

Пометка на листе 186, сделанная тем же самым почерком, заканчивается словами: «Христиан Северин Датский», хотя это и не рука Христиана Соренсена Лонгомонтана, как это установлено из сравнения с автографом письма Кеплеру (Венский кодекс 10 703, лист 236 об.).

В математическом разделе встречается множество мелких ссылок на Петра Нония (листы 20, 24, 25, 25 об.). Региомонтана (лл. 20 об., 25), Феодосия (лл. 22, 22 об.), Финка (*Geometriae rotundi*, Базель, 1583) (лл. 24, 25 об.), Клавия (л. 25 об.) и Витрувия (л. 28 об.). На листе 46, 76 об. и 110 упоминается Кристманновское издание «*Chronologica et astronomica elementa*» (Frankfurt, 1590) ал-Фергани. На листе 9 появляется «*Narratio*» Ретика в кеплеровском «*Prodiomus*», с. 116, где дается более поздний *terminus post quem* 1596 г.; сходное упоминание встречается на листе 7 «*Narratio*» Ретика, стр. 120. На листе 52 дается ссылка, сделанная, пожалуй, той же самой рукой, на «Атлас» Байера (1603) и находятся прежде упоминавшиеся ссылки на книги Кеплера 1604, 1606 и 1609 гг.

Трудно определить подлинное значение этого экземпляра книги Коперника, поскольку его аннотаторы так и остаются, к сожалению, неизвестными. Можно поискать и другие, вероятно, имеющиеся в книге намеки. Например, интересно отметить мало употреблявшееся имя Ретика на листе III: «И особенно Иоах, Ретик де Поррис»; Деппоррис была девичья фамилия матери Ретика, которой он воспользовался, поступая в Виттенбергский университет в 1532 г. Пожалуй, можно было бы отыскать похожий и поддающийся идентификации почерк.

О РАБОТАХ ИРАНСКИХ УЧЕНЫХ IX—X вв. АЛ-ИРАНШАХРИ И АР-РАЗИ ПО ФИЗИКЕ

Н. Н. МАРУПОВ (Душанбе), Б. А. РОЗЕНФЕЛЬД

Имя Абу Бакра ар-Рази (865—925) хорошо известно в истории науки. Он один из основателей химии, автор алхимических произведений «Книга тайн» и «Книга тайны тайн», а также один из известнейших врачей, написавший два классических медицинских сочинения — «Мансурова книга» и «Всеобъемлющая книга» и недавно изданный сборник историй болезней. Ар-Рази был также автором ряда философских произведений, сборник которых был издан П. Краусом, где помещены многие отрывки из не дошедших до нас сочинений, цитируемые разными авторами¹. Великий среднеазиатский ученый-энциклопедист Абу-р-Райхан Бируни (973—1048) написал специальное сочинение «Список книг ар-Рази»². Значительное число не дошедших до нас сочинений ар-Рази цитируется в «Хронологии» и «Индии» Бируни и в «Книге припаса путешественников» известного философа Насир-и-Хосрова (1004—1074?)³. Ар-Рази

¹ Al-Razi's Buch der Geheimnis der Geheimnisse, mit Einleitung und Erläuterungen, übers. von J. Ruska.— Quellen und Studien zur Geschichte der Naturwissenschaften und Technik, В. 6, 1937; Каримов У. И. Неизвестное сочинение ар-Рази «Книга тайны тайн». Ташкент, 1957; Razes liber ad Almansorum. Mediolani, 1481; Ар-Рази Абу Бакр. Китаб ал-Хави фи-т-тибб. Хайдарабд, т. 1—21, 1958—1968; Розий Абу Бакрва унинг шо-гирди ёзиб колдирган касалликлар тарихи. Кириш, таржима, изоҳ ва курсаткичлар Х. Хикматуллаевники. Ташкент, 1974; Raghensis (Razis) Abi Bakr Muhammadi filii Zachariae. Opera philosophica fragmentaque supersunt. Collegit et edidit P. Kraus. Cahirae, 1939.

² Beruni. Epitre contenant le repertoire des ouvrages de Muhammad b. Zakariya ar-Razi. Publié par P. Kraus. Paris, 1936.

³ Бируни Абу Райхан. Памятники минувших поколений. Пер. М. А. Салье.— Избранные произведения, т. 1, Ташкент, «Фан», 1957; Бируни Абу Райхан. Индия. Пер. А. Б. Халидова и Ю. Н. Завадовского.— Избранные произведения, т. 2, Ташкент, «Фан», 1963; Насир-и-Хосров. Зад ал-мусафирин. Изд. М. Базл ар-Рахман, Берлин, 1341 х. = 1935.

часто цитируется также в «Фармакогнозии» и «Минералогии» Бируни, в «Каноне медицины» Абу Али ибн Сины (980—1037) и в философской переписке Бируни с Ибн Синой⁴.

Говоря об ар-Рази, Бируни часто упоминает имя его учителя Абу-л-'Аббаса ал-Ираншахри: «Я не нашел среди авторов книг о различных учениях ни одного, кто бы преследовал цель излагать объективно, без всяких пристрастий и примесей, за исключением Абу-л-'Аббаса ал-Ираншахри, который не был приверженцем ни одной из религий и один придерживался изобретенной им самим [религии], к которой призывал [и других]»⁵. Сведения о трудах ал-Ираншахри также сохранились в различных сочинениях Бируни и Насир-и-Хосрова.

В своих философских трактатах ар-Рази часто выступал против Аристотеля, нередко опираясь при этом на весьма высокий на средневековом Востоке авторитет Платона. Однако во многом взгляды ар-Рази ближе не к взглядам Платона, а к взглядам Демокрита, которого ар-Рази в известных нам сочинениях не упоминает (заметим, что Демокрит, именовавшийся в арабских рукописях «хитроумным мудрецом Демокритом» (ал-хаким ал-махир Зимукратис), цитировался рядом алхимиков средневекового Востока⁶). Философские воззрения ар-Рази в значительной степени сложились под влиянием ал-Ираншахри.

В настоящей статье мы рассмотрим сохранившиеся сведения о вкладе ар-Рази и ал-Ираншахри в физику.

По данным «Списка книг ар-Рази» Бируни, ар-Рази был автором 33 сочинений по физике. К сожалению, ни одно из них не сохранилось, однако значительные отрывки из сочинений ар-Рази «Большая [книга] о материи» («ал-Хайула ал-кабир») и «О времени и пространстве» («Физ-заман ва-л-макан») приведены в «Припасе путешественников» Насир-и Хосрова, а некоторые разделы из книги ар-Рази о весах приведены в «Книге весов мудрости» ученого XII в. 'Абд ар-Рахмана ал-Хазини⁷.

В отличие от средневековых аристотеликов ар-Рази основывает свои естественнонаучные исследования на опыте. В своей «Книге тайны тайн» он перечисляет около 50 инструментов и приборов, которыми он пользовался. В своих экспериментальных исследованиях ар-Рази определял физические свойства изучаемых веществ, их цвет, удельный вес, теплопроводность и то, что в настоящее время называется удельной теплотой плавления⁸.

Ар-Рази в своих трудах рассматривает материю, пространство, время, и в частности атомистическое строение материи, пространства и времени, а также движение, весы, центры тяжести, тепло и холод, свойства магнита, атмосферные явления и механизм зрения.

При объяснении многих этих вопросов он приходит к оригинальным выводам, резко противоречащим общепринятым взглядам того времени.

Аристотель и Евклид считали, что геометрические тела неограниченно делимы, а процесс зрения происходит благодаря «зрительным лучам», выходящим из глаз, а не из источников света. Ар-Рази, напротив, так же как Демокрит, считал, что геометрические тела состоят из неде-

⁴ Бируни Абу Райхан. Фармакогнозия в медицине. Пер. У. И. Каримова. — Избранные произведения, т. 4, Ташкент, «Фан», 1973; Бируни Абу-р-Райхан. Собрание сведений для познания драгоценностей (Минералогия). Пер. А. М. Беленицкого. М., 1963; Абу Али ибн Сина. Канон врачебной науки, кн. 2. Пер. Ю. Н. Завадовского, С. М. Мирзоева, М. А. Салье. Ташкент, «Фан», 1956; Бируни и Ибн Сина. Переписка. Пер. Ю. Н. Завадовского. Ташкент, «Фан», 1973.

⁵ Бируни, Индия, с. 59.

⁶ Sezgin F. Geschichte des arabischen Schrifttums, B. 4. Alchimie — Chemie — Botanik — Agrikultur bis ca. 430 H. Leiden, 1971, S. 50.

⁷ Ал-Хазини Абд ар-Рахман, Китаб мизан ал-хикма. Хайдарабад, 1359 х. = 1941.

⁸ Каримов У. И. Указ. соч., с. 49, 50, 86.

лимых атомов пространства, а свет распространяется благодаря лучам, выходящим из источников света. Эта точка зрения впоследствии была поддержана величайшим оптиком средневековья Абу 'Али ибн аэ-Хайсамом (965—1039).

Во времена ар-Рази значительное развитие получили учения мусульманских схоластов-мутазилитов и мутакаллимов, во многом развивавших идеи пифагорейцев. В частности, некоторые мутазилиты и мутакаллимы считали, что пространство и время состоят из отдельных дискретных непротяженных точек (с помощью этого представления обосновывалось то, что Аллах «каждое мгновение творит мир заново»), другие мутазилиты придерживались математического атомизма демокритовского типа⁹.

В отличие от мусульманских схоластов и средневековых аристотеликов, считавших, что мир создан творцом, ар-Рази считал, что материя не сотворена никем: «Она всегда была и всегда будет», «в мире ничто не может возникнуть из ничего»¹⁰. Ар-Рази связывал представления о вечности материи с существованием атомов, считая, что тела не могут быть образованы из нетелесных субстанций, а могут состоять только из телесных атомов. «Материя, — писал ар-Рази, — извечна потому, что невозможно возникновение телесной вещи из ничего, ибо разум не воспринимает такое учение». В другом месте он говорит, что «невозможно возникновение из вещи, не имеющей величины, тела, обладающего величиной»¹¹.

Таким образом, согласно представлениям ар-Рази, атом является первичной материальной сущностью и материальные вещи образуются вследствие соединения атомов между собой.

Ар-Рази считал, что в образовании материальных тел помимо материальных атомов существенную роль играет пустота. Однако если у Демокрита пустота — это только место, в котором движутся атомы, в учении ар-Рази пустота является субстанцией. Под пустотой (*хала*) ар-Рази понимал «абсолютное пространство (*макан-и мутлак*)», состоящее из мелких частиц». Строение всех тел, в том числе четырех элементов, согласно ар-Рази, определяется различной степенью сочетания атомов с пустотой. Насир-и Хосров пишет: «Мухаммад Закирийа Рази в своем труде «Комментарии к божественной науке» (*Шарх-и илм-и илахи*) говорит: все они [элементы] состоят из субстанции абсолютной материи и субстанции пустоты. В огне, кроме субстанции материи, имеется еще субстанция пустоты, однако пустоты в нем больше, чем материи; в воздухе, говорит он, пустоты меньше, чем материи; в воде пустоты меньше, чем в субстанции воздуха; а в земле пустоты меньше, чем в субстанции воды»¹². Под «божественной наукой» в средние века понималась метафизика Аристотеля; возможно, что упомянутое сочинение ар-Рази было комментарием к самой «Метафизике». Мы видим, что если по Демокриту атомы различных элементов состоят из одной и той же материи, но отличаются по форме и величине, то согласно ар-Рази все элементы состоят из одинаковых неделимых частиц, не обладающих отличительными чертами.

Различием количества материи и пустоты в различных элементах ар-Рази объясняет физические свойства этих элементов — их легкость, тяжесть, прозрачность, удельный вес и т. д. «Из этих тел [т. е. элементов], — пишет ар-Рази, — самым плотным является земля, так как в ее составе больше материи, чем в составе воды, а частиц субстанции пустоты в земле меньше, а в воде больше, поэтому вода легче, чем земля, вода мягче и прозрачнее, а земля тверже и темнее»¹³.

⁹ Pines S. Beiträge zur islamischen Atomenlehre. Berlin, 1936, S. 5—7.

¹⁰ Насир-и-Хосров. Указ. соч., с. 103.

¹¹ Там же, с. 73, 74.

¹² Там же, с. 52, 53.

¹³ Там же, с. 79.

«Частицы субстанции пустоты», о которых говорит здесь ар-Рази,— атомы пространства, имеющие малые, но конечные размеры. Учение о математических атомах ар-Рази также заимствовал у Демокрита, но в отличие от Демокрита математические атомы ар-Рази существенно участвуют в образовании элементов. О признании ар-Рази математических атомов свидетельствует также название его недошедшего до нас «Трактата о том, что [утверждение о том, что] диагональ квадрата несоизмерима со стороной, не относится к геометрии» (Рисала фи анна-л-кутр ал-мурабба' ла йушарику ад-дил' мин гайр хандаса) ¹⁴. Ар-Рази здесь имеет в виду то, что в геометрии, основанной на математическом атомизме, нет несоизмеримых величин; он считал, что этот вопрос относится не к геометрии, а к философии, которая для него была неразрывна с физикой.

Таким образом, воззрения ар-Рази на материю и физическое пространство позволяют видеть в нем одного из провозвестников идеи неразрывности физического пространства с материей, которая была окончательно принята физикой только в XX в. Атомистическое учение ар-Рази противостояло идеалистическому атомизму мутазилитов и мутакаллимов, отрицавших демокритовский детерминизм. Поэтому Насир-и Хосров считал ар-Рази «отвратительным еретиком» ¹⁵.

Учение ар-Рази об атомистическом строении материи и пространства в дальнейшем защищалось Бируни ¹⁶.

Известно, что механика средневекового Востока строилась главным образом на базе античной механики и развивалась по тем же основным направлениям, что и механика древних. Многие ученые средневекового Востока внесли ценный вклад в геометрическое и кинематическое направление статистики. Здесь особенно следует отметить работы ар-Рази о взвешивании и создание им новых конструкций весов.

Ар-Рази одним из первых ставит вопрос о точности и чувствительности весов. Он подчеркивает, что для повышения чувствительности и точности весов необходимо: во-первых, брать как можно более тщательно выверенные весы, т. е. чтобы обе чаши весов вмещали равные количества воды; во-вторых, у весов должно быть тщательно обработанное однородное коромысло; в-третьих, при взвешивании особое внимание следует уделять расположению язычка.

Ар-Рази одним из первых наносит на коромысле весов шкалу с делениями, что дает возможность заранее определить соответствующие положения чаш при взвешивании различных тел. Ал-Хазини сообщает следующие слова ар-Рази о практическом пользовании его весами. «Затем подвешивают к коромыслу одну из чаш, другую помещают на противоположном конце коромысла. Чаша прикрепляется с помощью кольца с острием на конце шнура, и весы уравниваются. Затем возьмем мискаль золота и подбираем соответствующий ему [вес] серебра до тех пор, пока весы не уравновесятся. Потом возьмем открытый сосуд с водой и будем опускать в него весы до тех пор, пока обе чаши полностью не погрузятся в воду. Если затем [вынуть весы из воды], то перевесит чаша с золотом, так как в ней окажется больше воды. Когда эта чаша перевесит, то [для восстановления равновесия] будем перемещать кольцо [с подвижной чашей] к язычку до тех пор, пока он не установится перпендикулярно [коромыслу]. Отметим соответствующее [этому] место, что если в нем подвесить чашу со сплавом, на другую чашу положить равный ему [по весу] кусок серебра, опустить обе чаши в воду и уравновесить весы, то сплав состоит из золота и серебра. Таким же образом мы поступим с любым сплавом, [состав] которого мы хотим [определить]» ¹⁷.

¹⁴ Sezgin F. Указ. соч., В. 5. Mathematik bis ca. 430 H. Leiden, 1974, S. 282.

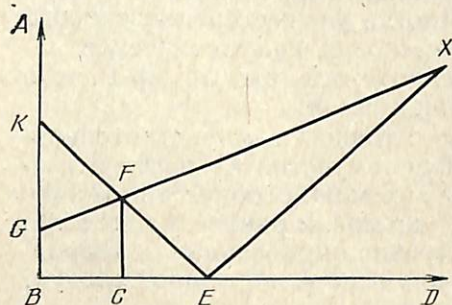
¹⁵ Насир-и Хосров. Указ. соч., с. 98.

¹⁶ Кедров Б. М., Розенфельд Б. А. Абу Райхан Бируни. М., «Наука», 1973, с. 35, 36, 50—52.

¹⁷ Ал-Хазини. Указ. соч., с. 85. Мы пользовались неопубликованным переводом М. М. Рожанской, за что приносим ей благодарность.

Отсюда вытекает, что, во-первых, весы ар-Рази являются усовершенствованными весами Архимеда; во-вторых, если весы Архимеда были пригодны для определения процентного состава только одной пары металлов, то весы ар-Рази пригодны для любых пар металлов. Далее ар-Рази на основе закона равновесия рычага указывает на способы определения процента содержания золота и серебра в их сплаве. При этом он подчеркивает, что иногда в сплавах могут находиться иные компоненты, что затрудняет уравнивание весов; чтобы избавиться от них, следует воспользоваться переплавкой или ковкой. Ал-Хазини описывает также еще один тип весов ар-Рази, который он называет «естественными весами», при взвешивании на которых вода наливается в чаши; эти весы подробно описаны М. М. Рожанской¹⁸.

Перейдем теперь к ал-Ираншахри. Несмотря на то что до нас не дошло ни одного его труда и пока единственным исследованием, посвященным ал-Ираншахри, является недавняя статья П. Г. Булгакова¹⁹, все же по многочисленным цитатам, имеющимся в сочинениях Бируни и Насир-и Хосрова, об ал-Ираншахри можно говорить, что он являлся крупным ученым своего времени. В частности, Бируни в «Хронологии» и «Индии» ссылается на ал-Ираншахри как на знатока истории религий различных народов, в «Геодезии» приводит его объяснение геодезических изменений, в частности доказательство перемещения морей, рек и гор²⁰. В «Каноне Мас'уда» Бируни указывается, что ал-Ираншахри принадлежит первое наблюдение кольцеобразного солнечного затмения и критика в



связи с этим Птолемея, который отрицал возможность таких затмений²¹; Бируни указывает, что ал-Ираншахри наблюдал это затмение в 873 г. В «Тениях» Бируни упоминает не дошедший до нас трактат ал-Ираншахри «Физические вопросы» (Масайл ат-таби'а). Бируни пересказывает одно место из этого трактата, посвященное оптике: «Абу-л-'Аббас ал-Ираншахри в «Физических вопросах» рассказывал, что он был на берегу реки и смотрел на гору, находящуюся против Солнца в это время, а человек подошел к берегу, и тогда на горе оказались две тени [этого человека], одна из которых — над другой. Далее он объясняет причину этого: пусть гора — АВ, земля — ВС, меридиан — CD, а Солнце — Х (см. рисунок), ал-Ираншахри находится в D, стоящий человек — CF. Через его голову проходит луч XFG. Поэтому его тень на горе — GB. Пусть луч, отраженный от поверхности воды под равными углами, проходящий через голову стоящего, — XEFK. Тогда его тень — KB. Что касается GB, то она затенена при обоих лучах, а на KG [тень и свет] смешаны, так как [на ней] от одного луча тень, а от другого свет»²².

Как видно, ал-Ираншахри наблюдал двойную тень и объяснял причину этого явления с помощью геометрической оптики.

¹⁸ Рожанская М. М. Механика на средневековом Востоке. М., «Наука», 1976, с. 118, 119.

¹⁹ Булгаков П. Г. Из истории формирования естественнонаучных идей в средневековом Хорасане и Средней Азии. — «Общественные науки в Узбекистане», Ташкент, 1974, № 12, с. 33—36.

²⁰ Бируни, Памятники..., с. 234; его же. Индия, с. 59, 234, 292; Бируни Абу Райхан. — Избранные произведения, т. 3. Геодезия. Пер. П. Г. Булгакова. Ташкент, «Фан», 1966, с. 94, 97.

²¹ Бируни Абу Райхан. Канон Мас'уда, ч. 2. Избранные произведения. Пер. Б. А. Розенфельда, А. Ахмедова, М. М. Рожанской и др. Ташкент, «Фан», 1976, т. 5, ч. 2, с. 29, 170.

²² Ал-Бируни Абу-р-Райхан. Расайл, ч. 2, Хайдарабд, 1948, с. 15, 16.

Насир-и Хосров в своей «Книге припаса путешественников» упоминает недошедшие до нас его труды «Великая книга» (Китаб-и джалил), «Книга об эфире» (Китаб-и асир)²³. Насир-и Хосров называет ал-Ираншахри «сторонником материи» и пишет, что «одним из главных учений философа ал-Ираншахри является учение о вечности материи и пространства»²⁴.

Из приведенных Насир-и Хосровом цитат из сочинений ал-Ираншахри видно, что он, будучи сыном своего времени, признавал бога, но считал его лишь первопричиной мира и вместе с тем указывал, что материальные тела существуют только в пространстве, котороеечно, так же как вечна материя. Он приводит слова ал-Ираншахри: «Материя сотворена богом, [но] она не существует без пространства, и поскольку материя вечна, то по необходимости пространство такжеечно»²⁵.

В отличие от тех, кто в духе религии отрицал бесконечность времени, ал-Ираншахри считал, что «время есть не что иное, как бесконечная и непрерывная субстанция»²⁶.

Ал-Ираншахри понимал бога в деистическом смысле. Именно в этом смысле следует понимать его слова, приведенные Насир-и Хосровом: «Философ ал-Ираншахри говорил, что время, длительность и вечность — не что иное, как сущность одной и той же субстанции, и время — свидетельство знания творца, пространство — свидетельство мощи творца, движение — свидетельство деятельности творца, а тело — свидетельство силы творца. И каждое из этих четырех бесконечно иечно»²⁷.

Насир-и Хосров считает, что ар-Рази, развивая дальше идеи ал-Ираншахри и отказываясь от его учения о творце, «грубо извратил учение ал-Ираншахри отвратительными еретическими высказываниями и видоизменил учение своего учителя и его содержание мрачными грешными выражениями»²⁸.

Изложенные нами мысли ал-Ираншахри и ар-Рази показывают, что оба они были передовыми учеными своего времени и внесли существенный вклад в развитие физики, как и других разделов естествознания.

²³ Насир-и-Хосров. Указ. соч., с. 9.

²⁴ Там же, с. 102.

²⁵ Там же.

²⁶ Там же, с. 103.

²⁷ Там же, с. 110.

²⁸ Там же, с. 98.