

# **ИСТОРИКО- АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

**ВЫПУСК XI**

**ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР  
П. Г. КУЛИКОВСКИЙ**



**ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»  
ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ  
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ  
МОСКВА 1972**

## ЗАЩИТА ОТТО ФОН ГЕРИКЕ СИСТЕМЫ НИКОЛАЯ КОПЕРНИКА<sup>1)</sup>

*А. Кауффельд*

Система Коперника сыграла решающую роль в процессе образования нового естествознания и преодоления схоластики. Борьба за эту систему разгорелась со всей ожесточенностью только через полстолетия после появления «De Revolutionibus orbium coelestium». За начало этой борьбы можно считать выступление Джордано Бруно. Ведь это он широко распространил сведения о труде Коперника в Англии, Франции и Германии и указал далеко идущие следствия, до которых может довести система Коперника. Неподвижные звезды Бруно определил как солнца и центры планетных систем, подобных нашей, а также выдвинул тезис о бесконечности мира. Этот тезисставил под сомнение не только центральное положение Земли, но также и сотворение мира богом.

Католическая церковь до этого времени, правда, не одобряла гелиоцентрической системы, но также и не особенно интересовалась ею, пока дискуссия об этой системе велась в узком кругу ученых. Однако после выступления Бруно церковь по отношению к системе Коперника заняла определенно враждебное положение и начала принимать меры для ее преодоления и уничтожения. Джордано Бруно, после 8 лет заключения, в течение которых неустанно пробовали заставить его отказаться от своих взглядов, в 1600 г. был публично сожжен на костре в Риме. В 1616 г. церковь включила произведение Коперника в Индекс.

---

<sup>1)</sup> Wiss. Zeitschr. der Techn. Hochschule O. von Guericke Magdeburg 12, № 1, 1968, S. 163—168 = Kwartalnik Historii Nauki i Techniki 13, 595—601, 1968. Перев. И. Н. Веселовского.

В 1633 г. происходит процесс Галилея за его (так было установлено следствием) высказывания в пользу гелиоцентрической системы.

Однако процесс оказался двусторонним оружием, а вымученное отступничество Галилея пирровой победой церкви. Непредвиденным результатом процесса оказалось гораздо более сильное, чем перед этим, сосредоточение внимания широких кругов общества на системе мира, которую церковь пыталась такими средствами опровергнуть, а Галилей и Кеплер защищали. Все хотели, конечно, узнатъ аргументы, которые выставляли Галилей, Кеплер и другие. А подействовали бы они со значительно более глубокой уверенностью на современников, если бы, как во времена Коперника, дело шло еще только об альтернативе: система Птолемея или Коперника? Но уже существовали очередные компромиссные геоцентрические системы, которые пытались сохранить центральное положение и неподвижность Земли, но учитывали критику, которую Коперник дал системе Птолемея.

Среди таких компромиссных систем наибольшим признанием пользовалась система Тихо Браге, хотя бы по той причине, что Браге был знаменитым астрономом и имел огромный авторитет. Система мира Тихо Браге, в которой, как и в системе Птолемея, Земля покоялась, Солнце и Луна вращались вокруг нее, а все планеты двигались вокруг Солнца как центральной точки, и вместе с ним вращались вокруг Земли, загнава в тень птолемееву систему. Системе Тихо Браге также удалось несколько затушить интерес к системе Коперника. Не лишним значенія было то обстоятельство, что Коперник должен был ввести в свою систему эпициклы; правда, Кеплер, приняв эллиптические орбиты планет, сделал эпициклы ненужными и вследствие этого система Коперника стала еще проще, чем система Тихо Браге; однако такой подход к делу был еще мало известен. Впрочем, система Кеплера помогла отбросить укоренившееся представление об идеально круговых, равномерно описываемых орбитах небесных тел.

Такое положение сохранялось до середины XVII в.; после Галилея и Кеплера за систему Коперника, по крайней мере с таким упорством, как они, ни один из тогдашних великих испытателей природы (ни Декарт, ни Гюйгенс, ни

Бойль или другие) не высказывался. Поэтому тем более заслуживает внимания, что это сделал человек, пользующийся известностью совершенно в другой области знания,— Отто фон Герике.

Однако этот факт совершенно не известен. Герике, как борец за систему Коперника, до сих пор не упоминается ни в одном из произведений, говорящих об истории этой системы; даже в трудах, анализирующих деятельность Герике, эта сторона до сих пор не была ни освещена, ни подчеркнута.

Но прочитаем полностью сочинение Отто фон Герике «Experimenta Nova (ut vocantur) Magdeburgica de Vacuo Spatio». В нем идет речь о мире, его системе, его строении. В исследовании рассматриваются все представленные в то время системы мира. Последние три из семи книг дают, по собственным словам Герике, исправленную систему мира Коперника. В остальной части произведения Герике последовательно высказывается за эту систему. Он представляет ее как единственную истинную систему и доводит до абсурда каждую из остальных известных тогда систем. При этом он пользуется одинаково как старыми доказательствами, уже ранее составленными другими, так и новыми, принадлежащими ему самому, очень удачно и убедительно соединяя одни с другими. Создать таким методом столь прочную систему аргументов — не зависящих между собой, но взаимно дополняющих и поддерживающих друг друга — такого до Герике не сделал еще никто.

На первый взгляд могло бы показаться, что при заглавии сочинения, говорящем о новых опытах с пустотой, все это не имеет ничего общего с содержанием исследования. В действительности мы имеем как раз обратное.

Как пишет Герике, в стремлении узнать строение мира его прежде всего потрясла невообразимая протяженность. Вселенной, она-то и возбудила в нем не дающее покоя стремление увериться, чем, собственно говоря, является то, что распространяется между небесными телами.

«Когда я размышлял об этом дальше, напрягая свой разум над устройством мира, то меня наполнили ужасом не только огромные массы и недоступные человеческому разуму расстояния небесных тел, но прежде всего меня смущило это обширное промежуточное и бесконечное пространство и внушило мне постоян-

ное желание познать его. Чем же, в сущности, оно является? А ведь оно содержит все и дает место для бытия и существования. Может быть, это будет какая-нибудь огненная небесная материя, твердая (как утверждают аристотелики), или жидккая (как думают Коперник и Тихо Браге), или какая-нибудь прозрачная пятая эсценция? Или же пространство свободно от всякой материи, т. е. это постоянно отрицаемая пустота?» (*Experimenta nova*, стр. 54).

Опыты, которые проводил Герике для получения исследованием истины (которые и сделали его славным), конечно, относились к изучению Вселенной и имели целью доказать, что она является пустой, вездесущей и бесконечной. Для Герике дело никоим образом не заключалось, как для Торричелли, Паскаля и Бойля, в постановке простого вопроса, можно ли получить пустоту, или же она будет несовместимой с природой. Для Герике пространство являлось самостоятельной физической категорией, самобытным и по своей сущности пустым. Взгляд Герике на пространство противоречил как науке Аристотеля, так и общераспространенной среди новейших исследователей природы и философов теории Декарта. Оба эти мыслители представляли себе мир без пустот, наполненным особой космической субстанцией, или эфиром; пространство, лишенное образующей его субстанции, сторонники обеих теорий считали нелепостью.

Против этих господствовавших в то время представлений Герике искал всякие возможные доводы и аргументы, которые подтвердили бы его концепцию. Собственно поэтому его и заинтересовало, какого рода взгляды на пространство лежат в основе различных систем мира, а также, каким образом различные системы могут быть совместимы с его собственными мнениями о пространстве. Ответ на эти вопросы стал для него критерием истинности, а также апробации или же неприемлемости отдельных систем. В результате Герике установил, что с его понятиями о пространстве согласуется только система Коперника; поэтому, с его точки зрения, система Коперника стала доказательством истинности его представления о пространстве. Поэтому не удивительно, что Герике стал искать другие доказательства правильности этой системы.

Для Герике проблемы о пространстве и об истинной системе мира нераздельны и тесно связаны между собой.

Таким образом, нет никакого противоречия между заглавием и содержанием цитированной книги. Да и сам Герике на титульном листе указывает на далеко простирающуюся проблематику; к обсуждению новых магдебургских опытов с пустотой присоединяется также размышление «о тяжести воздуха вокруг Земли; о космических силах и планетной системе, а также о неподвижных звездах и находящемся между ними и за ними беспредельном пространстве» (Полное заглавие книги: *Experimenta Nova (ut vocantur) Magdeburgica de Vacuo Spatio Quibus accesserunt simul quaedam De Aeris Pondere circa Terram; de Virtutibus Mundanis et Systemate Mundi Planetario sieut et de Stellis Fixis, ac Spatio illo Immenso: quotam intra quam extra eam funditur*<sup>1)</sup>).

Остановимся на аргументации Герике в пользу истинности системы Коперника. Она имеет более общее значение.

Так, например, Герике ставит, хотя и не выражая его ясно, тот же самый вопрос, который до сих пор задавали обычно только по отношению к системе Коперника; теперь его задают относительно каждой без исключения другой системы. Для каждой системы следовало бы ясно установить, что связывает ее составные части, что приводит ее в движение и каким образом она выполняет это движение. Герике сразу требует, чтобы ответы на те или другие вопросы были согласны с законами, которым подчиняются тела на Земле, а также с рассудком.

Такие вопросы до тех пор не задавались. Они были в наиболее слабое место геоцентрических систем, из которых ни одна никаким способом не могла быть приведенной в согласие с земной механикой или объяснить ее. Ведь собственно поэтому старались в этих системах объяснить движение небесных тел при помощи предпосылок, вводящих собственно *ad hoc* какие-нибудь космические субстанции, или «поручали этот труд» пресловутым «духам», ко-

<sup>1)</sup> «Новые, так называемые Магдебургские опыты о пустом пространстве; к ним одновременно добавлены некоторые *«опыты»* о весе воздуха вокруг Земли, о мировых силах и системе планетной мира, а также и о неподвижных звездах и том неизмеримом пространстве, которое распространяется как вне, так и внутри ее (планетной системы. *I. B.*)».

торые должны были заботиться о правильности этих движений.

Один из аргументов в пользу системы Коперника и против птолемеевой Герике получил непосредственно из своих представлений о пространстве. Пространство было для него, в частности, абсолютным континуумом. Иными словами, в нем не существовало никакой дифференциации мест и различий, ни гор, ни долин, ни правой, ни левой стороны, ни дальше, ни ближе и т. п. В частности, в понимаемом так пространстве не было ни одной выделенной точки и тем самым никакого центра мира, никаких центров эпицикла, вообще, никаких точек центральных или эксцентрических. В связи с этим нельзя было также допустить и центры эфирных вихрей; этот самый аргумент Герике выставлял также против теории вихрей Декарта и его сторонников.

Против выделения каких-нибудь различных точек в пространстве Герике выступал и с другой стороны. Он обратил внимание на то, что сама точка, поскольку она точка, вообще не в состоянии производить какие-нибудь воздействия на тела. Было бы просто абсурдным точке, хося бы она являлась центром мира в системе Птолемея, приписывать силы, которые могли бы действовать на самые удаленные неподвижные звезды. Герике утверждал, что действовать на тело могут только другие тела. При этом он позволил себе применить широко распространенное мнение, хотя выразил его в самой общей форме, избегая узкой механической интерпретации, что тела действуют друг на друга только через непосредственный контакт. Он дополнил эту мысль специальным добавлением, что одно тело действует на другое тем сильнее, чем оно больше.

В дальнейшем Герике доходил до заключения, что только Солнце может быть центром нашей Солнечной системы и поддерживать движение планет на их путях, так как оно является наибольшим телом в нашей системе (уже в то время это было известным и доказанным фактом). Аналогично Земля находится в центре лунной орбиты, а Юпитер — в центре орбит только что открытых своих лун. Ведь и сам открывший их Галилей приравнял Юпитер с его лунами Солнечной системе в миниатюре и указал

торые должны были заботиться о правильности этих движений.

Один из аргументов в пользу системы Коперника и против птолемеевой Герике получил непосредственно из своих представлений о пространстве. Пространство было для него, в частности, абсолютным континуумом. Иными словами, в нем не существовало никакой дифференциации мест и различий, ни гор, ни долин, ни правой, ни левой стороны, ни дальше, ни ближе и т. п. В частности, в понимаемом так пространстве не было ни одной выделенной точки и тем самым никакого центра мира, никаких центров эпицикла, вообще, никаких точек центральных или эксцентрических. В связи с этим нельзя было также допустить и центры эфирных вихрей; этот самый аргумент Герике выставлял также против теории вихрей Декарта и его сторонников.

Против выделения каких-нибудь различных точек в пространстве Герике выступал и с другой стороны. Он обратил внимание на то, что сама точка, поскольку она точка, вообще не в состоянии производить какие-нибудь воздействия на тела. Было бы просто абсурдным точке, хося бы она являлась центром мира в системе Птолемея, приписывать силы, которые могли бы действовать на самые удаленные неподвижные звезды. Герике утверждал, что действовать на тело могут только другие тела. При этом он позволил себе применить широко распространенное мнение, хотя выразил его в самой общей форме, избегая узкой механической интерпретации, что тела действуют друг на друга только через непосредственный контакт. Он дополнил эту мысль специальным добавлением, что одно тело действует на другое тем сильнее, чем оно больше.

В дальнейшем Герике доходил до заключения, что только Солнце может быть центром нашей Солнечной системы и поддерживать движение планет на их путях, так как оно является наибольшим телом в нашей системе (уже в то время это было известным и доказанным фактом). Аналогично Земля находится в центре лунной орбиты, а Юпитер — в центре орбит только что открытых своих лун. Ведь и сам открывший их Галилей приравнял Юпитер с его лунами Солнечной системе в миниатюре и указал

на это как на очевидный вывод справедливости системы Коперника. Герике пошел дальше, чем Галилей, обратив внимание на массы небесных тел и дал ответ на один из собственных вопросов: почему именно Солнце, Земля и Юпитер должны быть центрами своих систем. Ответ заключал сформулированный Герике тезис, что во всем мире в каждой звездной системе центром становится всегда наибольшая звезда и с наибольшей массой, окруженная планетами совершенно так же, как Солнце в Солнечной системе. Неподвижные звезды и солнца являются центрами планетных систем, составные части которых мы не можем увидеть вследствие их небольших размеров и исчезающей силы света.

Герике высказал также и некоторые другие взгляды, которые до тех пор молча принимались за доказанные. Так, он был противником утверждения, что сила тяжести является стремлением к какой-нибудь точке или области, или же вообще характерной особенностью тел или субстанций. Она, скорее, представляет простой оборот речи, вызванный воздействием одних тел на другие. При помощи надежных расчетов Герике различал также взаимодействия, имеющие характер материальный или нематериальный. Он назвал их «*virtutes*», что лучше всего перевести как «сила», подразумевая под этим термином «силы» в более общем смысле, чем понятия, применяющиеся в физике; «*virtus*» у Герике нужно понимать так же, как «способность», «пригодность», «мощность».

По Герике, силы тяжести вызываются сохраняющей силой (*virtus conservativa*) Земли, Солнца или других небесных тел, имеющей нематериальный характер. Герике называет также и космические силы (*virtutes mundanae*), которые связывает с космическими телами. Следует отметить, что он не ограничивает их проявление только у таких тел, наоборот, он утверждает, что они могут исходить также и из частей Земли. «Мы называем их (*virtutes mundanae*) космическими силами, поскольку они вообще свойственны космическим телам, т. е. планетам, как и Земле, Солнцу и т. д. (затем также и частям Земли)». (Experimenta Nova, стр. 125.)

Герике, однако, обусловливает тяжесть тела, или, точнее, величину тяжести, массой того тела, которому

тяжесть была сообщена консервативной силой какого-нибудь космического тела. Получающаяся тяжесть зависит также, по Герике, как от массы данного тела, так и от массы космического: «Чем больше материи имеет данное тело, т. е. чем оно больше, тем скорее оно может воспринять действующую на него силу». (*Experimenta Nova*, стр. 126).

Таким образом, Герике дал важную качественную формулировку позднейшего ньютоновского закона всемирного тяготения. Еще ближе подошел он к этому закону, утверждая, что всякие силы, в том числе и сохраняющая (*virtus conservativa*), могут действовать и на расстоянии от того космического тела, которое их производит:

«Природа этих сил такова, что они могут действовать и на расстоянии».

Однако это действие уменьшается с увеличением расстояния. Это является следствием положения, которое Герике выражает во всей книге, а именно, что материя и все, что от нее происходит, являются конечными. Поэтому и силы, происходящие от космических тел, не могут уходить в бесконечность, но только до некоторого предела в окружающем пространстве, за которым действие прекращалось. Каждая сила имеет определенную границу своих действий в пространстве. Дальность действия Герике называл сферой действия силы (*sphaera activitatis virtutis*); в приведенном понятии заключается много из того, что позднее было названо «полем», но от такой интерпретации Герике, очевидно, был еще далек.

Герике в свою очередь доходит до очень интересных предложений. Расстояния между космическими телами так велики,— он первый утверждает это вполне определенно и ясно,— что по отношению к ним сферы действия космических сил, связанные с этими телами, являются ничтожными. А это значит, что в пространстве между небесными телами, точнее, между областями их действия, не имеется никаких влияний материальных или нематериальных. Затем в космическом пространстве никакое тело, никакая материя не имеет веса. Таким образом, не имеют веса ни звезды, ни их системы; не требуя никакой поддержки, они могут свободноноситься в пространстве. Планеты и луны удерживаются сохраняющей силой

(*virtus conservativa*) соответственного центрального небесного тела, и никакая другая подpora им уже не нужна.

Те же самые принципиальные мысли Герике высказывает и относительно неподвижных звезд. Даже самая близкая к нам звезда, которой может быть Сириус, настолько удалена от Солнечной системы, что ни одно ее действие до нас не достигает, и обратно, действия Солнца не доходят до Сириуса. Еще одной чертой в той же самой картине рассуждения является утверждение Герике, что и вообще неподвижные звезды находятся одна от другой на расстоянии по крайней мере таком же, как Сириус от Солнца. Поэтому не могут быть какие-нибудь влияния на Солнечную систему, приписываемые одной так называемой сфере. Мир, всего вероятнее, состоит из бесчисленного множества таких систем, как наша Солнечная, свободно носящихся в пространстве, независимых ни между собой, ни от каких-либо общих влияний.

Здесь Герике ссылался, между прочим, на хорошо известный в то время факт: неподвижные звезды даже в самые сильные телескопы являлись только точками, не имеющими возможных для наблюдения размеров, затем они видны под таким минимальным углом, что должны быть удаленными на большие расстояния, чем допускалось в то время. (Еще Тихо Браге казалось, что неподвижные звезды наблюдаются как маленькие диски).

Однако если неподвижные звезды так сильно удалены и, кроме того, еще на различные расстояния, как далее аргументировал Герике, то было бы абсурдом допустить, что все они движутся вокруг Земли в одно и то же время — 24 часа. Для примера Герике вычислил, что звезда с параллаксом в 1" должна была бы тогда пробегать в секунду 200 000 немецких миль (немецкая миля = 7,5 км) в секунду. (Это было бы, как мы теперь знаем, около пятикратной скорости света!) А ведь существуют и более далекие звезды, скорости которых при таком предположении должны быть еще большими. Поэтому остается только принять единственное заключение, что Земля обращается за 24 часа вокруг своей оси, и обращения звезд являются лишь видимыми движениями. Однако этого вполне достаточно, чтобы выяснить невозможность общего движения звезд, удаленных на такие различные расстояния.

Мы хотим напомнить и подчеркнуть, что в то время не было ни одного непосредственного доказательства вращения Земли, громадности расстояния неподвижных звезд или обращения Земли вокруг Солнца (только в XIX в. Бессель впервые измерил параллаксы неподвижных звезд, а Фуко доказал вращение Земли при помощи парижского опыта с маятником). Таким образом, тактика Герике упирала на то, чтобы, с одной стороны, давать новые, хотя и не непосредственные доказательства правильности системы Коперника, а с другой стороны, добиться непосредственных доказательств для других систем; в той и другой области он старался использовать не подлежащие сомнению, неопровергимые факты и делал это, как можно видеть из показанных выше примеров, необычайно искусно и с успехом. Кроме того, Герике, видя возможность разрешения каких-нибудь случайных сомнений или получения дополнительных предпосылок, произвел специальные опыты.

Аргументы, при помощи которых Герике боролся против существования какой-то точки — центра мира, он относит также и к Земле. В масштабе Солнечной системы наш шар будет тем же, что зерно песку в масштабе земного шара, а в отношении к миру неподвижных звезд последний должно представить как атом или просто точкой.

Затем Герике рассуждает о движениях планет, что можно было бы о них утверждать и что об этом говорят установленные факты. В птолемеевской системе 24-часовое обращение планет могло иметь причиной *«primum mobile»* — «первый источник движения», а индивидуальные движения планет можно было объяснить при помощи «второго источника движения», противоположно направленного по отношению к первому. Этими первым и вторым источниками были две сферы, находящиеся на границах мира, и всякое движение, сообщаемое планетам, распространялось снаружи вовнутрь, от периферии к центру системы. Герике поставил вопрос, каким образом планеты могли бы одновременно участвовать в двух прямо противоположных друг другу движениях и какова могла бы быть причина того, что индивидуальные движения данной планеты происходили бы тем быстрее, чем более удаленной была планета от «источника второго движения», однако наиболее удаленное от него тело, Земля, наоборот, наход-

дилась бы в полнейшей неподвижности? Все это противно как здравому рассудку, так и опыту. Наоборот, в полном согласии со здравым смыслом и опытом, сходилось бы определение величины обращений всяких планет, не исключая и Земли, если бы принять, что движение передается им изнутри системы, из общего для всех центра, т. е. Солнца; тогда каждая из планет (и среди них Земля) имеет тем больший период обращения, чем больше ее расстояние от центра. Периоды обращения планет были известны еще в древности и не оспаривались. Благодаря рассуждениям Герике они стали доказательством, которое однозначно высказывалось в пользу системы Коперника и против всех геоцентрических систем.

Задачу о движении планет Герике ставит также и относительно системы Тихо Браге. В этой системе часть планет должна была кружить около Солнца, будучи приводима им в движение при помощи некоторого «флюида» или «эфирного ветра». Так могло бы быть, но только тогда, как оговаривал Герике, когда (если держаться господствующих взглядов) весь эфирный ветер, находящийся между Солнцем и планетами, приводился бы в движение Солнцем и в этом движении участвовала бы вся его масса. Но ведь тогда и Земля была бы увлечена вращающимся эфирным ветром, как и другие планеты. Действительно, Земля, как и другие планеты, была бы по отношению к этому ветру только эксцентричным телом; центральным телом, серединой, в системе Тихо Браге она становится только по отношению к Солнцу. Вот слова Герике:

«Встает третий вопрос, как может происходить в этой планетной системе движение, в котором участвует и сама Земля, если вся промежуточная легкая материя или субстанция (которую Герике называет эфирным ветром.—A. K.) одновременно увлекается, а сама Земля отделяется от пограничных с ней частей этой материи? Действительно, как будет вращаться эта планетная система (в которой Земля не занимает среднего места, но только по отношению к Солнцу), а в ней и вместе с ней земной шар, помещенный Тихо вне центра этой системы». (*Experimenta Nova*, стр. 18—19).

В дальнейшем Герике убедительно говорит, что прямым свидетельством о несогласии с простым рассудком является утверждение, что «такая громадная система Солнца

и пяти планет может быть приведена в движение и обойти вокруг Земли в такой короткий промежуток, как 24 часа, и, кроме того, пройти через какую-то материю (хотя бы и жидкую и разреженнейшую) ». (Experimenta Nova, стр. 18.)

В обоих возражениях против системы Тихо Браге очевидно скрывались аргументы для тезиса, выраженного Герике во всей книге, а именно, что пространство является пустым. Из их формулировки, конечно, вытекает необходимость признания, что то, чем небесные тела влияют друг на друга, является нематериальным, а также необходимо должно характеризоваться возможность распространения в пустоте. Для того времени это был очень смелый постулат, который современникам представлялся не имеющим смысла. Поэтому Герике старался через соответствующие эксперименты или через констатирование дальнейших фактов удостовериться, что его утверждения правильны.

В различии между «материальной» и «нематериальной» природой Герике строго опирался на данные, получавшиеся из его экспериментов. Уже в первых экспериментах он убедился, что деревянные сосуды, испытанные им, пропускают воздух и даже воду, тогда как употреблявшиеся им в дальнейшем металл и стекло не пропускают ни того, ни другого; однако стекло пропускает свет, шумы, магнетизм, «нематериальные» силы (*virtutes*). Так, в своем понимании Герике назвал попросту нематериальным все то, что может проникать через стекло, а материальным то, что через стекло проникать не может.

В дальнейшем Герике открыл возможность доказательства, что воздушная оболочка Земли, по его номенклатуре одно из материальных тел, простирается в пространстве только до некоторой определенной, относительно небольшой высоты. Это наблюдение он получил, производя иногда другие опыты, которые первоначально были для него мучительными головоломками.

Действительно, один из опытов Герике с пустотой был основан на том, что в стеклянные сосуды, в которых была получена пустота, впускалась вода, чтобы определить измерением, какую часть вода наполнит. Он наблюдал, что сосуды никогда не заполнялись до конца, но в них всегда оставался пузырек воздуха величиной в лесной орех или зерно гороха. Систематически изучая это явление путем

опытов, производящихся в определенном порядке, Герике неоспоримо установил, что наблюдавшийся в сосудах воздух не происходил от наружного вследствие какого-нибудь отсутствия цельности, но должен был образоваться уже в самих сосудах во время опыта. Он дошел до уверенности, что этот воздух необходимо должен был появиться из стенок сосуда или находящейся в нем воды. Контроль и дальнейшие наблюдения подтвердили это предположение.

Тогда Герике сформулировал обобщающее предложение: всякое тело выделяет воздух или «запах» (*odor*); равным образом окружающий Землю воздух зародился в ней самой и выделился из нее совершенно так же, как частицы воздуха, вышедшие из стенок сосуда, когда в сосуде получается пустота. А затем, утверждал далее Герике, окружающий нас воздух, который имеет чисто земное происхождение и является выделением Земли, просто составляет вместе с Землей одно тело, так что воздух не совершает относительно Земли никакого движения, но всегда только движется вместе с ней совершенно так же, как и она. Так Герике новым способом опроверг старый аргумент противников гелиоцентрической системы, что вращение Земли, если бы оно существовало, должно было бы выбросить в пространство, как из пращи, и снести с поверхности Земли все, что не связано органично и на-крепко с шаром.

Но у Герике здесь дело шло и о чем-то другом. Согласно его теории воздух благодаря сохраняющей силе Земли (*virtus conservativa*), имеет тяжесть; он доказал этот факт опытом, который в свое время произвел сенсацию. Далее, опираясь на эксперименты Паскаля, а также его шурина Перье, обнаружившие уменьшение давления воздуха с высотой, а также на собственные опыты, на основе которых он установил заметное уменьшение давления атмосферы между поверхностью Земли и вершиной церковных башен, Герике выступил с новым предположением, что если изменения такого рода наблюдаются уже на такой малой высоте над поверхностью Земли, то это значит, что воздушная оболочка Земли может иметь толщину, достигающую самое большее 10—20 миль. Там же, где кончается оболочка земной поверхности, кончается все материальное и начинается пустота.

И аналогично, указав на громадные расстояния между неподвижными звездами, не позволяющие последним оказывать друг на друга никакого влияния, Герике принял в качестве общего положения, что состоящие из воздуха или «запаха» оболочки планет, лун, солнц и звезд нигде не простираются до их небесных соседей, так как иначе должны были бы существовать взаимные нарушения, а этого не наблюдалось.

Таким образом, новые факты, полученные Герике, были следующие: воздух имеет вес; давление воздуха значительно уменьшается уже на сравнительно небольших высотах; тела или жидкости, граничащие с пустотой, выделяют «воздух»; не получается никаких «интерференций» с эфирной средой или с атмосферами соседних друг с другом планет. Вследствие теоретической интерпретации Герике перечисленные факты стали доказательствами его тезиса, что пространство Вселенной является пустым, а также давали опору науке Коперника.

Дальнейшие звенья в этой цепи доводов доставили опыты Герике с шаром из серы. Подобно «террелле» — магнитному шару Вильяма Гильберта — этот шар должен был стать моделью Земли. При ее помощи Герике хотел наглядно представить нематериальные силы Земли. Натирая шар сухой ладонью, он электризовал его и показывал, что шар притягивает пушинки (*действие virtus conservativa* — сохраняющей силы), затем отталкивает их (*virtus expulsiva* — отбрасывающая сила), а также удерживает пушинки, носящиеся в окружающем шар расстоянии (в так называемой *sphaera activitatis* — сфере активности), позволяя им свободно двигаться в пределах этого расстояния, причем пушинка будет вращаться вокруг шара всегда в ту сторону, что и Луна вокруг Земли (*virtus vertens* — сила вращающая).

Полученные во время опытов с шаром и пушинкой наблюдения, что электрические действия могут быть перенесены далее при помощи линяной нити, Герике использовал в качестве аргумента, опровергавшего теорию Кабео (Niccolo Cabeo), согласно которой пушинка приводится в движение с поворотом в сторону шара чем-то вроде эфирного ветра. Манипулируя с шаром, он наблюдал еще и другие явления, например, блеск, как при разбивании сахарной

головы, и тихий треск, которые он подробно описывал. Вращающийся шар из серы Герике в дальнейшем на практике стал первой электростатической машиной и оказал большие услуги в исследовании электричества. Однако сам Герике в дальнейшем не занимался открытыми им новыми явлениями; также он не имел намерения при помощи шара из серы отыскивать сущность электричества, хотя вслед за Гильбертом и отличал его от магнетизма. Он хотел только, как мы сказали, продемонстрировать нематериальные силы и собрать дальнейшие аргументы, говорящие в пользу справедливости системы Коперника. Таким образом, то, что опыты Герике сделали для развития учения об электричестве, было результатом борьбы за эту систему.

В дальнейшем Герике проводил эксперимент с другими вращающимися телами, которые должны были имитировать движения планет. Между прочим, он приказал устроить вращающийся стеклянный шар, наполненный водой, в который помещались пустые шарики различной величины, уравновешенные дробью таким образом, чтобы они находились в воде как бы в состоянии невесомости. Когда Герике привел эту модель в достаточно быстрое вращение, то добился того, что все шарики пришли в движение и стали вращаться вокруг общего центра, причем каждый шарик двигался по кругу с тем или другим диаметром в зависимости от своей величины, однако все в одном и том же направлении и почти в одной и той же плоскости; ни один шар, как настоятельно подчеркивал Герике, не двигался точно в общей для всех плоскости экватора, но всегда то над, то под этой плоскостью. Затем на своей модели Герике наблюдал явления, которые обнаруживаются в движении планет и объяснил их как результат вращения планет вокруг Солнца.

Доказательную силу как этого опыта, так и опыта с шаром из серы нужно оценивать только с тогдашней точки зрения, но никоим образом не с нашей. Можно проглядеть суть рассуждения, если ценить его только степенью истинности. Ведь прежде всего эти опыты не были единичными, оторванными, но были составными частями целой цепи, или, лучше сказать, сети доводов; во вторых, их было достаточно для выводов, которые сделал из них Герике. Но независимо от этого значение описанных опытов, а

также и всех других выводов Герике, состоит в том, что борьбу за систему Коперника они перенесли на совершенно новые позиции, гораздо более выгодные для ее окончательной победы. Герике убедительно доказал, что Вселенная, по существу, является пустой. С тех пор в качестве истинной системы мира могла считаться только такая система, которая согласовывалась бы с существованием космической пустоты. Одновременно Герике указал, что законы, управляющие движением, сцеплением и строением земной материи, могут с успехом служить для объяснения движения планет и строения Солнечной системы. Таким образом, перед всеми представленными в то время системами мира стоял неодолимый постулат механического или физического обоснования принятых в ней движений и структур. Однако ни одна система не удовлетворяла этому условию, кроме коперниковой. Когда Ньютона в своей теории всемирного тяготения дал объяснения гелиоцентрической системы, выполнив оба постулата, сформулированные Герике, это было окончательной победой системы Коперника.

Герике, ставя и продумывая исследования об истинной системе мира, очерченной упомянутыми условиями, создал наряду с Галилеем и Кеплером дальнейшие существенные предпосылки для открытия Ньютоном закона тяготения. Это, очевидно, не уменьшает значения дела Ньютона, но только дает ему почву; такие эпохальные открытия как закон тяготения даже гений может получить только тогда, когда уже существуют вполне подготовленные для него предпосылки.

Все, чего достигли в этой области Галилей, Кеплер, Герике (которого, как я старался показать, нельзя забывать), Ньютон и другие, все это получило свое начало в новой гелиоцентрической системе мира, созданной Коперником.

---