



Эванджелиста Торричелли.

из истории физикиК 350-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ  
ЭВАНДЖЕЛИСТЫ ТОРРИЧЕЛЛИ

По решению Всемирного Совета Мира 350-летие со дня рождения выдающегося итальянского ученого Эванджелисты Торричелли отмечалось в этом году всем цивилизованным миром. Ряд советских организаций—Отделение физико-математических наук Академии наук СССР, Институт истории естествознания и техники АН СССР, Союз советских обществ дружбы и культурной связи с зарубежными странами, Общество «СССР—Италия», Советский Комитет защиты мира—посвятили этой знаменательной дате торжественное заседание, состоявшееся 16 октября 1958 г. Вступительное слово на заседании произнес академик Н. Н. Андреев; с докладом «Торричелли как математик» выступил член-корреспондент АН СССР Б. Н. Делоне; о флорентийских опытах Торричелли доложил профессор В. П. Зубов.

## ЖИЗНЬ И ФИЗИЧЕСКИЕ ОТКРЫТИЯ ТОРРИЧЕЛЛИ

**Я. Г. Дорфман**

Подобно сверкающему метеору промелькнул в мире науки выдающийся итальянский математик, физик и механик Эванджелиста Торричелли, один из наиболее замечательных ученых XVII столетия, умерший в самом расцвете своих творческих сил и таланта, в самом зените славы, едва достигнув возраста 39 лет.

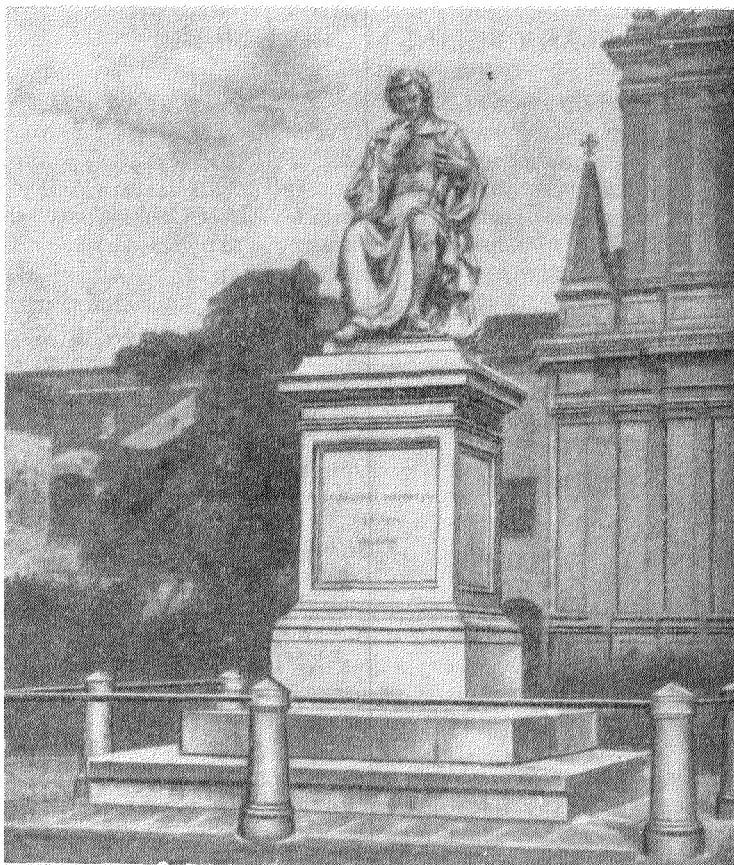
Торричелли родился 15 октября 1608 г. вблизи городка Фаенцы в очень небогатой семье. Он рано потерял отца и воспитывался у своего дяди—бenedиктинского монаха, настоятеля фаенцского монастыря св. Иоанна. Затем Эванджелиста два года обучался философии, математике и физике в иезуитской школе в своем родном городе. При этом он обнаружил необыкновенные математические способности и в 1628 г., по рекомендации дяди, был направлен для продолжения образования к выдающемуся математику, одному из талантливейших учеников Галилея, влиятельному аббату Бенедетто Кастелли, состоявшему в то время при Ватиканском дворе папы Урбана VIII в должности воспитателя его племянника.

Аббат Бенедетто Кастелли (1579—1643) еще в юности вступил в монашеский орден, но целиком посвятил себя научным исследованиям. Наряду с крупными открытиями в разных областях математики, Кастелли принадлежит заслуга первой формулировки научных основ гидравлики.

Среди учеников Кастелли следует отметить сверстника Торричелли, выдающегося физика, астронома и физиолога Джованни Борелли (1608—1679) и крупнейшего математика Бонавентуру Кавальери (1598—1647).

Кастелли сразу же высоко оценил способности молодого Торричелли, взял на себя руководство его образованием и материально обеспечил юношу, назначив его своим личным секретарем.

В 1632 г. в культурной жизни Италии произошло выдающееся событие. В январе этого года во Флоренции вышло в свет знаменитое сочинение Галилео Галилея «Диалог о двух главнейших системах мира Птоломеевой и Коперниканской» (*Dialogo sopra due Massimi Sistemi del Mondo Tolemaico e Copernicano*)<sup>2</sup>. Написанное на доступном всякому грамотному человеку итальянском языке, изложенное высокохудожественным слогом, это произведение Галилея быстро нашло себе дорогу к умам и сердцам широких кругов образованного итальянского общества.



Надо заметить, что уже задолго до появления «Диалога» в Италии шла упорная борьба между сторонниками Галилея, как выразителя революционных традиций Возрождения, с одной стороны, и правоверными представителями католической реакции—с другой. Эта борьба разгорелась в 1610 г., когда Галилей опубликовал книгу «Звездный вестник», где он впервые кратко изложил свои астрономические наблюдения, сделанные с помощью созданной им зрительной трубы, и где он впервые отчетливо выскажался в пользу системы Коперника. Уже тогда сторонники прогресса стали именовать себя «галилеистами». Однако в 1616 г. «Святая Конгрегация преосвященнейших господ кардиналов» осудила как «ложное и целиком противное священному писанию пифагорейское учение о движении Земли

и неподвижности Солнца, которому учит Николай Коперник», и запретила все книги, содержащие это учение, дабы оно «не распространялось мало-помалу далее на шагубу католической истине»<sup>3</sup>.

Появление «Диалога» в 1632 г. оживило эту борьбу, и церковные мракобесы принялись настойчиво хлопотать о запрещении крамольного сочинения Галилея, позволившего себе вновь обсуждать не подлежащий дискуссии, уже решенный церковью вопрос об истинности системы Коперника. По-видимому, Галилей обратился с письмом, не дошедшим до нас, за помощью к своему давнишнему ученику и другу Кастелли. Но письмо не застало Кастелли в Риме, и 24-летний его секретарь воспользовался случаем завязать знакомство с великим Галилеем.

11 сентября 1632 г. Торричелли направляет Галилею письмо следующего содержания<sup>4</sup> (Vol. III, p. 35):

«Знаменитейший и Достохвальнейший Синьор!

В отсутствие Досточтимого Отца Математики Синьора Нашего остался я—его ничтожнейший ученик и слуга, имеющий честь быть его секретарем...» Торричелли подтверждает получение письма Галилея, адресованного аббату Кастелли, и сообщает, что он ознакомился с его содержанием согласно данному ему его господином указанию. «Я могу заверить Ваше Превосходительство, что Отец Аббат во всех случаях: и с Владыкой Святого Двора\*), и с его приближенными, и с другими духовными лицами—всегда стремится отстаивать Диалоги Вашего Превосходительства... Я полностью осведомлен обо всем этом деле. По специальности я—математик, правда еще молодой, ученик Досточтимого Отца в течение шести лет. Первоначально я в течение двух лет обучался науке у Отцов Иезуитов. Находясь сначала в доме Отца Аббата, а затем в Риме, я тщательнейшим образом и непрерывно, вплоть до сегодняшнего дня, изучал книгу Вашей Милости с таким наслаждением, какое может себе представить лишь тот, кто его сам испытал, кто уже освоил всю геометрию, Аполлония, Архимеда, Теодосия, кто изучал и Птоломея и все труды Тихо\*\*), и Кеплера, и Лонгомонтана\*\*\*), кто в конце концов пришел, убежденный большим числом совпадений, к Копернику и является по специальности и по убеждениям галилеистом...»

Торричелли сообщает попутно Галилею, как недружелюбно относятся к его Диалогам некоторые высокопоставленные папские чиновники. В частности, он упоминает о злобных замечаниях иезуита Шейнера, явившегося впоследствии одним из инициаторов процесса против Галилея.

Торричелли заканчивает письмо следующими восторженными словами: «Я считаю себя счастливейшим в этом мире уже тем, что я родился в том веке, когда могу знать и приветствовать письмом самого Галилея, являющегося оракулом природы, когда я могу удостоиться покровительства и руководства самого Чамполи\*\*\*\*).

Мы не знаем, что ответил на это письмо своего горячего последователя Галилей, и ответил ли он вообще. В сохранившейся переписке Торричелли за этим письмом следует огромный, зияющий перерыв, охватывающий почти 9 лет... вплоть до января 1640 г.

Чем вызван этот перерыв, документально неизвестно. Но исторические события, разыгравшиеся в этот период, и некоторые скучные данные позволяют сделать известные предположения по этому поводу.

Что же произошло после сентября 1632 г.? Уже в конце этого года продажа Диалога была запрещена. В начале 1633 г. начался судебный

\*) Т. е. напой.

\*\*) Тихо Браге.

\*\*\*) Вероятно, ошибочно вместо Региомонта И. М.

\*\*\*\*) См. ниже.

процесс против Галилея, закончившийся, как известно, публичным отречением его (22 июня 1633) от «еретического учения Коперника». Великий ученый был официально объявлен «узником инквизиции». Он был лишен права впредь что-либо печатать и с кем-либо обсуждать вопросы о движении Земли. С 1634 г. по 1641 г. Галилей провел под бдительным надзором инквизиторов в своей вилле Арчетри близ Флоренции, где он был оторван от друзей и учеников. Заметим, однако, что воинствующие церковники не ограничились преследованием самого автора Диалога. В ноябре 1632 г. был снят с должности секретаря папы Урбана VIII известный литератор и меценат, горячий сторонник Галилея, каноник Джованни Баттиста Чамполи, имя которого с таким благовением упоминает юный Торричелли в своем первом письме Галилею. Не кто иной, как Чамполи, помог Галилею в 1632 г. получить разрешение цензуры на издание Диалога, чем и вызвал гнев Урбана VII.

Разжалованный Чамполи провел конец своей жизни, как он сам указывал, «будучи отрезан от мира в глухом уголке Аппенин». Последние годы этого периода он прожил в местечке Фабриано<sup>6</sup>.

Письма Торричелли, датированные 1640—1641 гг., помечены также Фабриано. Таким образом, выясняется, что Торричелли находился по крайней мере два года в том же глухом уголке, где вынужден был проживать опальный каноник Чамполи. По-видимому, Торричелли там выполнял секретарские обязанности. В письме от 5 января 1641 г. Торричелли сообщает из Фабриано своему другу Маджотти, что он, наконец, поправился после болезни, от которой «чуть было не умер против своего желания», а за время болезни накопилось «более 200 писем, на которые мне необходимо ответить за патрона». Кто был этот патрон, осталось неизвестным.

В марте 1641 г. освобожденный, наконец, из-под надзора инквизиции, ослепший, тяжело больной 78-летний Галилей получает письмо от Кастелли, в котором тот сообщает, что намерен проездом навестить его во Флоренции с тем, чтобы показать ему свой новый труд, а также и «другую книгу, написанную одним из моих учеников, который, изучив первые принципы геометрии, 10 лет был моим учеником и сделал такие успехи, что доказал многие предложения о движении, доказанные ранее Вашим Превосходительством, но совершенно иными путями»<sup>4</sup> (Том III, стр. 46).

И, наконец, 15 марта 1641 г. Торричелли адресует Галилею новое письмо, из которого видно, что Кастелли повез показать своему великому учителю труд Торричелли «De motu gravium naturaliter descendentium...» («О движении тяжелых тел, опускающихся естественным путем»).

Вот что пишет в этом письме Эванджелиста Торричелли<sup>4</sup> (Том III, стр. 48—49): «...К трудам Вашего Превосходительства более подходит восхищение, нежели их комментирование. Меня охватило наивысшее изумление с того самого первого дня, когда я удостоился видеть Ваши книги. Однако последнее Ваше сочинение относительно движения\*) вызвало во мне скорее смелость, чем изумление». Торричелли сообщает, что у него появилось намерение выпустить в Риме или в другом городе написанное им самим небольшое сочинение, но прежде всего представить его на суждение Галилею. «Я писал эти листы не потому, что я намеревался выдвинуть какую-то свою собственную доктрину, а из необходимости составить себе памятную записку для моего маленького ума и из желания показать моему далекому учителю, с каким усердием я изучал его учение в его отсутствие». И Торричелли просит Галилея рассматривать это сочинение «как пересказ его труда вроде тех, которые и Вы, будучи еще школьником, писали на стихи из Энеиды и на речи М. Туллия\*\*». Он просит считать его своим

\*) Речь идет о книге «Беседы»<sup>1</sup>.

\*\*) Т. е. Цицерона.

слугой: «и хотя я уверен, что уступаю в отношении способностей и Маджотти и Нарди\*), однако я их превзойду в проявлении безмерного почтения к славному имени Галилея, имени всемирно известного навеки...». Ваше Превосходительство извинит мою необразованность, мой стиль и бесконечные ошибки, которые особенно встречаются во второй части. Эта вторая часть не переписана, а написана сразу, наспех, как она есть, и я ее даже не перечитал...».

Навестив Галилея в Арчетри, Кастелли горячо порекомендовал ему поселить у себя Торричелли и использовать его для разработки, опубликования и дальнейшего развития его неоконченных исследований. Галилей ознакомившись с сочинением Торричелли «О движении», высоко похвалил его и просил Кастелли направить к нему молодого автора. Торричелли не смог осуществить свой переход к Галилею немедленно. Лишь в конце сентября того же года он отправился в путь и прибыл в Арчетри в первых числах октября. Биограф Галилея и его ученик Винченце Вивиани, проживавший в Арчетри, сообщает, что «Галилей немедленно принялся рассказывать ему «Беседы», охватывавшие целый День, которые оставались в его собственных трудах и размышлениях и которые он намеревался включить, распределив их на два однодневных раздела в диалоге, присоединив к прежним четырем, опубликованным несколько лет тому назад в труде о двух новых науках Механике и местном Движении... Однако три с лишним месяца спустя, когда Торричелли едва только начал свою работу над пятым однодневным разделом, Галилей скончался (6 января 1642 г.). Это печальное событие, наступление которого Торричелли никак не ожидал столь быстро, повергло его в своего рода оцепенение... А когда он уже было собрался удалиться и возвратиться в Рим, пришло сообщение, что ему надлежит ожидать распоряжения Великого Герцога, находившегося в тот момент в Пизе, о своем назначении математиком Его Высочества. Таким образом, продолжает Вивиани, было возобновлено, ведущее свое начало из древности, но в течение уже долгого времени приостановленное, чтение лекций по математике в здешнем лектории»<sup>7</sup>.

Напомним, что предшественником Торричелли на должности профессора математики Флорентинской Академии с 1610 г. был Галилей, лекции которого были прекращены согласно решению инквизиционного суда в 1633 г. Так Торричелли получил принадлежавший ранее Галилею титул «философа и первого математика Его Высочества Великого Герцога Тосканского» и одновременно должность лектора математики при Флорентинской Академии опыта (*Accademia del Cimento*). Позднее к этому добавилось звание лектора по военной фортификации во Флорентинской Академии графики (*Accademia del Disegno*). Материальное положение 32-летнего Торричелли внезапно упрочилось. Если прежде скромный секретарь мог, да и то лишь в свободные часы, заниматься теоретическими исследованиями, то во Флоренции он получил наконец возможность осуществить и некоторые из своих замыслов в области эксперимента. Здесь Торричелли по-видимому, постепенно закончил работу над дополнениями Галилея к его «Беседам» (Дни V и VI). Однако он не успел их опубликовать. «Пятый День» был опубликован Вивиани в 1674 г., а «Шестой день» лишь в 1718 г. Имя Торричелли в них не упоминается, и что в действительности внесено им, точно неизвестно.

Придворный естествоиспытатель (философ) и математик Э. Торричелли поселился в апартаментах старого дворца Медичи во Флоренции. У него стали встречаться выдающиеся деятели искусства и науки. Особенно сдружился Торричелли со знаменитым художником Сальватор-Роза

\* Ученики Галилея.

и с известным эллинистом Карло Датти. Дошедший до нас каталог личной библиотеки Торричелли содержит, наряду с разнообразными трудами по математике, физике, астрономии, механике и военному делу, значительное число художественных литературных произведений.

Биографы Торричелли подчеркивают, что он и сам далеко не был чужд литературы и сочинял не дошедшие до нас острые эпиграммы и комедии. В одной из этих эпиграмм на латинском языке высмеивался некий строитель, построивший мост, который обрушился прежде, чем его открыли. Эпиграмма заканчивалась горькой жалобой на плохие времена, породившие дурных мостоделов—*ponti-fices* (множественное число от *ponti-fex*). Однако тем, кто изучал латынь, было хорошо известно, что древнее латинское слово *Pontifex* (верховный жрец)—официальный титул папы. Эпиграмма Торричелли стала весьма популярной в Италии как намек на папу Урбана VIII, тщетно стремившегося посредством преследований и репрессий спасти от упадка могущество церкви.

В 1644 г. Торричелли публикует впервые часть своих трудов по геометрии и механике, над которыми он урывками работал все эти годы. Имя его становится широко известным во всем ученом мире. Крупнейшие ученыe Италии и за ее рубежами признают Торричелли первоклассным математиком. По-видимому, и литературные дарования Торричелли не остаются незамеченными. Академия делла-Круска (*Accademia della Crusca*) во Флоренции, учреждение специально призванное культивировать красоту и чистоту итальянской литературной речи, избирает Торричелли своим сочленом и приглашает его прочесть там серию лекций. Математики Маджотти и Кавальери, узнав о чести, которой удостоился их друг, высказали в личных письмах к нему ряд весьма саркастических замечаний по адресу академиков делла-Круска, совершенно не сведущих в математике и физических науках<sup>4</sup> (том III, стр. 74—75). Однако эти замечания не смущили Торричелли, и он прочитал в Академии делла-Круска 12 популярных лекций на самые различные темы. В одной из этих лекций — «Похвальном слове математике» — Торричелли не постыдился высмеять «философов, считающих себя рожденными для науки, для знания», но оказывающихся круглыми невеждами в отношении машин и орудий, в которых превосходно разбираются простые необразованные люди. Эти лекции были опубликованы Академией лишь в 1715 г.<sup>16</sup>. Лекциям предписан любопытный акт. В нем значится, что высокоавторитетные, уполномоченные Академией лица, ознакомившись с текстом «Лекций» Эванджелисты Торричелли, «не обнаружили в них никаких погрешностей в языке». Следовательно, эти лекции признаны образцом безукоризненно чистой итальянской речи. И в этом вопросе Торричелли оказался достойным приемником Галилея, чьи Диалоги считаются по наше время бессмертными памятниками не только науки, но и художественной прозы. «Академические лекции» Торричелли, к сожалению, не переведены на другие языки, в наше время, по-видимому, малоизвестные, отличаются от «Диалогов» Галилея известной вычурностью стиля, но представляют собою подлинно художественные произведения. Шесть из этих 12 лекций посвящены физическим вопросам и заслуживают самого серьезного внимания как популярное изложение взглядов и важнейших физических исследований Торричелли, о которых речь будет ниже. Вместе с тем, «Академические лекции» Торричелли проникнуты насквозь столь характерным для эпохи Возрождения смелым духом борьбы против «философов-перипатетиков», т. е. против сторонников устаревших представлений Аристотеля, официально признанных единственными и непогрешимыми, согласными с учением католической церкви. Хотя в лекциях нигде не упоминается ни о Копернике, ни о системе мира вообще, но зато в них многократно пламенно прославляют-

ся заслуги Галилея. Лекции «О легкости» и «О ветре», как мы увидим, не-посредственно связаны со знаменитым опытом Торричелли, приведшим его в 1644 г. к изобретению барометра.

Великий герцог Тосканский, лично присутствовавший на демонстрации этого опыта, издал по такому поводу специальный декрет, в котором говорится: «За то, что Эванджелиста Торричелли благодаря доблести и удаче успешно осуществил это дело; за то, что им была открыта истина; за то, что им был опровергнут страх перед вакуумом; за то, что он расширил границы науки, мы объявляем славу бессмертному богу, а Эванджелисте Торричелли триумф»<sup>11</sup>.

Во время своего пребывания во Флоренции Торричелли разработал новый способ изготовления стеклянных линз, из которых затем изготавливались телескопы. Линзы Торричелли были признаны в ту эпоху непревзойденными, а способ их изготовления был строго засекречен великим герцогом. Не следует забывать, что в XVII в. зрительные трубы имели первостепенное военное значение, ибо они позволяли заранее обнаружить врага и предупредить его внезапное нападение. В одном из своих писем (от 1 мая 1644 г.) к французскому математику и физику Мерсенну (1588—1648) Торричелли описывает в следующих словах свою деятельность во Флоренции: «Из моей книги две части уже напечатаны, остальные две продвигаются медленнее, так как я чрезвычайно занят то в мастерской стекол для телескопов, то сооружая изо дня в день машины и ставя различные физические эксперименты, первое и второе по приказу моего господина великого герцога».

За пятилетний период пребывания во Флоренции Торричелли сумел, таким образом, развернуть кипучую деятельность в области физики и техники. Однако тяжелый недуг все сильнее подтачивал его организм. В октябре 1647 г. Торричелли слег, мучимый «лихорадкой» и страшными головными болями. Состояние больного ухудшалось, головные боли стали невыносимыми. Торричелли начал впадать «в безумный яростный бред», как писал его друг Сиренаи, сообщая о надвигающейся катастрофе брату Торричелли. 24 октября 1647 г. Эванджелисты Торричелли не стало.

По-видимому, в самом начале болезни Торричелли подробно изложил свой метод шлифовки линз в секретном письме, адресованном герцогу, по требованию последнего. В один из моментов просветления сознания покойный продиктовал подробное завещание. Он поручал своим друзьям Кавальери и Риччи издание всех своих неопубликованных рукописей. Он просил похоронить его без всяких почестей, но в Базилике церкви св. Лаврентия во Флоренции, если «отцы каноники сочтут его достойным этого».

Ни один из этих пунктов последней воли Торричелли не был выполнен. Кавальери скончался через месяц после Торричелли, а Риччи так и не смог найти издателя рукописей. Неизданные рукописи трудов и переписки Торричелли передавались из рук в руки и уже в XVIII веке были наконец проданы... в мелочную лавку на обертку. Некий Клементо Нелли, купив в лавке колбасу и принеся домой сверток, с изумлением обнаружил в нем... автограф Галилея. Он скупил весь остаток рукописей, надеясь их опубликовать, но и ему это не удалось. В 1818 г. рукописи Торричелли были куплены тогдашним герцогом Тосканским и в 1861 г., наконец, поступили на хранение в Национальную библиотеку во Флоренции. Лишь в 1919 г. эти сохранившиеся рукописи были опубликованы. По-видимому, лучше всего сохранились математические труды. Бесследно пропала значительная часть работ по физике, механике и технике, а также все его литературные произведения<sup>4</sup> (т. I, стр. 15).

Каноники Базилики св. Лаврентия, по-видимому, не сочли Торричелли «достойным» захоронения в храме. Он был похоронен где-то около церк-

ви вместе с другими простыми прихожанами. Великий герцог собирался было поставить ему надгробный памятник, да так и не удосужился это сделать. Могила Торричелли затерялась и до сих пор не обнаружена...

Обратимся теперь к физическим открытиям Эванджелисты Торричелли. Следует подчеркнуть, что в целом они еще совершенно недостаточно изучены. Дошедшие до нас исследования Торричелли охватывают следующие разделы физики: механика точки и механика твердого тела, гидромеханика, физика атмосферы, геометрическая оптика и техника изготовления линз. Основные работы Торричелли по механике точки и твердого тела изложены им в трудах: «О движении тяжелых тел, опускающихся естественным образом, и снарядов» (*De motu gravium naturaliter descendentium et projectorum*); в трех «Академических лекциях» «Об ударе» (*Della percossa*), а также в неизданных рукописях, собранных под названием «Разное о движении и моментах» (*De motu ac momentis varia*).

Трактат «О движении тяжелых тел» представлял собою первоначально строго систематизированное изложение воззрений Галилея, высказанных им в популярной форме в его «Беседах и математических доказательствах», касающихся двух новых отраслей науки, относящихся к Механике и Местному Движению<sup>1</sup>. Однако, публикуя свой трактат в 1644 г., Торричелли развил некоторые положения и пополнил его. Так, более значительно, по сравнению с Галилеем, развиты здесь вопросы внешней баллистики, причем более детально разработаны таблицы возвышения орудий и соответствующих параметров траектории снарядов. Проблема движения снарядов, фигурирующая у Галилея в виде как бы наглядного численного примера параболического движения, в труде Торричелли приобрела более практический характер. Все изложение этого вопроса у Торричелли явно рассчитано на непосредственное применение его таблиц в артиллерии.

Характеризуя исследования Торричелли о движении тяжелых тел, известный итальянский механик Р. Марколонго указывает<sup>8, 9</sup>, что Торричелли поставил себе прежде всего задачу доказать постулат Галилея о том, что тела, движущиеся по слабонаклоненным плоскостям с равных высот, должны обладать одинаковой скоростью. Новое доказательство этого постулата Торричелли основывается на принципе центра тяжести, высказанном Галилеем, но введенном в более общий принцип. Этот принцип гласит: «Два тяжелых тела не могут сами по себе совместно двигаться иначе, как при условии, что их общий центр тяжести опускается». Из этого же постулата Торричелли выводит знаменитую теорему Галилея о движении двух грузов, соединенных между собою перекинутой через блок веревкой. Далее, как указывает Марколонго, новым является у Торричелли доказательство, что при любом угле возвышения траектория снаряда является параболой. Всю теорию движения снарядов Галилея Торричелли доказывает более просто и в то же время более строго, последовательно пользуясь геометрическим методом.

Ряд работ Торричелли, относящихся скорей к математике, чем к механике, посвящен вопросу о нахождении центра тяжести разнообразных плоских фигур и тел. Этот вопрос служил предметом переписки Торричелли с Кавальери и Риччи. Торричелли, как известно, развил так называемый «метод неделимых», предложенный Кавальери, и впервые изложил его в четкой и ясной форме. Заслуги Торричелли в этой области позволяют считать его вместе с Кавальери непосредственным предшественником Ньютона и Лейбница в открытии анализа бесконечно малых<sup>10</sup>.

Исследователи, пишущие о работах Торричелли в области механики, проходят, как правило, мимо его популярных лекций об ударе. Между тем в этих лекциях содержится немало глубоких физических идей, имеющих несомненный исторический интерес.

«Сила удара, говорит Торричелли, принадлежит к числу наиболее эффективных из всех открытых Механики и представляет собою, вероятно, наиболее скрытую и наиболее темную из всех тайн Природы»<sup>4</sup> (том II, стр. 5).

В дальнейшем Торричелли излагает здесь, главным образом, содержание Шестого Дня «Бесед». Но Торричелли углубляет и развивает отдельные вопросы, поднятые в «Беседах» Галилеем. Так, сравнивая давление тяжелого покоящегося тела с давлением, возникающим при ударе падающего тела, Торричелли особо останавливается на некоторых свойствах тяжести. «Тяжесть тел природы—это источник, из которого непрерывно исходят моменты, говорит Торричелли, и тяжелое тело в каждый момент порождает силу...» Торричелли пользуется, в основном, терминологией Галилея, называвшего моментом «ту силу, то усилие, то действие, с которым двигатель двигает, а движимое сопротивляется»<sup>1</sup> (приложение 22). Торричелли указывает, что тяжесть—это вечно открытый «источник моментов», который «в каждое данное мгновение времени, или (если не нравится слово мгновение) в каждый кратчайший промежуток времени порождает момент, равный абсолютному весу данного тела... И на самом деле, когда тяжелые тела покоятся, продолжает Торричелли, то все эти импульсы (*impeti*)... уничтожаются подпирающим телом, которое, не скрывая своего противодействия, непрерывно гасит все эти возникшие моменты. Однако, когда те же тяжелые тела падают в воздухе, то все эти импульсы не гасятся, но сохраняются в нем и множатся»<sup>4</sup> (том II, стр. 15).

В этом великолепном описании фактически уже содержится понятие о силе, как об импульсе, сообщаемом телу в некоторый короткий промежуток времени.

Рассматривая вопрос об импульсе движущегося тела, Галилей указывал, что импульс движущегося тела определяется его весом и скоростью движения. Торричелли идет дальше. У него слово вес заменяется новым определением—количествою материи (*la quantità della materia*)<sup>4</sup> (том II, стр. 25), приближаясь, таким образом, к понятию «массы», предложенному Ньютоном сорок лет спустя. Поясняя роль этого «количествою материи» в противодействии, оказываемом телом толчку, Торричелли замечает: «Несомненно материя сама по себе мертва, она служит лишь для того, чтобы препятствовать, противиться действующей силе. Материя, продолжает Торричелли, есть не что иное, как воспетый поэтом сосуд Цирцеи, который служит лишь вместилищем силы, моментов и импульса. Сила и импульсы—это столь тонкие субстраты, это столь духовные квинтэссенции, что они не могут содержаться ни в каком ином сосуде, кроме самой телесной природы природных твердых тел. Таково мое мнение,—подчеркивает Торричелли,—ведь и сила человека проявляется в том, над чем он трудится и что он толкает»<sup>4</sup> (том II, стр. 27). Приведенных цитат, пожалуй, достаточно, чтобы показать, что лекции Торричелли «Об ударе» содержат интересный для историка материала, свидетельствующий, по нашему мнению, о том, что Торричелли гораздо ближе подошел к понятиям механики XVII века, чем Галилей.

Во вторую книгу трактата «О движении твердых тел... и снарядов» Торричелли включил небольшой раздел «О движении вод»<sup>4</sup> (том II, стр. 185—197). Здесь, во-первых, рассматривается знаменитая задача Торричелли о форме струи жидкости, вытекающей из сосуда. В основе решения

лежит следующее предположение: «воды, энергично вырывающиеся, имеют в точке истечения такой же импульс (*impetus*), какой имело бы некое твердое тело или одна капля самой воды, если бы она падала естественным путем от самой верхней поверхности воды до отверстия, из которого она вырывается». Доказав затем, что траекторией этой капли будет парабола, Торричелли отмечает, что эксперимент «в некоторой степени подтверждает наш постулат». Он останавливается на этом опыте. Большой сосуд имеет внизу горизонтальный отросток с маленьkim вертикальным отверстием. Если сначала зажать пальцем отверстие, а затем открыть его, то можно видеть, как первые вырывающиеся из отверстия капли поднимаются до уровня воды в сосуде и описывают параболу. Торричелли правильно разъясняет причину, почему вершина водяной струи оказывается чуть ниже уровня воды. Далее он указывает, что если кому угодно фактически проверить этот принцип на опыте, то следует его предпринимать не с водою, а со ртутью, «так как она обладает большой внутренней тяжестью», т. е. большим удельным весом. Затем Торричелли описывает «эксперимент, который нам подтвердил почти все детали наших рассуждений» (*speculatiunculas*). Высота сосуда, имевшего форму параллелепипеда, превосходила «геометрический шаг», а площадь dna была не менее ладони. Из сосуда выходила круглая трубка. «Отверстия были на самом деле круглые, несколько превышавшие размер человеческого зрачка и были не грубо сделаны, а тщательнейшим образом выточены в медных толстых пластинках, установленных перпендикулярно к горизонту. Вода, энергично вырывающаяся, всегда выходит перпендикулярно к той плоскости, из которой она вырывается, поэтому было необходимо, чтобы выходы из нашей трубы были горизонтальными».

Опыт показал, что вырывающаяся горизонтально струя воды искривляется по параболе<sup>4</sup> (том II, стр. 188).

Чрезвычайно важным является, разумеется, то обстоятельство, что в основе приведенного предположения Торричелли лежит закон сохранения импульса. Ни Торричелли, ни Галилей не сформулировали в количественной форме зависимости импульса от массы и скорости, поэтому вряд ли можно утверждать, как это делают некоторые исследователи, что Торричелли, подобно Даниилу Бернулли, исходил из закона сохранения живой силы ( $m v^2$ ). И Галилей и Торричелли были уже очень близки к понятию «живой силы», но математическое ее выражение осталось им, по-видимому, неизвестным.

Торричелли, однако, не только показал, что струя, вытекающая скобу из наполненного жидкостью сосуда, принимает форму параболы, но он доказал также, что скорость вытекающей жидкости, а значит и количество ее, находится в определенном соотношении к высоте столба жидкости над отверстием. Он пришел к выводу, что скорости относятся между собою, как квадратные корни из высот. Торричелли еще не был знаком с формулой  $v = \sqrt{2gh}$ , впервые данной Иоганном и Даниилом Бернулли почти целое столетие спустя. У Торричелли  $v = A\sqrt{h}$ , где  $h$  означает высоту, а  $A$  — некоторую постоянную, откуда он получает  $v:v_1 = \sqrt{h}:\sqrt{h_1}$ <sup>12</sup>.

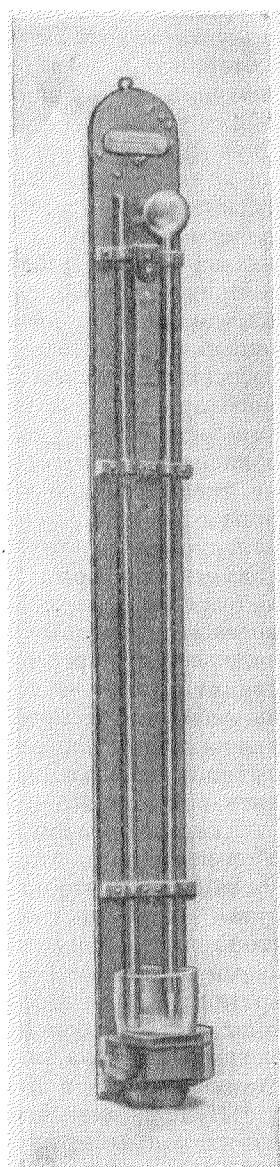
Наряду с исследованиями в области основ гидромеханики, Торричелли принадлежит ряд выдающихся работ по гидравлике, непосредственно связанных с разработкой гидротехнических сооружений по регулированию течения реки Чиано. Эта область вопросов, однако, выходит за рамки настоящей статьи.

Обратимся теперь к исследованиям Торричелли в области физики атмосферы. Основными проблемами физики атмосферы были в ту эпоху проблема весомости воздуха и проблема происхождения ветров. В обоих

этих вопросах Торричелли принадлежат крупнейшие заслуги. По всей вероятности Торричелли были написаны соответствующие неопубликованные исследования, не дошедшие до нас. Описание знаменитого опыта Торричелли с барометром фактически сохранилось только в виде его частного письма, адресованного к Риччи<sup>4</sup> (том III, стр. 186). Вопрос же о весомости атмосферы и о происхождении и природе ветра сохранился только в популярных лекциях, произнесенных перед Академией делла-Круска<sup>16</sup>.

Вопрос о весомости воздуха имел уже в ту эпоху многовековую предысторию. Аристотель утверждал, что «в своем месте все имеет вес, кроме огня, а также воздуха». (*Ἐν τῷ αὐτῷ χώρᾳ, πάντα βάρος ἔχει, πλὴν τοῦτος καθόλητος*)<sup>13</sup> (стр. 13). На протяжении столетий одни авторы высказывались в пользу мнения Аристотеля, другие, наоборот, решительно возражали. Так, Галилей в своем раннем сочинении «О движении» (*De motu*) указывал, что «вопреки мнению Аристотеля нельзя обозначать что-либо просто легким или просто тяжелым... все тела имеют вес, одни больший, другие меньший, в зависимости от того, более сжата и уплотнена их материя или же она диффузна и редка»<sup>13</sup>. Этот вопрос был подвергнут подробному рассмотрению Торричелли в его двух лекциях на тему «О легкости». Здесь он прежде всего подверг резкой критике концепцию Аристотеля, полагавшего, что абсолютно тяжелые тела стремятся к своему «естественному месту вниз», где они придут в состояние покоя. Напротив, тела абсолютно легкие, подобные огню, стремятся, по Аристотелю, вверх. «Для меня не ново, — сказал Торричелли, что специально изготовленные зеркала собирают лучи света, и что некоторые сосуды и помещения концентрируют в одной точке линии звука. Но что природа вложила в созданный ею подлунный мир некий внутренний принцип движения к центру, в тесноту одной точки, со стремлением к вечному несчастию, это для меня ново, немыслимо и беспримерно»<sup>4</sup> (том II, стр. 44). «Ведь просто невозможно, иронизирует Торричелли, чтобы элементы земли и воды могли когда-либо достигнуть заветной цели и попасть в этот ими излюбленный центр». Отвергая построение Аристотеля как совершенно абсурдное, Торричелли настаивает на формулировке тождественной формулировке Галилея: все тела обладают весом.

В тесной связи с вопросом о весомости воздуха с давних пор стоял вопрос о вакууме. Согласно Аристотелю понятие о пустоте содержит логическое противоречие, «место без помещенного в нем тела» не может существовать. На протяжении многих веков величайшие ученые утверждали, что вакуум принципиально невозможен. Ибн-Синна (Авиценна), например, утверждал, что если где-либо на земле образуется вакуум, то само Небо расколется и спустится на Землю, дабы заполнить этот вакуум. Так постепенно возникло убеждение в том, что природа испытывает своего рода ужас



Барометр Торричелли.

перед вакуумом (*horror vacui*). Под вакуумом понимали пространство, лишенное воздуха. Поэтому считалось аксиомой, что получить безвоздушное пространство принципиально невозможно. Этой точки зрения придерживался и Галилей, когда он в своих «Беседах» на примере сцепления двух пластинок утверждал: «Этот опыт ясно доказывает нежелание природы допустить, хотя бы на короткий промежуток времени, образование пустоты которая образовалась бы между пластинками до того момента, как окружающий воздух занял бы соответствующее пространство... Сопротивление образованию пустоты, подобное тому, которое обнаруживается на примере двух прилегающих друг к другу пластинок, несомненно, существует между частями твердого тела и является по крайней мере одной из причин их сцепления»<sup>1</sup> (стр. 63—64). Этот вопрос рассматривается далее в «Беседах» в связи с обсуждением вопроса о невозможности подъема воды с помощью насоса на высоту более 18 локтей. Галилей был не только твердо убежден в принципиальной весомости воздуха, но и впервые экспериментально определил удельный вес воздуха посредством весьма остроумного опыта, описанного в «Беседах»<sup>1</sup> (стр. 170—171). Вместе с тем Галилей утверждал, будто верхние слои воздуха не должны давить на нижние. В качестве основного аргумента в пользу этого мнения Галилей выдвигал неправильное утверждение, будто давление, испытываемое твердым телом в воде, не зависит от высоты столба жидкости над ним. Он полагал, что «вода в воде не имеет никакой тяжести... А если вода в воде ничего не весит, каким образом ее нижние слои могут быть сжаты верхними?» Из этого ошибочного утверждения Галилей делал аналогичные выводы относительно атмосферы. «Заметь,—говорил Галилей,—что весь воздух в самом себе и над водой не весит ничего... Нет ничего удивительного, что вся атмосфера ничего не весит, поскольку подобным же образом обстоит дело с водою»<sup>17</sup>. Галилей видел веский аргумент в пользу этой своей теории в том, что рыбы в воде не ощущают ее веса, а также в том, что ни люди, ни животные не ощущают на себе веса атмосферы. Отрицая априори возможность существования атмосферного давления, Галилей вынужден был искать вне атмосферы причину наблюденного факта, что ни один поршневой насос не может поднять воду на высоту, превосходящую 18 локтей.

Таким образом, Галилей приписал основную роль в этом факте тому обстоятельству, что природа якобы сопротивляется появлению пустоты. Он заключил, что на водяной столб действует, с одной стороны, эта пресловутая сила сопротивления появлению пустоты, которая увлекает этот столб вверх, между тем как собственный вес тянет его вниз. По мере удлинения водяного столба «он разрывается от собственной тяжести, совершенно так же, как это произошло с веревкой...» И далее: «Определяя вес воды, заключающейся в 18 локтях трубы насоса, какого бы диаметра последняя ни была, мы можем определить величину сопротивления образованию пустоты в прочном цилиндре из любого материала»<sup>1</sup> (стр. 72).

Изложенная теория Галилея встретила неодобрение у некоторых его же современников. Так Декарт, находившийся в 1639 г. в Нидерландах, получив от Галилея личный экземпляр «Бесед», написал Мерсенну: «То, что он приписывает пустоте, следует приписать ни чему другому, как весомости воздуха. Можно быть уверенными, что если бы боязнь пустоты препятствовала разделению двух тел, то вообще не существовало бы такой силы, которая могла бы их разделить».

Незадолго до смерти Галилея парижские математики направили ему ряд замечаний по поводу его «Бесед»: «Мы считаем, значилось в этих замечаниях, что отнюдь не вакуум препятствует разделению двух полированных пластин, наложенных друг на друга, а воздух, давящий сверху и их со всех сторон облегающий»<sup>13</sup> (стр. 99—100).

В 1644 г. Торричелли во Флоренции предпринял экспериментальное исследование давления воздуха. «Я подчеркиваю,—писал Торричелли 11 июня 1644 г. в Рим своему другу Риччи, что я не намеревался ни делать философский эксперимент относительно вакуума, ни попросту осуществить этот вакуум, но сделать инструмент, который бы мне показывал изменение воздуха, когда он более тяжел и плотен, а когда он более легок и тонок. Многие говорили, что вакуум неосуществим, другие—что он осуществим с трудом из-за сопротивления со стороны Природы. Я обнаружил следующее: имеется главная причина, от которой происходит это противодействие, которое, как будто, мешает созданию вакуума. Мне кажется бесцельным пытааться приписать вакууму это действие, которое явно вызывается другой причиной. Проделав надежные, простейшие расчеты, я нахожу, что предполагаемая мною причина (а именно вес атмосферы) могла бы сама по себе осуществить большее сопротивление, чем то, которое она создает, не привлекая к этому вакуум... Мы живем, погруженные на дно моря элементарной атмосферы. Опыт без всякого сомнения доказывает, что она обладает весом и притом таким, что, будучи наибольшим вблизи земной поверхности, она весит примерно одну четырехсотую долю веса воды... Понятно, что вес воздуха внизу испытывают и люди и животные, над вершиной высокой горы воздух начинает быть чистейшим и гораздо меньшего веса, чем одна четырехсотая часть воды»<sup>4</sup> (том III, стр. 186—187).

И Торричелли описывает во всех подробностях знаменитый опыт с трубками, наполненными ртутью, ставший теперь обычным демонстрационным школьным опытом. Первоначально опыт не удавался, но затем Вивиани, помогавший Торричелли в этом исследовании, преодолел все затруднения. Взяв трубку в два локтя длиною, исследователи наполнили ее ртутью, закрыв предварительно открытый конец. Когда этот конец был открыт, ртуть опустилась и остановилась на уровне полутора локтей. Было выяснено, что высота эта не зависит от формы, которая придана верхнему, запаянному концу. Прибор, изобретенный Торричелли, лишь в 1676 г. получил от Мариотта название «барометр».

Необходимо подчеркнуть, что изобретение барометра явилось далеко не случайным результатом работ Торричелли, а представляло собою последовательный и неизбежный вывод из его работ по физике атмосферы. Насколько опередили свой век исследования Торричелли в этом вопросе и взорения, к которым он пришел, можно отчетливо видеть из его лекции, посвященной проблеме «О ветре». Надо полагать, что в неизданных трудах Торричелли должны были находиться более подробно изложенные исследования, послужившие основой для этой популярной лекции.

«Утверждают Философы, говорит Торричелли, что ветер ведет свое начало от каких-то мглистых испарений, выделяемых влажной землей. Они заметили, что после дождя дуют обычно более сильные и длительные ветры, чем обычно, поэтому они утверждают, что когда земля покрыта влагой, сила солнечных лучей и подземного тепла поднимает два сорта испарений, одно влажное, которое есть источник будущих дождей, а другое сухое испарение, создающее ветры... Но ежели все дожди должны создавать два сорта испарений, одно служащее для создания ветра, а другое—для будущих дождей, то кому же не ясно, что материя дождей будет постоянно убывать, а материя ветров будет непрестанно увеличиваться? Но пойдем дальше, поскольку школа Философов владеет превращением элементов, она быстро найдет ответ и на это возражение.

Я лично прежде всего сомневаюсь в самих наблюдениях. Действительно известно, что после дождя очень часто дуют северные ветры. Однако в отношении южных ветров правило это не только неточно, но очень часто

переходит прямо в противоположное. Ветры Сирокко дуют среди дня почти всегда перед дождем, покуда он не начнется, а затем, когда он закончится, они утихают. А между тем, согласно мнению перипатетиков, они должны были бы дуть после дождя сильнее, чем когда либо, поскольку мокрая земля более приспособлена для того, чтобы испарять имеющиеся в ней элементы. К тому же из земли в этом случае должны были бы испаряться в большем количестве пары и туманы, когда обе причины действуют совместно, т. е. и теплый сезон, и влажная земля. А когда же имеется более благоприятная конъюнктура для возникновения ветра, как не после дождя, когда именно возникают южные ветры? Именно тогда и появляются и наполненные водою канавы в деревнях, и затопленные луга и бурные потоки. Чего еще больше? Даже внутрь жилищ в это время проникает такая сырость, что запотевают мрамора. Разве не хватает влаги в это время года от полуденной болезнестворной духоты, когда Сирокко приносит с собою тягостный воздух, дующий словно из печи, а все живое, недомогая от тяжелой жары, приходит в беспокойство и едва держится на ногах? Наоборот, в конце концов, после некоторого другого дождя возникают сильнейшие Аквилоны. А между тем, высохшая земля, подверженная действию Северных холодов, не должна была бы обладать достаточной силой, чтобы поднять большое количество испарений, если справедливо мнение Философов, что для возникновения ветра необходимы и тепло и влага. А что мы скажем о ветрах, которые рождаются самопроизвольно, которым не предшествует никакой дождь? Не только спекулятивным Философам, но и необразованным путникам известны эти ветры, возникающие точно в определенное время и уверенно господствующие...» И Торричелли напоминает о ветре, регулярно дующем перед восходом солнца, о вечерних зефирах, о господствующих ветрах, дующих в различных странах в определенное время года.

Попутно он рассматривает мнение древних ученых о том, «что если некоторое количество воды каким-либо способом превратится в воздух, то оно расширится в десять раз и займет десятикратный объем». Торричелли говорит по этому поводу: «Современные ученые, более любознательные и притом более разумные, нашли посредством трудных опытов, что ежели вода обращается в воздух, то она увеличивается в объеме не в 10, а в 400 раз. Поскольку сегодня этот принцип известен, мы предвидим, что не только один дождь, но даже целый Океан дождя не смог бы сообщить достаточно вещества для неугомонного ветра, который заставляет себя чувствовать в течении восьми, а то и десяти дней».

Влага дождей, по мнению Торричелли, распределяется на разные доли, и лишь наименьшая часть ее испаряется. Однако ее объем настолько велик, что, расширившись, она покрывает большую часть Европы. Если бы дул такой ветер, то он не только смел бы маленькую Италию, но и Испанию, и Францию, и Германию, и другие государства, которые все вместе взятые составляют немалую часть обитаемого мира. Высота этого течения или притока воздуха достигла бы высоты по меньшей мере трех или четырех миль...

Опровергнув домыслы Философов о происхождении ветра, Торричелли продолжает: «Но нет ли какого-либо ясного признака для нахождения истинной причины возникновения ветров, действующей по единому принципу, необходимость которого среди всех прочих равных может быть доказана? Этим принципом является не что иное, как известнейший и вульгарнейший принцип уплотнения и разрежения воздуха. Почтеннейший храм Санта-Мария-дель-Фiore в некоторой степени, а еще в гораздо большей степени Римская Базилика обладают способностью испускать в наиболее жаркие летние дни весьма свежий ветер из своих собственных

дверей как раз в то самое время, когда воздух наиболее спокоен и никакого ветра (снаружи) нет. Причина этого заключается в следующем. Воздух, заключенный в большом помещении, по какой-то причине оказывается более прохладным, чем внешний воздух, накаляемый сильными лучами и отражением солнца. Но если воздух более прохладен, то он и более плотен; а значит он должен быть и более тяжелым. Вот почему из дверей и должно возникнуть течение воздуха наружу, а в наиболее высоко расположенные окна должно втекать столько же воздуха, сколько вытекло в дверь. В Римском храме в полуденный час свежесть ветра в это время не только не ласкает, но даже обижает. Ветер из дверей этого храма настолько силен, что вызывает изумление.

Применим это наблюдение, перейдя от замкнутой полости к широчайшим просторам открытой атмосферы... Представим себе, что все Северное полушарие совершенно спокойно и в состоянии полной тишины, без единого порыва ветра, без единого дуновения воздуха. Пусть внезапный дождь или какая-либо другая причина, не меняя ничего в остальной части полушария, увеличит более обычного прохладу над Германией. Несомненно, охлажденный воздух над всем этим обширным государством уплотнится. А для того, чтобы он уплотнился, необходимо, чтобы в высокой части атмосферы над Германией появилась некоторая полость, порожденная вышеупомянутым уплотнением. Воздух над соседними государствами, будучи текучим и скользким, постарается заполнить эту неожиданно родившуюся полость. Поэтому верхние части атмосферы помчатся в виде ветра к охлажденной части. Но в наизнешней области, т. е. в части воздуха, примыкающей к земле, возникнет встречное течение. Несмотря на то, что Германия была бы покрыта уплотненным воздухом, он еще больше уплотнится и, что особенно тягостно для окружающих, вызовет во всех видах течение ветра... Таким образом, ветер должен быть циркуляцией, которой нельзя избежать ни над одной ограниченной частью Земли. А эффект указанной циркуляции должен продолжаться столько времени, сколь долго существует его причина».

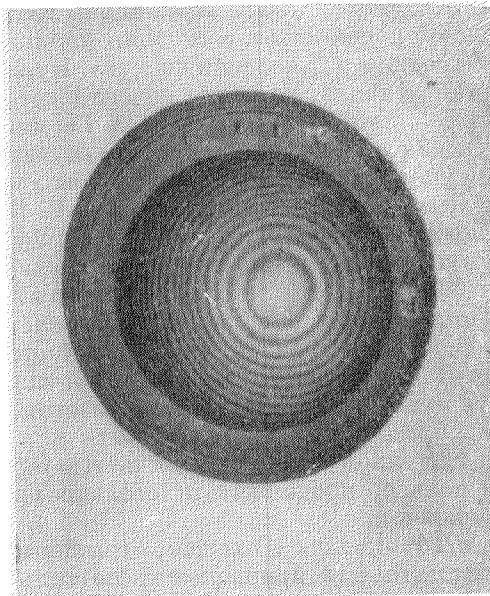
Изучение лекции Торричелли «О ветре», отрывки из которой мы здесь привели, показывают, что ему принадлежит не только честь открытия причины возникновения ветра, но что им уже в 1644 г. была намечена в основных чертах картина общей циркуляции земной атмосферы.

Можно таким образом полагать, что изобретение барометра явилось, очевидно, лишь частью намеченной Торричелли обширной программы экспериментальных метеорологических исследований, прерванных его смертью.

Историки науки нередко приписывают тем или иным ученым XVIII в. приоритет в открытии атмосферной циркуляции, упуская из виду, что впервые опубликованные в 1715 г. «Академические лекции» Торричелли (ныне почти забытые) должны были быть хорошо известны ученым первой половины того века.

Обратимся теперь к оптическим исследованиям Торричелли. До нас не доехал ни один труд Торричелли по геометрической оптике. Однако в сохранившейся его переписке мы находим упоминание о том, что Торричелли работал над этим вопросом, как и многие его современники. Особенный интерес представляет с этой точки зрения приписка к письму, адресованному Риччи от 6 февраля 1644 г.: «Вчера мне была оказана высокая милость Великим Герцогом, пожаловавшим мне цепь в триста скуди. Его Высочеству до крайности понравилось мое изобретение по изготовлению линз, добытое путем геометрических соображений в сочетании с учением и знанием конических фигурок и с наукой о преломлении»<sup>4</sup> (том III, стр. 167).

В письме от 16 февраля того же года Кавальери горячо поздравляет Торричелли с тем, «что он открыл нечто новое в вопросе о преломлении и о линзах для телескопа» (там же). А в следующем письме от 15 марта Кавальери сообщает, что и он, и его ученики и друзья с нетерпением ожидают известий о сущности этого открытия, приведшего Торричелли к изготовлению необыкновенных по качеству линз. Однако, как мы знаем, изобретение это было засекречено великим герцогом, и Торричелли никогда никому из своих друзей не сообщал о его сущности. Вместе с тем известно, что линзы, изготовленные Торричелли, пользовались в ту эпоху необыкновенной славой. Естественно, появились мастера оптики, пытавшиеся превзойти Торричелли и конкурировать с ним. Однако всякий раз, когда



Полосы интерференции линзы Торричелли.

друзья Торричелли сообщали ему о появлении нового мастера, Торричелли неизменно отвечал, что они никогда не смогут его превзойти.

Поскольку единственное описание изобретения Торричелли, переданное им перед смертью великому герцогу, утеряно, известным итальянским оптиком В. Ронки в 1924 г. была сделана попытка выяснить этот вопрос путем непосредственного исследования сохранившихся подлинных линз Торричелли с его собственноручными записками. Ронки подверг линзу Торричелли (диаметром 10 см, фокусное расстояние 5,7 м) обычной для нашего времени проверке поверхности мениска путем сравнения ее с образцовой современной линзой на специальном интерферометрическом приборе в Национальном Оптическом институте. Вот что пишет по этому поводу Ронки: «Прилагаемая фотография показывает полосы интерференции между поверхностью линзы Торричелли и поверхностью оптической образцовой. Правильность концентрических колец показывает, что обработка поверхности линзы Торричелли достигает наивысшей желаемой оптической точности; в общем, она лежит на пределе оптического совершенства»<sup>14</sup>.

Анализируя этот поразительный результат, Ронки приходит в конце концов к выводу, что «секрет» изобретения Торричелли в области изгото-

ления линз заключался в открытии им формы мениска, соответствующей минимуму сферической aberrации. Фактически подлинные линзы Торричелли сами свидетельствуют о том, что это условие выполнено при их изготовлении. Этот вывод представляется правдоподобным тем более, что Торричелли в одном из своих писем мельком замечает, что при решении задач изготовления линз он воспользовался разработанным им методом нахождения минимумов и максимумов.

Замечательно и то, что Торричелли нашел некий способ проверки правильности своих линз.

---

Наш краткий обзор жизни и деятельности в области физических исследований великого сына итальянского народа Эванджелисты Торричелли ни в какой степени не претендует на полноту. Заканчивая его, нам хотелось бы напомнить, что эта замечательная фигура одного из выдающихся основателей науки нового времени и активного борца за ее торжество ждет еще своего исследователя.

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Г а л и л е о Г а л и л е й, Сочинения, т. I. Бессды и математические доказательства, касающиеся двух новых отраслей науки и т. д., перевод А. Н. Долгова. ОНТИ, М.—Л., 1934.
  2. Г а л и л е о Г а л и л е й, Диалог о двух главнейших системах мира Птоломеевой и Коперниканской, Гостехиздат, М.—Л., 1948.
  3. М. Я. В ы г о д с к и й, Галилей и инквизиция, I, ОНТИ, М.—Л., 1934.
  4. Opere di Evangelista Torricelli, edite in occasione del III centenario della nascita col concorso del Comune di Faenza da Gino Loria e Giuseppe Vassura, Vol. I—III (1919), Vol. IV (1944).
  5. О л ь ш к и й, История научной литературы на новых языках, т. 3, ГТТИ, М.—Л., 1933.
  6. G. R e g o l i, Evangelista Torricelli Segretario di Mons. Giovanni Ciampoli—Torricelliana, I, Faenza, 1945, p. 29.
  7. E. B a r t o l o t t i, Evangelista Torricelli. Torricelliana, I, Faenza, 1945, p. 1.
  8. R. M a r c o l o n g o, Lo svilupo della Meccanica sino ai discepoli di Galileo. Mem. R. Acc. Lincei serie 5, Vol. XIII, 1910.
  9. B. C a l d o n a z z o, Torricelli—Meccanico. Сб. «Evangelista Torricelli nel terzo centenario della morte». Soc. Edit. univers., Firenze, 1951.
  10. E. C a r u c c i o, Torricelli — precursore dell'analisi infinitesimale (тот же сборник).
  11. L. T i e r i, Evangelista Torricelli — Fisico (тот же сборник).
  12. Д а н н е м а н Ф., История естествознания, т. II, стр. 161, ОНТИ, М.—Л., 1935.
  13. C. d e - W a a r d, L'expérience barométrique, Thonars, 1936.
  14. V. R o n c h i, Sopra una lente di Evangelista Torricelli, L'Universo, V, 2, 1924.
  15. E v a n g e l i s t a T o r r i c e l l i, De sphaera et solidis sphaeralibus. De motu gravium naturaliter descendantium etc. De dimensione Parabolae solidique hyperbolici cum, appendice de Dimensione spatii cycloidalis et Cochleae. Florentiae, 1644.
  16. E v a n g e l i s t a T o r r i c e l l i, Lezionos accademici, Firenze, 1715.
  17. G a l i l e o G a l i l e i, Considerazioni di Accademico incognito, 1612; Opera etc. Vol. IV, pp. 167, 182 (1894).
-