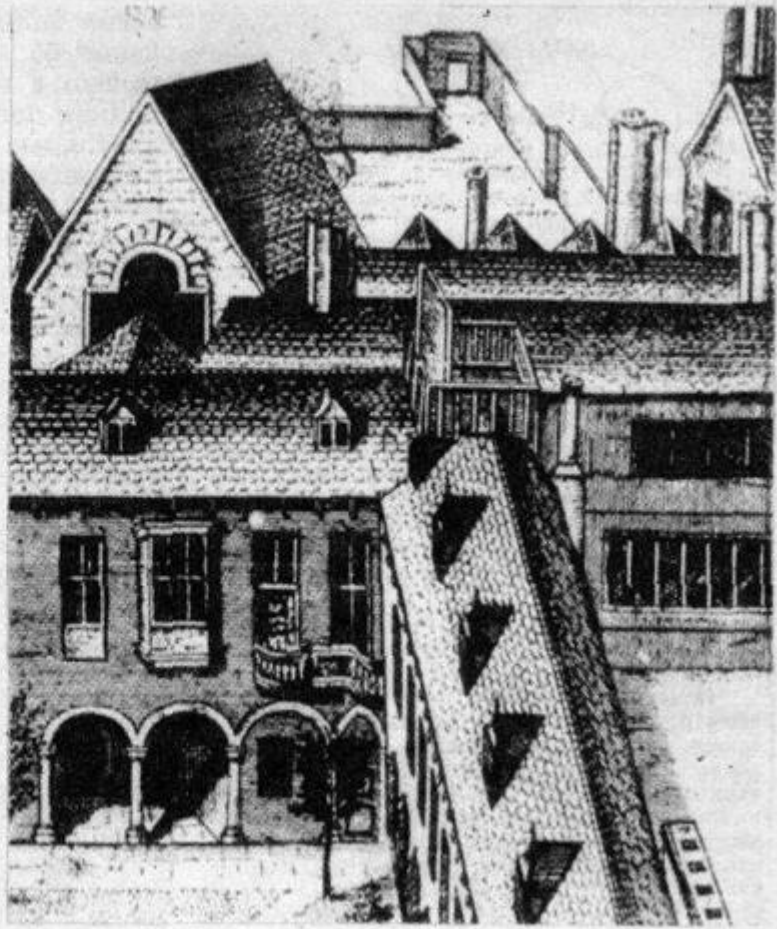


Роберт Гук

(к 350-летию со дня рождения)

Кандидат физико-математических наук
С. Р. ФИЛОНОВИЧ



Здание Грешем-колледжа. В этом доме Гук жил и работал почти пятьдесят лет.



«Моделью» для этого портрета Роберта Гука послужило одно из изображений ученого, которое было создано по описаниям его внешности, оставленным современниками. Подлинного портрета ученого до сих пор не удалось обнаружить.

Тому, кто захочет подробнее познакомиться с жизнью этого замечательного ученого, мы рекомендуем прочитать книгу А. Н. Боголюбова «Роберт Гук» (М.: Наука, 1984).

В истории науки есть периоды, когда происходила крутая ломка представлений о природе и методах ее исследования. Такие периоды принято называть научными революциями. Одна из них относится к XVII столетию, в течение которого были заложены основы многих разделов классической физики. Характер революции в физике XVII века определялся, прежде всего, обращением ученых к эксперименту как средству познания законов природы. Одним из величайших экспериментаторов той эпохи был Галилей. Его простые, остроумные и очень убедительные опыты вдохновили многих ученых на исследования в разных областях физики. XVII столетие чрезвычайно расширило круг изучаемых физических законов и явлений. При этом научная специализация еще не зашла в то время очень далеко, и многие выдающиеся ученые успешно работали сразу в нескольких областях физики. К таким ученым-универсалам относятся Галилей, Кеплер, Гюйгенс, Ньютон. К этому перечню следует добавить и имя выдающегося английского естествоиспытателя Роберта Гука, который по широте научных интересов и разнообразию полученных им результатов занимает одно из самых заметных мест в блестящей плеяде ученых XVII века.

О жизни этого ученого, о его научной деятельности и о судьбе его работ мы расскажем в этой статье.

* * *

Роберт Гук родился 18 июля 1635 года в местечке Фрешуотер на английском острове Уайт в семье настоятеля местной церкви. Отец хотел, чтобы Роберт тоже стал священником, но от этих планов пришлось отказаться. У мальчика было такое слабое здоровье, что он даже не мог ходить в начальную школу вместе со сверстниками. (Болезни преследовали Гука всю жизнь, и это сказалось на его характере: современники часто отмечали его вспыльчивость, резкость и раздражительность.)

Имея большой досуг, юный Гук много времени посвящал конструированию и моделированию различных устройств и механизмов. Можно сказать, что страсть к изобретательству проявилась у него еще в раннем детстве. Однако безмятежная жизнь в семье была рано прервана трагическим событием. Когда Роберту было 13 лет, умер его отец, и Гуку пришлось задуматься о своем будущем. Стремясь с пользой истратить оставшиеся ему в наследство 100 фунтов стерлингов, Гук поступает учеником к одному лондонскому живописцу. Однако вскоре он убеждается, что и без специальной подготовки достаточно хорошо рисует, а запах масляной краски вызывает у него головную боль. Отсюда и решение уйти от живописца и поступить в школу известного педагога Р. Башби. В школе Роберт изучил латинский и греческий языки, познакомился с геометрией Евклида, одним словом, получил подготовку, достаточную для поступления в университет.

В 1653 году Гук становится студентом знаменитого Оксфордского университета. К тому времени деньги, оставленные ему отцом, были исчерпаны, и молодому человеку надо было искать средства для продолжения учебы. Роберт устраивается хористом в церковь. Однако петь ему пришлось недолго, поскольку очень скоро он находит место, лучше отвечающее его склонностям: молодого человека берет к себе в качестве ассистента химик Т. Уиллис. Видимо, Гук работал добросовестно, и Уиллис рекомендовал его в том же качестве молодому аристократу, увлеченному наукой, имя которого вошло во все учебники физики, — Роберту Бойлю.

Бойль, человек столь же знатный, сколь и богатый, не желая участвовать в сложной политической борьбе, раздиравшей Англию в середине XVII века, удалился в Оксфорд, где на свои средства организовал химическую лабораторию. Ранее он получил прекрасное образование во Франции, Италии и Швейцарии и занимался научными исследованиями не как дилетант, а вполне профессионально. К тому времени, когда Гук стал его ассистентом, Бойль был заинтересован изобретенным О. Герике воздушным насосом и опытами, произведенными немецким естествоиспытателем с помощью этого устройства. Понимая, что конструкция насоса Герике далека от совершенства и что для проведения количественных экспериментов

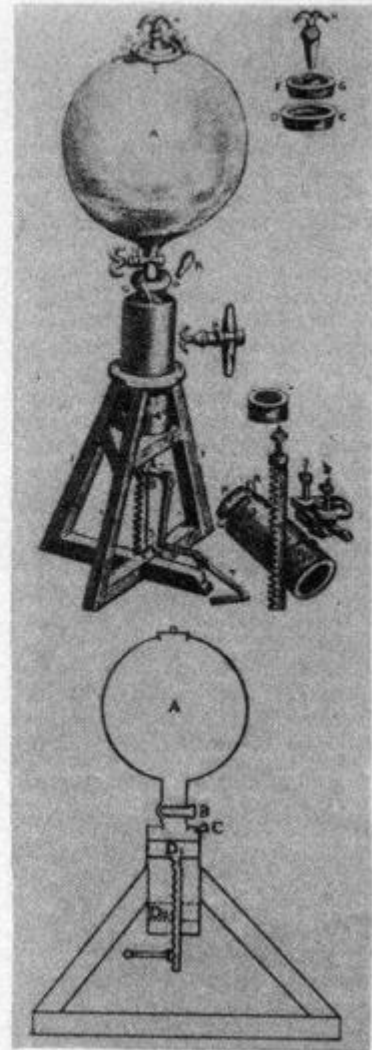


Рис. 1. Внешний вид и схема сечения насоса Бойля — Гука. Для создания в сосуде А давления меньше атмосферного требовалось несколько раз последовательно выполнить такие действия: открыть клапан В, перевести поршень из положения D_1 в положение D_2 , открыть клапан С, вернуть поршень в положение D_1 , закрыть клапан С. Для повышения давления в сосуде А перечисленные действия надо было провести в обратном порядке.

self taken away from the said
it made evident for the pump
to 29th of March 1671

Robert Boyle

Done in Oxford the 29th of March 1671

Фрагмент служебной записки Гука с его автографом.

Отрывки из сочинений Гука

Без обращения к первоисточникам невозможно составить правильное представление о том, как излагали свои взгляды ученые прошлого. Иногда современная формулировка закона, носящего имя того или иного ученого, в действительности очень сильно отличается от той, которую давал ему автор. Но чаще знакомство с работами классиков естествознания вызывает восхищение именно тем, как точно ученым прошлого удавалось представлять свои идеи: высказанные ими несколько столетий назад суждения звучат вполне современно. Последнее относится ко многим работам Р. Гука. Мы предлагаем читателю несколько отрывков из произведений ученого, касающихся природы света и закона упругости.

*Публикацию подготовил
С. Р. Филонович.*

О свете

«Свет — колебательное или дрожательное движение в среде..., происходящее из подобного же движения в светящемся теле, подобно звуку, который обычно объясняется дрожательным движением среды, проводящей его, вызванным дрожательным движением звучащего тела. И так же как в звуке пропорциональные колебания производят различные гармоники, так и в свете различные странные и приятные цвета создаются при смешении пропорциональных и гармонических движений. Первые воспринимаются ухом, а вторые — глазом.»

В следующем отрывке речь идет о возбуждении световой волны и, по существу, вводится понятие о сферическом волновом фронте.

«...свет распространяется с одинаковой скоростью, откуда необходимо, чтобы каждый импульс или колебание светящегося тела возбуждал сферу, которая непрерывно увеличивалась бы так же, хотя и намного быстрее, как волны или круги на поверхности воды расходятся вокруг точки.

(Продолжение см. на с. 20)

требуется ее серьезное усовершенствование, Бойль поручил Гуку заняться этим вопросом. Новый ассистент блестяще справился с заданием.

На рисунке 1 изображен внешний вид устройства, которое вошло в историю физики под названием «насос Бойля — Гука». Используя этот насос, Бойль выполнил цикл экспериментов, которые привели к установлению одного из основных газовых законов, впоследствии названного «законом Бойля — Мариотта» *).

Итак, еще во время учебы в университете Гук приобщился к научным исследованиям. Знакомство с Уиллисом и Бойлем имело для начинающего ученого особое значение еще и потому, что они ввели Гука в кружок любителей естествознания, регулярно собиравшийся в Оксфорде, многие члены которого несколько лет спустя (в 1660 году) стали основателями Лондонского Королевского общества (Академии наук Англии). Члены кружка были хорошо осведомлены о талантах Гука, и когда в 1662 году встал вопрос о кандидатуре на должность демонстратора Королевского общества, они без колебаний обратились к Гуку. Гук принял это предложение. В его обязанности входила подготовка трех-четырёх экспериментов, которые демонстрировались на еженедельных заседаниях Королевского общества.

Середина XVII века — это время, когда экспериментальные исследования только входят в практику ученых. Поэтому Гуку приходилось очень много работать, чтобы удовлетворить требования членов Общества: ведь он должен был не только ставить опыты, придуманные им самим, но и повторять эксперименты, сообщения о которых дошли до Англии, проводить астрономические наблюдения и т. д. И Гук с честью справлялся с этими обязанностями в течение нескольких десятилетий.

С 1665 года Гук становится профессором геометрии в Грешем-колледже и читает там лекции. В 1666 году меценат Кутлер предлагает Гуку за довольно большое вознаграждение начать чтение лекций для членов Лондонского Королевского общества по различным проблемам науки. Гук, нуждавшийся в средствах, принимает и это предложение, и в течение многих лет регулярно выступает с лекциями на разнообразные темы.

Кажется, что дел, которыми занимался Гук, хватило бы на нескольких людей. Но он находит все новые применения своему таланту. В 1666 году произошло трагическое событие: в результате страшного пожара была уничтожена значительная часть английской столицы (он вошел в историю как Большой Лондонский Пожар — с большой буквы). Сразу после трагедии отцы города обратились в Королевское общество с просьбой предста-

*) Результаты независимых исследований французского физика Э. Мариотта были опубликованы спустя 14 лет после выхода в свет основной работы Р. Бойля.

вить проекты перестройки Лондона. Гук за несколько недель подготовил оригинальный проект. По его плану улицы нового Лондона должны были пересекаться строго под прямыми углами. Хотя этот план не был принят (идея ученого была воплощена в жизнь лишь значительно позже, при застройке Нью-Йорка), проект Гука оценен по достоинству, и он был привлечен к работе по перестройке Лондона в качестве смотрителя. В конце 60-х — начале 80-х годов под руководством Гука в городе было возведено множество зданий. Получили известность и работы Гука как архитектора. В частности, по его проекту было возведено здание печально знаменитой больницы Марии Вифлеемской, превращенной впоследствии в дом для умалишенных. Ее второе название — «Бедлам» — стало нарицательным и обозначает хаос, неразбериху. К сожалению, ни одно из зданий, построенных по проекту Гука, до наших дней не сохранилось.

Вот так, в непрерывной, неустанной деятельности проходили дни Роберта Гука. Однако среди множества его занятий основное место, безусловно, принадлежит научным исследованиям. Какими же открытиями и изобретениями обогатил Гук науку?

Как уже говорилось, свою научную работу Гук начал с участия в экспериментах Бойля. Одно из открытий Бойля послужило темой и первого самостоятельного исследования Гука. Бойль заметил, что жидкость в тонких трубках (капиллярах) не подчиняется закону сообщающихся сосудов: вода в стеклянном капилляре поднимается выше уровня воды в широком сосуде. Гук тщательно исследовал явления подобного рода, которые получили названия капиллярных. Выяснить их причину он не смог, но им было сделано несколько важных наблюдений и обобщений. В частности, он установил связь между капиллярностью и движением соков в стволах деревьев.

Важной особенностью творчества Гука была глубокая взаимосвязь проблем, которыми он занимался. На это обстоятельство надо обратить особое внимание, поскольку широта интересов Гука необычайна. Ярким примером разнообразия занимавших его вопросов является «Микрография» — самое известное произведение Гука, изданное в 1665 году.

В этой относительно небольшой книге Гук описывает множество наблюдений, произведенных с помощью усовершенствованного им микроскопа. На рисунке 2 показан внешний вид этого микроскопа, а на рисунке 3 — изображения микроскопических объектов, исследованных Гуком. (Эти и другие рисунки для книги «Микрография» Гук выполнил сам.)

Усовершенствование микроскопа позволило Гуку провести уникальные по систематичности и разнообразию наблюдения. Исследование глаза мухи было настоящим научным открытием — Гуку удалось объяснить, почему поле зрения этого насекомого очень велико. «... ряды глаз располо-

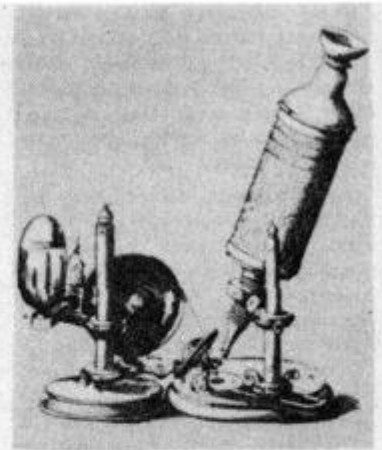


Рис. 2. Микроскоп Гука. Длина тубуса около 7 дюймов (~18 см); перемещение объектива осуществлялось микрометрическим винтом; наблюдаемый предмет помещался на кончике булавки. При работе с искусственным освещением свет (от свечи) фокусировался на предмет с помощью шара, наполненного водой, и плоско-выпуклой линзы.

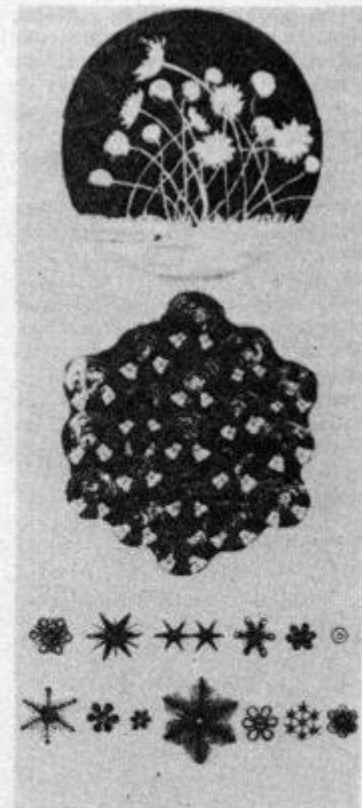


Рис. 3. Изображения микроскопических объектов, исследованных Гуком: грибница плесени; « мозаичный » глаз мухи; различные типы снежинок.

где от упавшего камня началось движение. Из этого следует, что все части этих сфер волнообразно распространяются через однородную среду, пересекая лучи под прямыми углами.*

Гук одним из первых исследовал цвета тонких пленок. Он пытался объяснить их возникновение сложением «импульсов» — волн, отраженных от различных поверхностей пленки. По поводу этого объяснения Т. Юнг, впервые сформулировавший закон интерференции, писал, что среди ученых, занимавшихся оптикой, только у Гука есть намеки на принцип интерференции.

«После двух преломлений и одного отражения распространяется род ослабленного луча, который ослаблен не только вследствие двух преломлений, но и вследствие потери времени, необходимого для прохождения луча туда и обратно между двумя поверхностями... Ослабленный импульс подходит к первому отраженному импульсу так, что смешанный или удвоенный таким образом импульс, передняя часть которого более сильная..., вызывает на сетчатке ощущение желтого цвета. Если немного удалить поверхности друг от друга, то ослабленный импульс совпадает со вторым или следующим импульсом, отраженным от первой поверхности, отставая от него, затем с третьим, четвертым, пятым, шестым, седьмым или восьмым... Таким образом, если есть тонкое прозрачное тело, толщина которого возрастает..., то цвета будут повторяться столь же часто, на сколько ступеней отстает ослабленный импульс от первоначального или первого импульса, совпадая с последующими.»

(Окончание см. на с. 22)

жены таким образом, что нет ни одного направления, видимого от головы, на которое не были бы направлены несколько этих полусфер, так что справедливо говорят, что муха имеет глаза во всех направлениях и что она действительно обзревает все вокруг себя. Замечено также, что когда муха подвигает свое тело назад, эти поверхности поднимаются над поверхностью ее плечей и спины, так что она может смотреть назад над своей спиной», — так Гук описывал действие глаза мухи.

Среди других биологических наблюдений в первую очередь надо отметить описание клеточного строения растений. Сам термин «клетка», прочно вошедший в язык науки, был введен Гуком.

Хотя «Микрография» в основном посвящена описанию микроскопических наблюдений, в ней немало страниц, где обсуждаются вопросы из разных областей естествознания. Так, Гук касается вопросов, связанных с пневматическими и барометрическими опытами; вновь обсуждает явление капиллярности; излагает оригинальную теорию тепла и горения; описывает свои астрономические наблюдения. Среди астрономических проблем, которые затрагивает Гук, особый интерес представляет вопрос о происхождении лунных кратеров. Для ответа на него ученый ставил модельные опыты; он наблюдал за образованием неровностей, похожих на кратеры, на поверхности кипящего алебаstra и на поверхности размяченной глины, в которую падают небольшие ядрышки. Эти модельные эксперименты можно рассматривать как косвенное обоснование двух основных современных гипотез о происхождении кратеров на Луне: вулканической и метеоритной.

Среди обилия наблюдений и гипотез, касающихся самых разных проблем, особое значение для развития физики имела та часть книги, в которой Гук обсуждал вопрос о природе света. Заинтересовавшись явлением цветов тонких пленок и выполнив целый ряд оригинальных наблюдений, он сформулировал гипотезу о природе света, которую считают истоком волновой теории света.*) Гук приобрел такой авторитет в этом вопросе, что именно ему руководство Лондонского Королевского общества поручило в 1672 году высказать суждение о работе по теории цветов, представленной в Общество И. Ньютоном. В работе Ньютона были высказаны некоторые соображения, касающиеся природы света, с которыми Гук не согласился. Будучи человеком решительным, он выступил с резкой критикой точки зрения Ньютона. С этого времени в течение ряда лет Гук и Ньютон полемизировали по вопросам оптики.

В истории физики имя Гука наиболее прочно связано с формулировкой закона упругости, известного каждому старшекласснику как «закон Гука». Исследованиями упругих свойств веществ Гук

*) Читателю, желающему составить представление о том, как Гук формулировал свои научные представления, мы предлагаем отрывки из работ Гука по оптике (с. 18) и механике (с. 22).

заинтересовался еще в юности, когда принимал участие в опытах Бойля. Затем он столкнулся со сходными проблемами, занявшись конструированием хронометра со спиральной пружиной. Итогом работ Гука в этой области стала его лекция «О восстановительной способности, или об упругости», изданная отдельной брошюрой в 1678 году, в которой сформулирован закон упругости.

В своей лекции Гук описал множество опытов с упругими телами, обобщением результатов которых и стал знаменитый закон. На рисунке 4, заимствованном из указанной брошюры, показаны схемы опытов Гука по исследованию различных видов деформаций. Характерно, что Гук подходил к этим исследованиям, с одной стороны, как практик, изучая, например, деформации часовых пружинок или изгиб деревянных балок, использовавшихся в строительной практике, а с другой — как ученый-естествоиспытатель, проводящий точные количественные эксперименты и делающий глубокие обобщения. (Отметим также, что закон упругости — это один из немногих научных результатов, приоритет на который всегда признавался за Гуком.)

Наконец, еще одна проблема физики, вклад Гука в решение которой весьма значителен, — это теория гравитации. Как и многими другими вопросами, гравитацией Гук заинтересовался еще в начале своей научной карьеры. В первые годы деятельности Лондонского Королевского общества он проводил опыты, в которых пытался выяснить, меняется ли сила притяжения, действующая на тело со стороны Земли, при изменении расстояния от центра Земли. Ожидаемых результатов Гук не получил, но не потерял интереса к этой проблеме.

Занятия астрономией, в частности попытка обнаружить параллакс неподвижных звезд — явление, которое непосредственно доказывает движение Земли вокруг Солнца, побудили Гука изложить свои взгляды на движение и взаимодействие тел. В 1674 году он опубликовал работу «Попытка доказать движение Земли наблюдениями», где, в частности, указал на существование универсальной силы гравитации. Однако найти функцию, определяющую зависимость этой силы от расстояния между взаимодействующими телами, Гук не смог. Некоторое время спустя он обратился к Ньютону с вопросом о возможном виде этой функции, а затем высказал предположение, что сила гравитации подчиняется закону обратных квадратов. Ньютон в своей знаменитой книге «Математические начала натуральной философии», где он изложил основные законы динамики, даже не упомянул о заслугах Гука в изучении гравитации, чем глубоко его оскорбил. Между Гуком и Ньютоном, как и в случае дискуссии о природе света и цветов, резко обострились отношения. Известный советский физик и историк науки С. И. Вавилов в научной биографии Ньютона по этому поводу писал: «Ньютон был, очевидно, неправ:

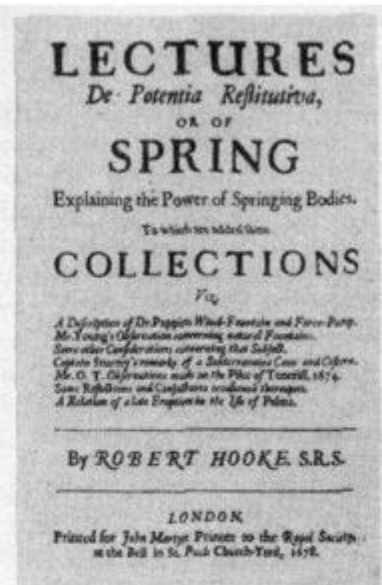
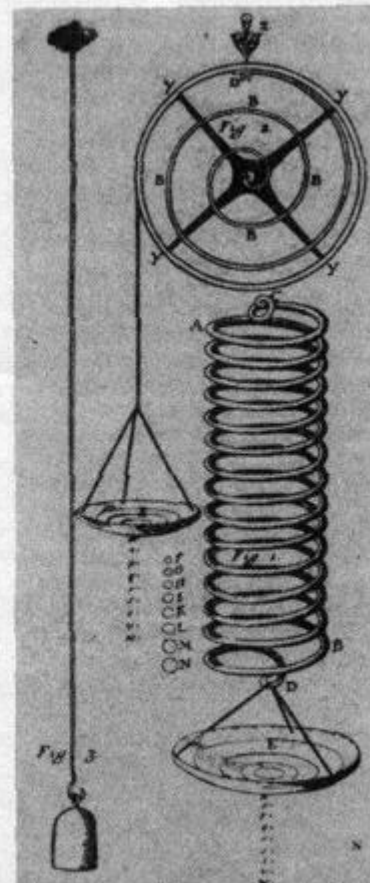


Рис. 4. Титульный лист брошюры Гука «О восстановительной способности, или об упругости» и рисунок из брошюры, иллюстрирующий методы исследования деформаций обычной пружины (Fig. 1), спиральной часовой пружины (Fig. 2) и латунной проволоки (Fig. 3).



О законе упругости

В приведенных ниже отрывках описывается методика проведения экспериментов по исследованию упругих свойств твердых тел и дается вывод, следующий из их результатов.

«Возьмите проволочную струну 20, 30 или 40 футов [1 фут = 30,48 см — С. Ф.] длиной, укрепите ее в верхней части гвоздем, а к нижнему концу подвесьте чашку весов для нагрузки (разновесов). Затем измерьте циркулем расстояние от дна чашки до земли или пола и запишите это расстояние; далее положите в названную чашку гири, измерьте несколько раз удлинения названной струны и запишите их. Затем сравните несколько таких удлинений той же струны, и вы найдете, что они всегда будут относиться друг к другу так же, как вызвавшие их нагрузки.»

«Совершенно очевидно, что правило или закон природы для всякого упругого тела состоит в том, что его сила или способность восстанавливать свое естественное состояние всегда пропорциональны той же мере, на которую оно выведено из этого своего естественного состояния... И наблюдать это можно... во всех каких бы то ни было упругих телах... Исходя из этого принципа, легко можно будет вычислять силу луков, а также баллист или катапульта, находивших применение у древних... Легко будет находить и необходимое сопротивление пружины для часов... Пользуясь тем же законом, легко было бы устроить Философские весы, чтобы определять вес любого тела без применения гирь... Такие весы я изобрел для того, чтобы исследовать притяжение тел к центру Земли, иначе говоря, выяснить, не теряют ли тела на большом удалении от центра Земли несколько в своей силе тяготения к центру Земли...»

скромные желания Гука имели полное основание. Написать «Начала» в XVII веке никто, кроме Ньютона, не мог, но нельзя оспаривать, что программа, план «Начал» были впервые набросаны Гуком».

В этих словах содержится не только оценка дискуссии между двумя учеными, но и признание выдающихся заслуг Гука в развитии нового естествознания.

* * *

Рассказывая о творчестве Гука, мы неизбежно были вынуждены ограничиться лишь наиболее значительными из полученных им результатов. Так, почти ничего не было сказано о его работах по астрономии, географии и картографии, хотя они и были весьма существенными. Тем не менее, даже этот краткий обзор позволяет без всякого преувеличения назвать Гука ученым-энциклопедистом.

Но что за человек был Роберт Гук, талантливый изобретатель, глубокий исследователь и неутомимый спорщик?

Современники пишут о нем по-разному. Одни, не испытывавшие к нему симпатии, подчеркивали его неуживчивый характер, неприятную внешность, резкие манеры. Друзья же оставили о Гуке воспоминания как о человеке добром и отзывчивом, готовом отстаивать не только свой собственный приоритет на то или иное изобретение, но и честь английской науки в целом. Большую роль в формировании представлений о личности Гука сыграла публикация его дневников. Они отразили всю сложность и противоречивость характера ученого, но по ним же можно судить о том, как относился Гук к науке. Для него она всегда оставалась главным в жизни. Уже будучи тяжело больным, почти ослепнув, он продолжал размышлять над важнейшими вопросами естествознания своего времени.

Гук умер в 1703 году. Коллеги по Лондонскому Королевскому обществу выразили глубокое уважение его памяти: на похоронах Гука присутствовали все члены Общества, находившиеся тогда в Лондоне. Однако история не всегда справедлива к выдающимся людям: многие работы Гука были очень скоро забыты. Даже портрет ученого, сыгравшего выдающуюся роль в научной революции XVII века, не сохранился.

Только в наше время, характеризующееся узкой специализацией научных исследований, когда очень остро стоит вопрос о единстве науки, творчество Роберта Гука, ученого-энциклопедиста, получило должную оценку.

* * *