Борзенков уделял немалое внимание преемственности в развитии научных идей.

Естественно, что исследовательские интересы Борзенкова — анатома и эмбриолога — постоянно обращены к эволюции этих проблем в истории биологии. Так, Борзенков писал о работах В. Койтера (1535—1600), который сравнивал скелет взрослого человека со скелетом человеческого зародыша и со скелетом млекопитающих, особенно обезьян, о попытках И. Фабриция (1537—1619) и А. Северино (1580—1650), пытавшихся сопоставить строение органов и их функций. Борзенков упоминал и П. Белона (1518—1561), сравнивавшего поставленные в одинаковых позах скелеты человека и птицы, чтобы «выяснить, какие кости имеют одно и то же морфологическое значение» [3, с. 36].

Соображения Ф. Бэкона о том, что изучение природы должно начинаться с описания и сопоставления (причем следует обращать внимание не только на признаки различия, но особенно на признаки сходства, в частности на примере плавников рыб и конечностей четвероногих животных), Борзенков считал имеющими значение для сравнительной анатомии.

Отметив роль идей Бэкона в развитии естествознания вообще и особенно описательных наук, в том числе морфологии, Борзенков напомнил, что после 200-летнего периода, в течение которого естествознание шло по пути, указанному Ф. Бэконом, начались выступления против его взглядов. Среди противников воззрений Бэкона Борзенков назвал естествоиспытателя Ю. Либиха. Борзенков доказывал, что Либих искажил мысль Бэкона, приписав ему утверждение, будто математика приносит вред естествознанию.

Последующее развитие сравнительной анатомии, по мнению Борзенкова, шло в соответствии с рекомендациями Бэкона, считавшего, что изучение должно начинаться с описания (примером служили труды Мальпиги, Сваммердама, Галлера и др.). Особое значение Борзенков придавал деятельности Вик д'Азира, впервые в 1773 г. читавшего «курс анатомии человека, разъясненной сравнением с организацией животных», т. е. проводившего принцип сравнения задолго до Кювье, которого часто называют основателем сравнительной анатомии. Для Борзенкова важно и то, что Вик д'Азир «признавал единство организации во всем животном царстве, причем различия во внешнем виде соответствующих друг другу органов различных животных зависят от их приспособления к функции...» [3, с. 72]. Борзенков считал существенным, что Вик д'Азир «первый начал сравнивать между собой части организма одного и того же животного (передние и задние конечности зверей и человека) и тем самым положил начало... так называемой *сериальной гомологии* органов, которой позднее занимались Э. Жоффруа Сент-Илер, Окен и особенно Оуэн [3, с. 73].

Говоря о Кювье, Борзенков напомнил, возражая его биографам-панегиристам (например, Флурансу), что тот не только не был основателем сравнительной анатомии, но и не дал ей какого-либо нового направления, так как в соответствии с традицией он смотрел на органы как на части, связанные с определенной функцией. «Отсюда, — писал Борзенков, — часто являлась несколько телеологическая подкраска сравнительной анатомии» [3, с. 75].

Борзенков отмечал далее большое влияние на прогресс сравнительной анатомии трудов Э. Жоффруа Сент-Илера, который, по мнению Борзенкова, под влиянием идеи Бонне о непрерывной цепи существ пришел к мысли о единстве строения животных, т. е. *аналогичности* органов не по форме («она очень изменчива и не может служить критерием для определения тождественности органов») и не по отпращиванию («одно и то же отпращивание может совершаться совершенно различными органами»). «Тождественность органов, их истинное морфологиче-

ское значение определяется только их взаимным расположением» [3, с. 79]. Опровергая идеи Э. Жоффруа Сент-Илера о единстве плана строения позвоночных и членистых, а также позвоночных и головоногих моллюсков, Борзенков оправдывает эти заблуждения тем, что первый вывод был основан на немногочисленных и не особенно точных исследованиях, а второй — на «неверных наблюдениях Мейрана и Лорансе» [3, с. 82]. Для истории сравнительной анатомии Борзенков считал важным, что «Жоффруа Сент-Илер в отличие от его современников, в частности Кювье, не ставит строение органа в зависимость от его отправления... а, наоборот, отправление органа ставит в зависимость от его строения... Противоположное воззрение имеет корень в телеологии, в учении о конечных причинах, которое... было введено в... науку еще Аристотелем» [3, с. 83].

Борзенков находил, что Гете, подобно Жоффруа Сент-Илеру, смотрел на сравнительную анатомию как на самостоятельную науку, в которой изучение начинается с наблюдения и собирания фактов, а затем «идея должна получить этот материал и строить из него здание науки» [3, с. 93]. Идя таким путем, Гете выдвинул идею происхождения черепа из позвонков. И Гете, и Жоффруа Сент-Илер считали необходимым изучать развитие животных. Однако «основателем настоящей научной эмбриологии, — писал Борзенков, был К. Ф. Вольф, который опроверг существовавшую до того теорию эволюции (в смысле разворачивания предсуществующего), которую поддерживали Бонне и Галлер» [3, с. 95]. Охарактеризовав основные труды К. Ф. Вольфа («Theoria generationis» и «De formatione intestinorum»), построенные на принципе эпигенеза, Борзенков проследил дальнейшее развитие эмбриологии в исследованиях Х. Пандера и К. Э. Бэра. Понимание исторического (в смысле истории науки) значения трудов Пандера Борзенков выразил в следующих словах: хотя теперь «работа Пандера кажется весьма несовершенною; но в свое время она была великим делом, открывая путь, по которому пошли эмбриологи XIX столетия» [3, с. 99]. Исторической заслугой Бэра Борзенков считал создание основ сравнительной эмбриологии в результате изучения развития всех классов позвоночных и некоторых беспозвоночных.

Далее Борзенков рассмотрел связь различных направлений сравнительной анатомии с философскими системами конца XVIII — начала XIX вв. — Канта, Фихте, Шеллинга и Гегеля. По мнению Борзенкова, у Канта экскурсии в область «естествоведения» носили случайный характер; Фихте усилил идеалистическую сторону философии, отказавшись от понятия вещи в себе: «Если бы не было Я, то не было бы и не-Я». Это рассуждение Борзенков считал «очень хорошим, но в нем пропущено одно словечко: *представление*. Т. е. если бы не было Я, то не было бы не-Я, а представления о не-Я. Для существования природы совершенно все равно, есть ли существо, которое воспринимает впечатления, производимые ею» [3, с. 105]. Переходя к Шеллингу, Борзенков отметил, что Шеллинг, основатель философии тождества, оказал влияние на зоологов, стремившихся отыскать признаки единства плана в организации различных таксономических групп. К школе последователей Шеллинга, идеи которого «долго оставались погребенными в натурфилософском хламе», Борзенков относил Л. Окена. Зоологическая часть его «Всеобщей естественной истории», по мнению Борзенкова, «представляет... замечательное собрание сведений, добытых предшественниками Окена и обогащенных его собственными наблюдениями. В частности, Окен был (наряду с Гете) творцом так называемой позвоночной теории черепа, ошибочной в деталях, но в которой таится глубокая и верная идея о гомологичности собственно черепа... с некоторой частью позвоночника... Хотя Окен, как натурфилософ, сам и говорил тоном оракула, черпающего свои воззрения из глубины

своего Я, но, как естествоиспытатель, он сознавал, что на деле все же следует начинать с непосредственного наблюдения» [3, с. 111].

Другим блестящим представителем этого направления в сравнительной анатомии Борзенков называл К. Каруса, не только «философствовавшего», но и *действительно* «много работавшего». Борзенков перечислил работы Каруса в области зоологии, физиологии, сравнительной психологии, а также в области изучения развития различных животных и охарактеризовал его учебник сравнительной анатомии и атлас сравнительно-анатомических рисунков. Однако Борзенков писал, что под влиянием философии Шеллинга Карус «захотел а priori построить все формы скелета, так хорошо известные ему из прямого *эмпирического* изучения их». Карус допускал, что первичной формой всякого скелета «должна быть *полая сфера*. Из нее он... *строит* всевозможные формы скелета» [3, с. 112—113].

Крайности абстрактных априорных суждений натурфилософов породили, по мнению Борзенкова, другую крайность — отказ от всякого теоретизирования. Представителем этого направления Борзенков считал Кювье, который видел задачу описательных наук, в частности анатомии, только в том, чтобы «называть, классифицировать и описывать» объекты изучения. Вместе с тем изучавшие анатомию «не могли отказаться от потребности рассуждать», прежде всего путем сравнения организации одних животных с организацией других. По этому пути, полагал Борзенков, во Франции кроме Жоффруа Сент-Илера пошли Савиньи, Бленвиль и Дюжес.

Среди сравнительных анатомов Борзенков отмечал также французов Дюфура, Дюжардена, Милян-Эдвардса, бельгийца П. ван Бенедена, немцев Меккеля, Тидемана, Боянуса и особенно выделял И. Мюллера, который включил в сравнительную анатомию гистологические исследования, получившие дальнейшее развитие в работах Келликера, Гегенбаура, Шульце и Лейдига.

Борзенков объяснял, что под влиянием скептического критицизма Юма в Англии не было ни увлечения натурфилософией (как в Германии), ни крайностями реакции против нее (как во Франции). Английские сравнительные анатомы добывали факты и из их сравнения выводили общие заключения. В качестве примера Борзенков привел исследования Оуэном скелета позвоночных и их зубов, имевшие большое значение для палеонтологии. Труды Оуэна об архетипе позвоночных Борзенков считал осуществлением требования Гете: «Опыт должен показать нам части, которые общи всем животным, и то, чем они отличаются у разных животных. Идея должна получить власть над всем этим и создать общий «образ» [3, с. 119—120]. Дальнейшее развитие сравнительной анатомии Борзенков связывал с Т. Гексли.

На смену идее типа к этому времени пришла идея о происхождении ныне живущих и весьма различных между собой животных от общих прародителей. Эту мысль высказывали в XVIII в. (де Майе) и в начале XIX в. (Ламарк, Жоффруа Сент-Илер).

В университетской речи 1881 г. [2, с. 30—33] Борзенков подробно охарактеризовал взгляды Ламарка и Жоффруа Сент-Илера, отметив, в частности, что Ламарк ввел в учение об эволюции два важных фактора: длительность периодов эволюционного развития и суммирование мелких наследуемых изменений. Третье положение Ламарка об изменениях вследствие волевых усилий Борзенков считал произвольным и ненаучным. Он указал, что противники Ламарка, не заметив двух важных положений его концепции, опровергали очевидно несостоятельное третье. Наряду с Ламарком из предшественников Дарвина Борзенков указывает на Уоллеса и Рулье. К. Ф. Рулье он называл «гениальным человеком», «великим учителем», а его лекции «вдохновенными».

Отдавая должное этим ученым, Борзенков отмечал, что никто из них не мог до Ч. Дарвина удовлетворительно объяснить, как мог совершаться процесс эволюции. Только Дарвин «своим учением о происхождении видов сделал понятным это, и на место учения о подчинении организации... *идее типа* было поставлено учение о кровном родстве» [3, с. 121—122]. Далее Борзенков кратко изложил учение Дарвина о наследственности, борьбе за существование и «естественном отборе» [см. 3, с. 123]. Давая общую оценку теории Дарвина, Борзенков утверждал, что «в полном своем объеме это учение не может быть признано доказанной научной теорией, что оно есть не более, чем гипотеза». Однако научность этой гипотезы, по мнению Борзенкова, подтверждается тем, что она исходит не из произвольных положений, а из верных фактических сведений, допускающих проверку наблюдением и опытом, что она построена вполне логично и объясняет множество фактов, что «ни в одной науке нет ни одного достоверного сведения, которое противоречило бы ей» [3, с. 124—125]. Ценность учения Дарвина для морфологии Борзенков видел, в частности, в том, что оно «дает совершенно естественное объяснение гомологичности всех организмов, принадлежащих к одному и тому же типу» [3, с. 126], и объясняет наличие рудиментарных органов, которые утратили значение вследствие изменений условий жизни. Борзенков отчетливо видел принципиальное различие представлений Жоффруа Сент-Илера о «единстве плана» и Дарвина о «единстве происхождения».

Борзенков отметил большое впечатление, которое произвело учение Дарвина на его современников, а также то, что часть биологов отнеслась к нему враждебно, в частности Вагнер, Виганд и Агассиз. Их выступление против учения Дарвина, по мнению Борзенкова, мало повредило дарвинизму. Гораздо больше вреда сделали ему люди, которые... усвоили некоторые выводы Дарвина, оставшись совершенно чуждыми... духу осторожного индуктивного исследования... Дарвинова учения о происхождении видов и даже пошли прямо противоположным путем покойной натурфилософии» [3, с. 129].

Наиболее ярким примером такого рода Борзенков считал Э. Геккеля, которого он тем не менее называл «одним из самых талантливых зоологов настоящего времени». Однако, по мнению Борзенкова, Геккель примкнул к учению Дарвина только на словах и, стремясь обосновать (*begründen*) и развить дарвинизм... самым коренным образом изменил его». В частности, Дарвин относился «очень осторожно к вопросу о первом появлении живых существ» [3, с. 130], тогда как Геккель, исходя «из общих положений, которые являются нивесть откуда, *строит* природу». Геккель утверждал, что прежде всего должно было появиться органическое вещество («какое именно? — спрашивал в скобках Борзенков, — их очень много»). Самозарождение организмов из органического вещества Геккель называл «своею углеродною теориею». Борзенков предполагал, что это отголосок «Океновой натурфилософии», в которой § 898 гласит: «Основное вещество органического мира есть углерод». Борзенков упрекал Геккеля не только за априорные допущения общего характера, но и за вольное обращение с фактами. Так, анализируя работу Геккеля о строении и развитии известковых губок, Борзенков предупреждал читателя, что верить описаниям Геккеля нельзя, как это показал И. И. Мечников. Ссылаясь на мнение К. Земпера, Борзенков отметил, что Геккель в своей «*Anthropogenie*» произвольно изменял рисунки, опубликованные другими зоологами, «чтобы приспособить эти рисунки к потребностям своих воззрений. Это, — иронически заметил Борзенков, — уже совершенно особый способ *приспособления* (*Anpassung*), до Геккеля не виданный в зоологической литературе» [3, с. 135].

Под впечатлением суждений Земпера и Мечникова Борзенков совершенно необоснованно возражал против основного биогенетического закона, т. е. учения о повторении (рекапитуляции) филогении в онтогении. На самом деле Геккель привел достаточно фактических наблюдений в пользу рекапитуляции. Зоологи Московского университета, где работал Борзенков, впоследствии развили идеи Геккеля, отбросив их слабые стороны. Большая заслуга в этом деле принадлежит А. Н. Северцову.

Оставшиеся незаконченными «Чтения до сравнительной анатомии» являются очерком истории микроскопической анатомии, т. е. истории цитологии и гистологии. Наличие подчинения одних частей другим в теле животных, как показал Борзенков, обнаружил уже Аристотель, различавший в частях животных «тройственную сложность». «Первая степень сложности», по Аристотелю, это — состав частей животных из так называемых элементов: земли, воды, воздуха и огня. Из этих элементов слагаются части, которые Аристотель называл гомойомериями («вторая степень сложности»). Гомойомерии повторяются в различных негомойомериях — пальцы, руки, различные части лица и т. д. (третья степень сложности); свойства негомойомерий зависят от тех гомойомерий, из которых они составлены. Негомойомерии в дальнейшем получили название органов. Среди гомойомерий Аристотель различал кровь, жир, мясо, тяжи, хрящи, кости и др. Гомойомерии Аристотеля, заключил Борзенков, приблизительно соответствуют позднему понятию тканей [3, с. 147—148]. Гален, по мнению Борзенкова, различал почти те же гомойомерии, что и Аристотель. У Фаллопия в «Лекциях о сходных частях человеческого тела» (1775), кроме названных у Галена, добавлены паренхима, кутис и кутикула.

О первых попытках изучать строение тканей с помощью микроскопа Борзенков писал в связи с исследованиями М. Мальпиги и Н. Гру. Оба они наблюдали элементы тканей, т. е. клетки, а также волокна и трубочки. Именно от Гру «ведет начало термин *сотканье, ткань, contextus, tela*». Борзенков заметил, что Мальпиги в тканях животных «не узнал пузырьков (клеточек), знакомых ему из анатомии растений» [3, с. 151]. Неизученность тонкого строения животных и растений привела Галле-ра к мнению, что их «плотные [т. е. не жидкие] части состоят... из аморфного вещества и волоконца (фибр), однако последние видеть нельзя, так как они доступны только умственному взору» [3, с. 155]. Сомнения в возможности увидеть составные части организма под микроскопом привели, по словам Борзенкова, к отказу от пользования им. Следствием этого явилась попытка Биша без помощи микроскопа создать новую науку — общую анатомию, науку о тканях животного организма с ее приложениями к физиологии и медицине. Простых тканей Биша насчитывал 21. Борзенков дал их перечень, заметив, однако, что многие из этих «тканей» на самом деле являются органами, состоящими из нескольких тканей. Далее Борзенков изложил ряд параграфов из «Курса натурфилософии» Л. Окена, в которых идет речь об этапах формирования живых структур от углерода к слизи, «состоящей из точек», далее к «пузырькам» и к инфузориям. Сходные умозрительные суждения К. Ф. Хойзингера (в «Системе гистологии», 1822) Борзенков охарактеризовал в таких выражениях: «В какое состояние тогдашняя философия должна была приводить мыслительные способности для того, чтобы подобный набор слов мог выдаваться и приниматься за описание и объяснение того, что существует и происходит в организме?». Но Борзенков считал тем не менее, что «изучение растительных тканей и составляющих их анатомических элементов подвигалось вперед, медленно, но подвигалось» [3, с. 165]. Он иллюстрировал это утверждение наблюдениями Л. Тревирануса над образованием волокон и сосудов у растений из вытянутых клеточек, опытами Мольденгавера по разделе-

нию клеток и сосудов мацерацией, описаниями И. Мейена, обнаружившего в клетках кристаллы, зерна крахмала и хлорофилла, но не заметившего ядер, которые через три года открыл Р. Броун. Борзенков упомянул также о представлениях М. Шлейдена (1838), считавшего, что новые клетки образуются в «образовательной жидкости — цитобластеме», где сначала возникает ядро («цитобласт»), вокруг которого формируется клетка. Позднее (1845) Шлейден допускал также размножение клеток делением.

Борзенков проследил развитие идеи о единстве тончайшего строения животных и растений. Эту идею уже в 1824 г. высказал Дютроше, а затем о сходстве животных с растениями писали Валентин, Пуркинье и Тюрпен, пока эта идея не превратилась окончательно в клеточную теорию у Т. Шванна. Излагая мнение Шванна о том, что новообразование и рост клеток зависят от особой «пластической силы» и что деление клеток представляет уничтожение их индивидуальности, а не способ размножения, Борзенков выразил сожаление, что на Шванна не оказала влияния попытка Шлейдена объяснить деятельность клеток физико-химическими силами, вследствие чего Шванн допускал существование особых сил — метаболической и образовательной, «законы действия которых неизвестны, следовательно, — пишет Борзенков, — они ничем не лучше старинной жизненной силы» [3, с. 180]. Учение Шванна о клеточном строении животных и растений развивали Генле, Рейхерт, Келликер, Ремак, Вирхов и др.

Касаясь истории вопроса о способе образования новых клеток, Борзенков писал, что при этом «не обошлось без многих крупных ошибок», пока работы Ремака не «показали, что новые клеточки всегда образуются путем деления старых» [3, с. 186]. Это положение получило подтверждение и в патологической анатомии.

Далее Борзенков излагал некоторые высказывания Т. Гексли и Р. Лейдена по поводу роли ядра и клеточной оболочки. Затем он рассматривал сделанное Зибольдом сопоставление строения простейших с клеткой и введение термина «одноклеточные животные». Обращаясь к характеристике основного вещества клетки, которое Дюжарден называл саркодой, Борзенков более детально изложил наблюдения М. Шульце, в дальнейшем дополненные Геккелем, братьями Гертвигами и другими учеными. Эти наблюдения позволили сделать вывод о том, что саркода, в частности, корненожек состоит из веществ белковой природы, содержит включения жира и пигмента, что она сократима и способна переваривать пищевые частицы. Шульце убедительно доказал близость структурных и функциональных особенностей растительных клеток и корненожек. Э. Брюкке (1861), так же как Шульце, «считал необходимым исключить оболочку из схемы клетки» [3, с. 212], чем, по словам Борзенкова, аргументировал положение, что клетка — это не просто пузырек с жидким содержимым. Брюкке считал важнейшей составной частью клетки протоплазму, в которой сложные по атомному составу молекулы расположены «совершенно особым образом; это-то расположение... мы и называем организацией» [3 с. 217]. Одобрительно относясь к этим идеям, Борзенков вместе с тем заметил, что при имеющихся оптических средствах невозможно различить тонкое строение составных частей клетки, однако «сложность явлений, совершающихся в теле клеточки, указывает на вероятную сложность строения этого тела» [3, с. 218].

Борзенков скептически оценивал попытки моделировать живые структуры, в частности «опыты» Траубе, в которых при действии дубильной кислоты на клей вокруг капли клея образовывалась пленка и получившийся шарик увеличивался в размерах. «Этот опыт, — иронизировал Борзенков, — он [Траубе] прямо называет образованием клеточки из клея и дубильной кислоты» [3, с. 225, сноска]. Далее Борзен-

ков упомянул об исследованиях, посвященных перемещению клеток, в частности лейкоцитов, которые с помощью амебоидного движения могут выходить из кровеносных сосудов. По мнению Конгейма, эти клетки затем могут превращаться в клеточные элементы различных тканей, что противоречит представлениям о тканевой специфичности. Борзенков справедливо заметил по этому поводу, что отсутствие специфических признаков различных клеток может быть только кажущимся, что усовершенствование микроскопической техники поможет открыть специфические особенности строения различных клеток. Изобретение иммерсионных систем позволило обнаружить не известные ранее внутриклеточные структуры, в частности «полоски, состоящие из крупинок, как бы из точек» [3, с. 231]. Первые наблюдения такого рода, по свидетельству Борзенкова, были сделаны профессором Московского университета И. Д. Чистяковым, который описал некоторые изменения в расположении этих полосок, предшествующие делению ядра, и старался вскрыть связь описанных явлений с делением ядра. Приоритет Чистякова, как заметил Борзенков, признал Страсбургер, сказавший: «Чистяков был первым, кто кое-что видел относящееся к этой структуре (дифференцирование ядерной массы в виде полосок)» [3, с. 233].

Незаконченный труд Борзенкова прервался на изложении цитологических исследований К. Гейцмана.

Сохранившиеся части незаконченного труда Борзенкова — значительное явление в отечественной историко-научной литературе.

Литература

1. Райков Б. Е. Русские биологи-эволюционисты до Дарвина. Т. IV. М.—Л. 1959.
2. Борзенков Я. А. Исторический очерк направлений, существовавших в зоологических науках в XIX столетии. М., 1881.
3. Борзенков Я. А. Чтения по сравнительной анатомии.—Уч. зап. Моск. ун-та. Отд. ест.-ист., вып. 4, 1884.
4. Плавильщиков Н. Н. Очерки по истории зоологии. М., 1941.
5. Попов Л. К. Очерки развития естествознания. Очерк первый. Введение.—Русская речь, кн. 1, 1879.

Ya. A. BORZENKOV AS A HISTORICIAN OF BIOLOGY

L. Ya. BLAKHER

Ya. A. Borzenkov (1825—1883), a zoologist and an embryologist, a professor of Moscow University at the department of Comparative Anatomy since 1870, was wellknown as the author of researches in the history of Biology. His assembly speech 'Historical essay on current trends in zoological sciences in the 19th century' (1881) is published. Posthumous edition of his book 'Readers on Comparative Anatomy' rich for the information on the History of Zoology was out in 1884.

Borzenkov's works deal with a succession in development of scientific methods and ideas, and with a significance of descriptive and historical methods in particular, which was based upon evolutionary theory of Darwin and his precursors Lamarck and Geoffroy Saint-Hilaire.

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 рассматривающиеся 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]¹, 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]² 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 Геразского [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».

¹ 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.

² 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 Саманидов³. 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-

³ 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 Якуба 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-

святитв 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 Бруссy 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. Abu Nasr al-Fārābī. 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 Abu Abdallah Mohammed ibn Ahmed ibn Jusuf 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 Abi Ja'qub 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-Nadīm.— 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 Enzyklopädien 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-Akfani. 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 β -распаде появляется еще одна нерегистрируемая в опыте частица — нейтрино, предложил свою замечательную теорию β -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 (β -сил) была создана в 1934 г. советским физиком И. Е. Таммом [4, с. 981]. Однако при этом Тамм показал, что β -силы необычайно слабы по сравнению с силами, которые могли бы объяснить устойчивость ядра. Идеи, взятые за основу теории β -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 β -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-