

Е. М. ЛУПАНОВА



Ночезрительная труба, морская жезл и большой пендул конструкции Ломоносова

В многогранной деятельности ученого-энциклопедиста М. В. Ломоносова стоит особо выделить разработку новых научных приборов и инструментов для физических и астрономических наблюдений. Его творчество в области приборостроения уже не раз привлекало к себе внимание историков, – например, при подготовке к публикации «Полного собрания сочинений М. В. Ломоносова», осуществленной по инициативе и под руководством академика С. И. Вавилова. Однако со второй половины 1960-х гг. интерес к этой теме падает, и сегодня важная сторона творчества великого ученого остается малоизвестной широкому кругу читателей



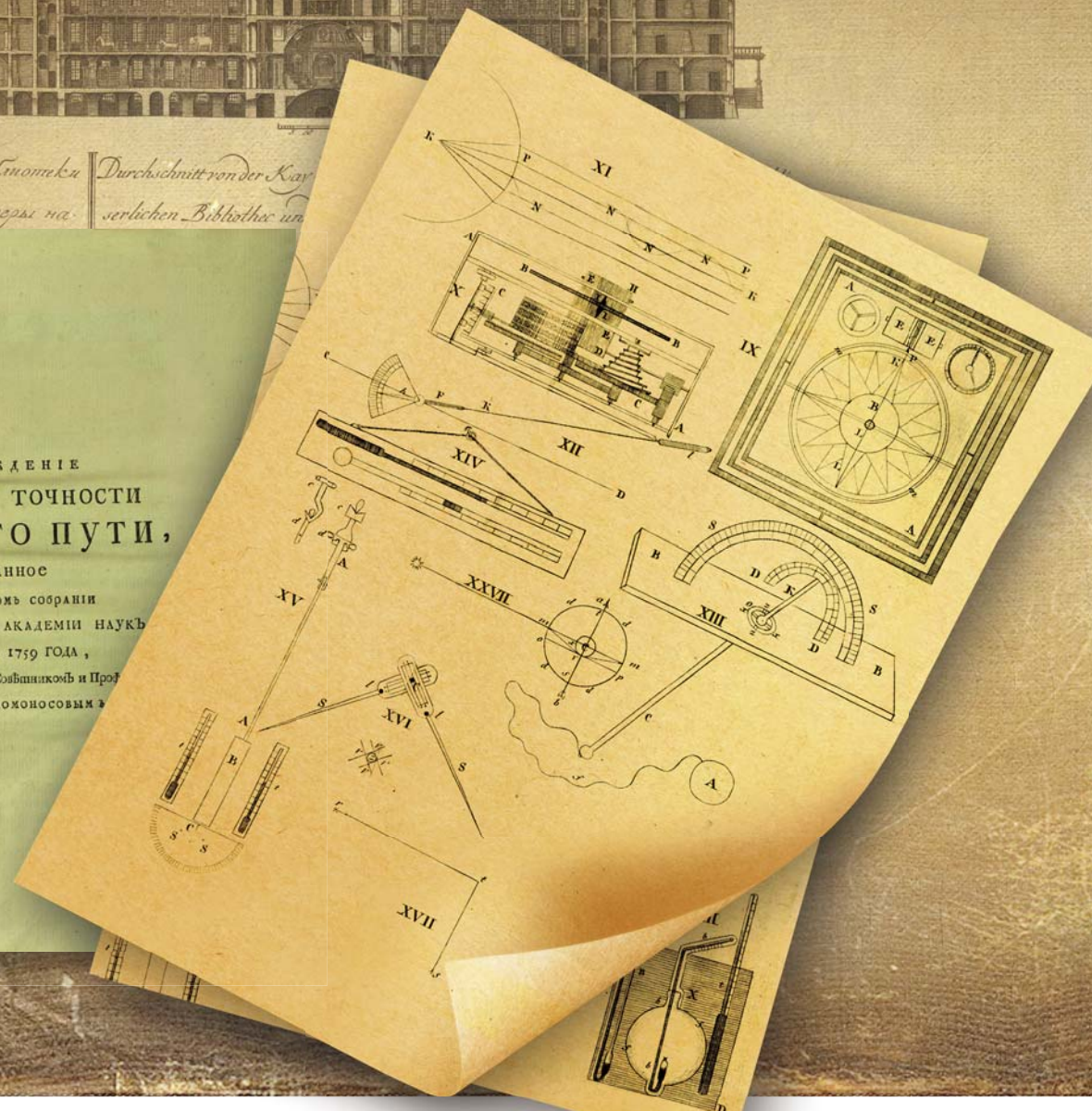
ЛУПАНОВА Евгения Михайловна – кандидат исторических наук, старший научный сотрудник Отдела истории Кунсткамеры и российской науки XVIII в. (Музей М. В. Ломоносова) Музея антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера) РАН (Санкт-Петербург). Автор 30 научных работ, в том числе одной монографии

◀ В своей работе «Рассуждения о большей точности морского пути» (1759) М. В. Ломоносов описал около двадцати навигационных астрономических инструментов оригинальной конструкции. Российская национальная библиотека, Санкт-Петербург. Вверху – зрительная труба, выполненная И. И. Беляевым по проекту М. В. Ломоносова. Вторая половина XVIII в. Картон, дерево, кожа. Музей антропологии и этнографии РАН, Санкт-Петербург

Ключевые слова: М. В. Ломоносов, приборостроение, история научных и навигационных инструментов
Key words: M. V. Lomonosov, instrument making, history of scientific and navigational instruments

РАССУЖДЕНИЕ
О БОЛЬШЕЙ ТОЧНОСТИ
МОРСКОГО ПУТИ,

чищенное
въ публичномъ собраніи
ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ
МАІЯ 8 ДНЯ 1759 ГОДА,
Господиномъ Коллежскимъ Слѣбшникомъ и Профессоромъ
Михайломъ Ломоносовымъ



С первых же лет своей деятельности в Академии наук М. В. Ломоносов располагал для работы приборами Физического кабинета, созданного академиком Г. В. Крафтом. Кабинет был оснащен по последнему слову техники своего времени, но разнообразие инструментов не удовлетворяло ученого-новатора.

Для проведения опытов ему требовались новые инструменты, разработкой которых он и занялся собственноручно. Часть этих проектов была реализована: новые инструменты изготовили по его заказу в Инструментальной палате Академии наук. Некоторые разработки так и остались незавершенными, а некоторые изобретенные им инструменты так и не были изготовлены при жизни их создателя.

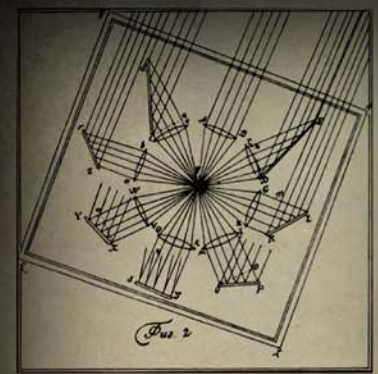
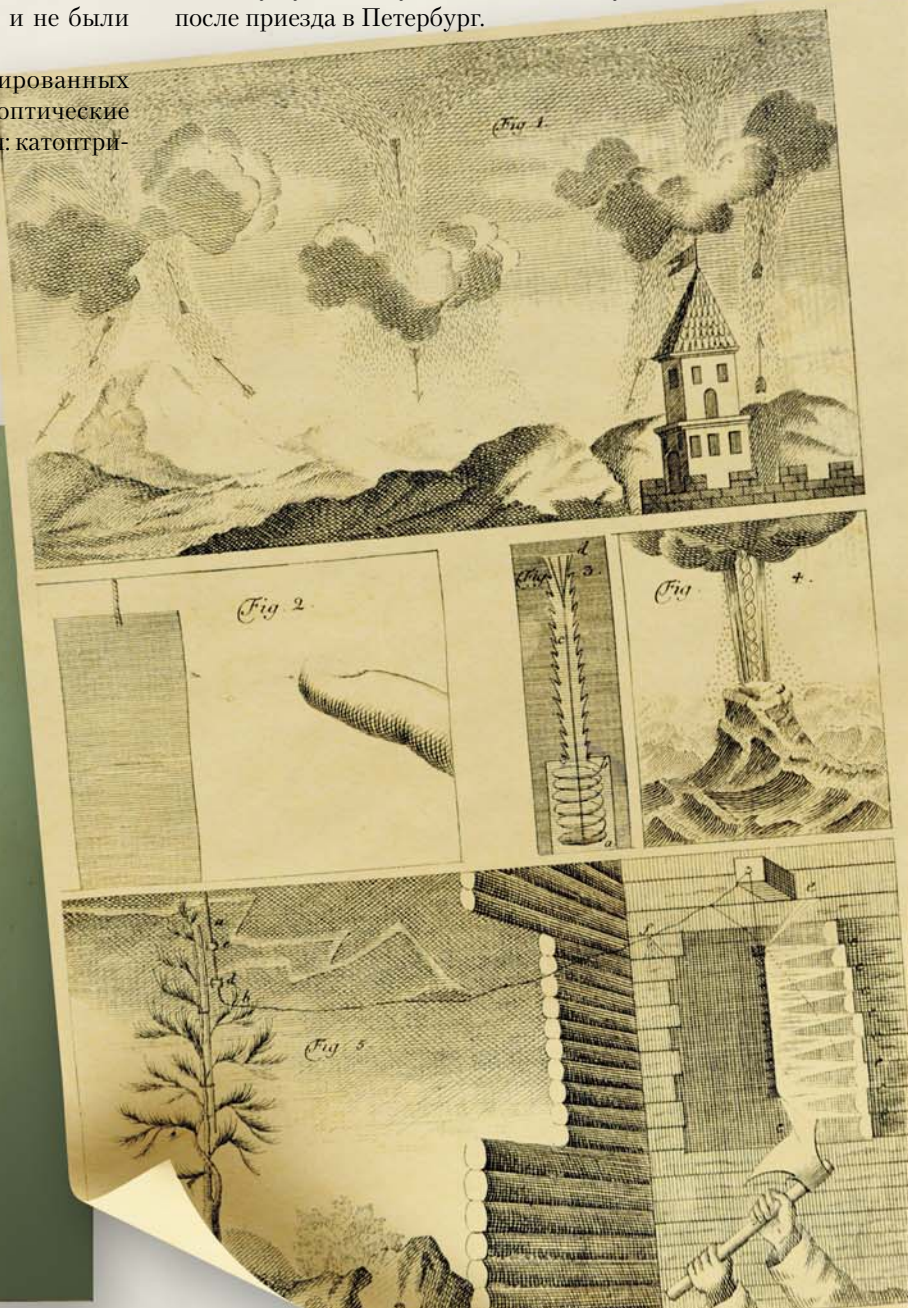
Все разнообразие приборов, сконструированных Ломоносовым, делится на две группы – оптические и механические. К первой группе относятся: катоптри-

ко-диоптрический зажигательный инструмент, рефрактометры, батоскоп, зеркальные телескопы и зрительные трубы; ко второй – барометры, центроскопический маятник и пружинные часы.

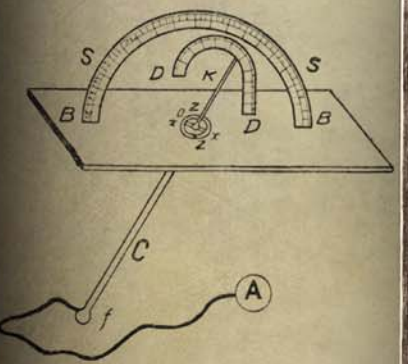
Солнце и ветер

Работу над своим первым прибором – *катоптрико-диоптрическим зажигательным инструментом* – молодой ученый начал сразу по возвращении из-за границы. Его «Рассуждение о катоптрико-диоптрическом зажигательном инструменте» было представлено в Академию наук уже в августе 1741 г., т. е. спустя два месяца после приезда в Петербург.

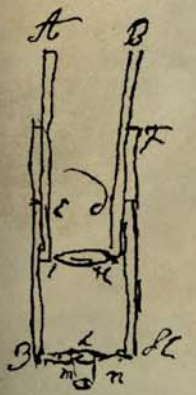
Титульная страница и гравюра из «Слова о явлениях воздушных от электрической силы происходящих» (1753).
Российская национальная библиотека, Санкт-Петербург



Линзы катоптрико-диоптрического зажигательного инструмента были расположены так, что их оптические оси сходились в одну точку*

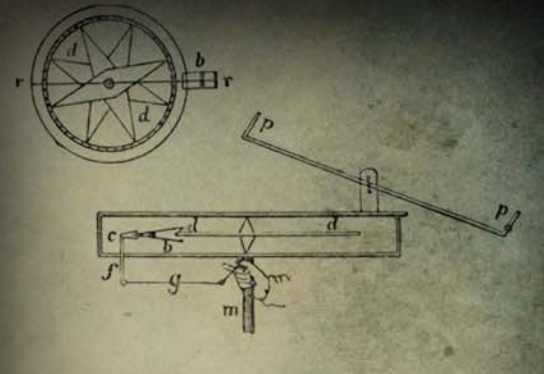


В приборе для определения направления и скорости течения воды к спице, свободно размещенной в центре, крепился лить



Ночезрительная труба была снабжена объективом специальной конструкции для улучшения видимости в условиях слабого освещения*

* Собственноручный рисунок М. В. Ломоносова



Компас для взятия азимутов светил



Секстант с искусственным горизонтом избавлял моряков от необходимости находить природный горизонт, плохо видимый в тумане и в ночное время



Все имевшиеся на то время зажигательные инструменты состояли преимущественно из одного вогнутого зеркала или выпуклой линзы. Гораздо реже вместо одного зеркала (линзы) использовалось два.

Предложенная Ломоносовым конструкция была совершенно оригинальной. Он опытным путем нашел оптимальное расположение восьми линз так, что их оптические оси составляли между собой углы 45° и сходились в одну общую точку. Около семи линз были определенным образом расположены плоские зеркала. Ученый добился того, что падающий на инструмент параллельный пучок солнечных лучей, отразившись от зеркал, попадал на соответствующие линзы, преломлялся и «сгушался» в общей «зажигательной точке». Для быстрой и удобной установки инструмента относительно солнца был предусмотрен специальный «диоптр», а ножка соединялась с доской шарнирным механизмом, позволявшим задавать ей любые повороты и наклоны. К основной доске с линзами и зеркалами прикреплялась еще одна – для предметов, подносимых к фокусу.

Никогда ранее физики не высказывали мысль о возможности соединения фокусов нескольких линз в одну точку. Ломоносов не только разработал конструкцию прибора, но и сам произвел все расчеты, касающиеся размеров линз, углов, зажигательной силы каждой линзы и всего инструмента и др.

Рукопись «Рассуждения о катоптрико-диоптрическом...» передали для прочтения петербургским академиком, но она не была оценена по достоинству. Через семнадцать лет Ломоносов вновь поднимет вопрос об обсуждении и реализации проекта. И хотя на сей раз академики признают пользу изобретения, прибор, судя по имеющимся данным, так и не будет построен (Ченакал, 1951; Литинецкий, 1961).

В 1749 г. Ломоносов представил в Академию свой труд об *анеморумбометре* – приборе для одновременного измерения скорости и направления ветра. Во время работы прибор ориентировался по ветру при помощи флюгера. Более ранние анемометры позволяли судить лишь о максимальной скорости или силе ветра и не давали сведений о переменах. Анеморумбометры получают распространение лишь в XVIII в., однако связь этих изобретений с проектом Ломоносова не очевидна.

Забыты на столетие

В 1752 г. М. В. Ломоносов начал конструировать *рефрактометр* – «машину, пригодную для изучения преломления лучей света в разных жидкостях». Идея изготовления такого прибора базируется на мысли о возможности использовать показатель пре-

ломления прозрачных веществ для определения их свойств.

Изготовить рефрактометр поручили подмастерью Инструментальных палат Академии наук Ф. Н. Тирютину. Выполнение заказа растянулось на четыре года, и нетерпеливый ученый предпочел изготовить рефрактометр в собственной лаборатории. В ходе этой работы он усовершенствовал конструкцию прибора (Ченакал, 1950). В неоконченном труде «Новый способ наблюдения преломления лучей во всякого рода прозрачных телах» ученый напишет: «В то время, пока я ожидал его изготовления, мне пришел в голову другой прием, гораздо более легкий и более пригодный для производства большого числа и более достоверных опытов при гораздо меньшей затрате времени... Прием этот состоит в том, что вместо луча, входящего в прозрачное тело, наблюдается луч, выходящий из него» (Ломоносов, 1952, с. 445).

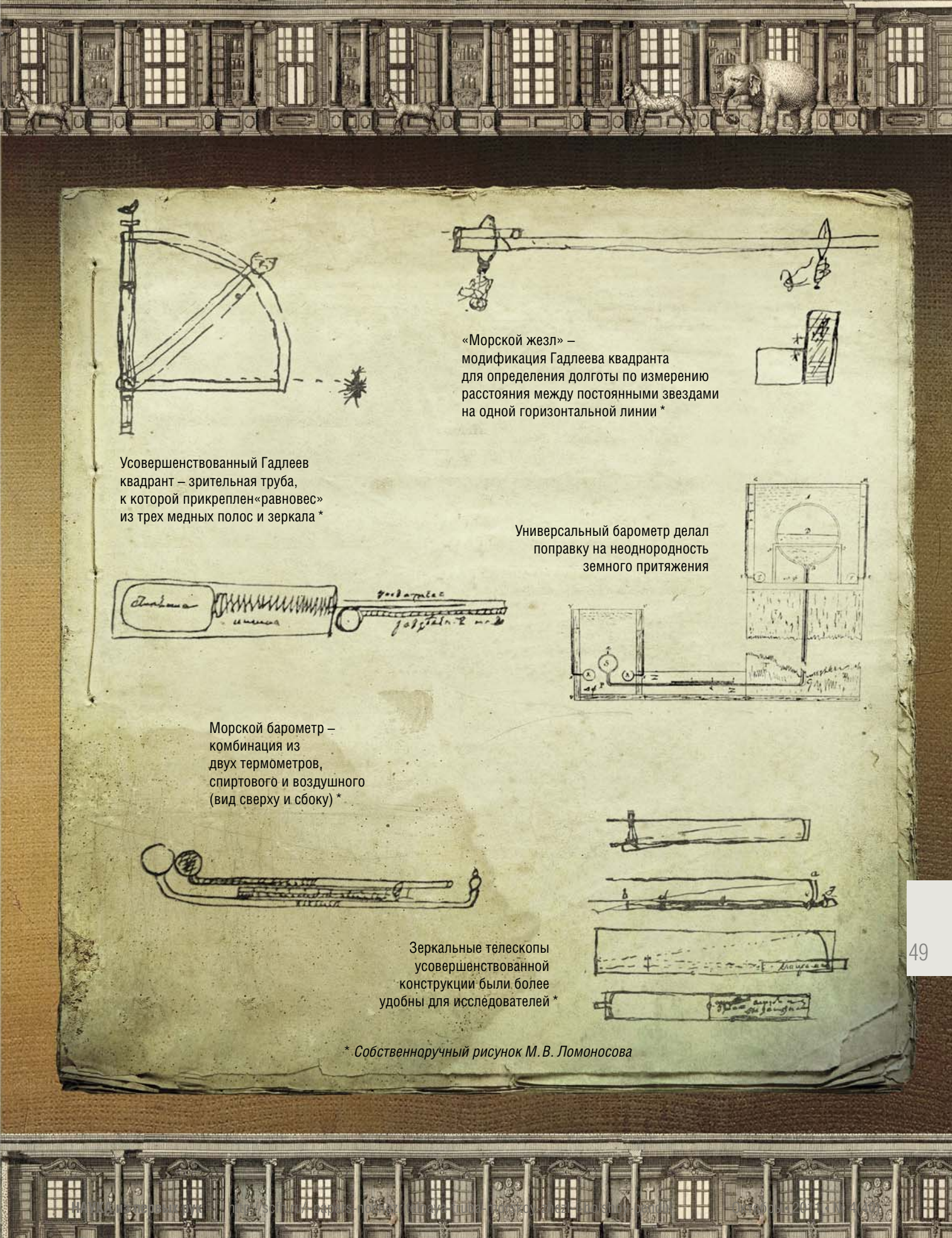
На построенном им рефрактометре Ломоносов определил показатели преломления более чем для пятидесяти жидкостей (Wollaston, 1802). При этом он снова значительно опередил свое время – рефрактометрия вошла в широкую научную практику спустя более 100 лет после его смерти (Июффе, 1983).

С приходом Ломоносова к руководству Географическим департаментом Академии наук в 1757 г. его интересы в области оптики смещаются в сторону проектирования астрономических, навигационных и геодезических инструментов. За год до назначения на эту должность он начинает заниматься разработкой *ночезрительной трубы*. По мысли изобретателя эта труба, снабженная объективом и окуляром, предназначалась для рассматривания удаленных предметов в условиях слабого освещения. Особенное значение этот прибор должен был иметь для мореплавателей (Вавилов, 1946; Литинецкий, 1961).

Этот проект, вызвавший бурные дискуссии в стенах Академии, в итоге был признан невыполнимым. Нужно заметить, что почти десять лет спустя Ломоносов собственноручно изготовит три таких трубы для полярной экспедиции В. Я. Чичагова (Ломоносов, 1957), но об их применении на практике ничего неизвестно. Сама же идея изготовления труб для ночных наблюдений была забыта на последующие 150 лет (Вавилов, 1946).

Для «точности морского пути»

В области приборостроения Ломоносов особенно плодотворно работал в период создания «Рассуждения о большей точности морского пути» (1758–1759 гг.) – труда, в котором он описал около двадцати навигационных астрономических инструментов оригинальной конструкции.



«Морской жезл» – модификация Гадлеева квадранта для определения долготы по измерению расстояния между постоянными звездами на одной горизонтальной линии *

Усовершенствованный Гадлеев квадрант – зрительная труба, к которой прикреплен «равновес» из трех медных полос и зеркала *

Универсальный барометр делал поправку на неоднородность земного притяжения

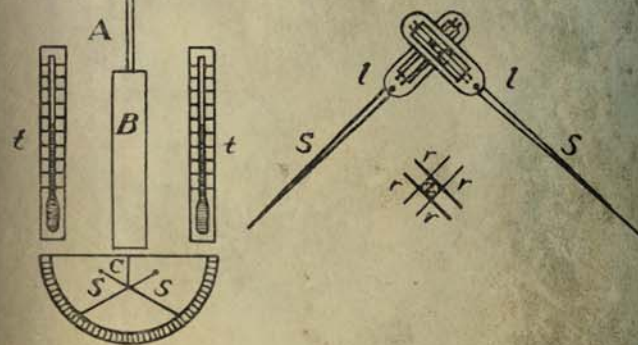
Морской барометр – комбинация из двух термометров, спиртового и воздушного (вид сверху и сбоку) *

Зеркальные телескопы усовершенствованной конструкции были более удобны для исследователей *

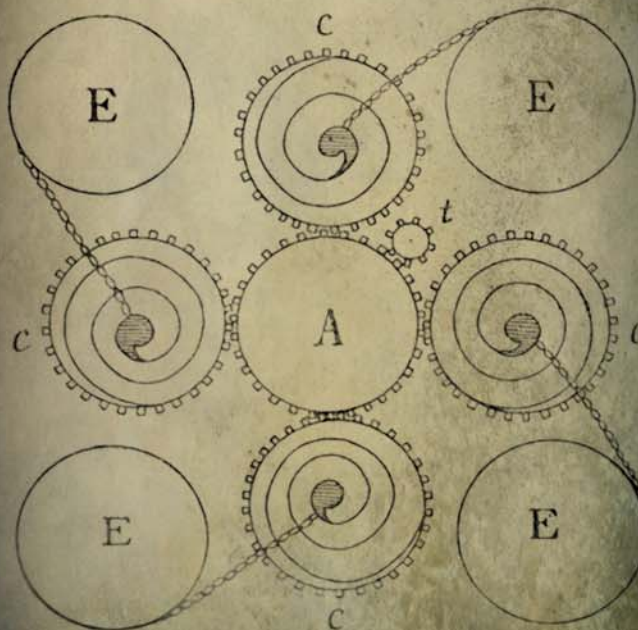
* Собственноручный рисунок М. В. Ломоносова



«Большой пендул» – центроскопический маятник, реагирующий на изменения силы земного тяготения



В морском хронометре было четыре пружины, причем для более точного хода часов завод пружин производился поочередно, с шестичасовым интервалом



Он предлагает изготавливать компасы большего размера, чтобы можно было отчетливо видеть деления картушки и легко отсчитывать показания с точностью до одного градуса. А для фиксации случайных отклонений от курса вследствие внезапной перемены ветра или течения – «компас самопишущий», первый в мире курсограф. В самопишущем компасе часовой механизм двигал бумажную ленту, автоматически вычерчивая на ней все отклонения от заданного румба.

Для своевременной корректировки курса Ломоносов предлагал использовать также особый прибор для определения направления и скорости морских течений. На деревянной основе прибора устанавливалось две перпендикулярные друг другу дуги, разделенные на градусы; в центре – свободно двигающаяся в любом направлении спица, к концу которой подвешивался линь. Чтобы определить направление и скорость течения, было необходимо остановить судно, бросить в воду линь, после чего спица указывала искомые показатели, отмеченные на дугах.

В ряду навигационных приборов, которые усовершенствовал Ломоносов, выделяются *секстант с искусственным горизонтом* и *Гадлеев квадрант*. В отличие от традиционного секстанта, определяющего долготу и широту местонахождения корабля посредством измерения угла между небесными светилами и горизонтом, секстант Ломоносова позволял вычислять координаты только из показаний

хронометра в моменты, когда реперные звезды пересекали горизонтальную линию, проходящую через Полярную звезду. Так как с этим прибором не было необходимости искать линию природного горизонта, которую плохо видно в туманную погоду и ночью, моряки избавлялись от распространенной ошибки в измерениях высоты светил вследствие рефракции вблизи горизонта.

Усовершенствованный Гадлеев квадрант – «инструмент к наблюдению звезд на тех же линиях вертикальных» – представлял собой зрительную трубу оригинальной конструкции с прикрепленным «равновесом» из трех медных полос и зеркала. Наведя трубу на одну из звезд, наблюдатель мог поворотом зеркала привести в поле зрения другую звезду, находящуюся в той же вертикали. Таким образом, он снова избавлялся от необходимости поиска горизонта.

Другой альтернативой квадранту стал ломоносовский «морской жезл», значительно упрощавший определение долготы. Принцип работы «морского жезла», как и квадрантов (и его упрощенных аналогов секстантов и октантов), основывался на измерении расстояния между постоянными звездами на одной горизонтальной линии.

«Силовые» изобретения

Установив взаимосвязь между изменением давления и образованием сильных штормовых шквалов, Ломоносов занялся совершенствованием конструкции *барометров*. Ртутные барометры того времени были малоприспособны для использования на судах, так как их показания искажались движением и качкой.

В «Рассуждении о большей точности морского пути» ученый предлагает морской барометр, представляющий собой комбинацию двух горизонтально расположенных на одной доске термометров – спиртового и воздушного. Совпадение показаний обоих термометров означало, что наблюдаемое атмосферное давление равно тому, которое было зафиксировано при изготовлении прибора. При повышении атмосферного давления воздушный термометр показывал меньшую температуру, чем спиртовой, при понижении – наоборот.

В последующие годы Ломоносов продолжал работать над совершенствованием конструкции барометров, однако описания более поздних модификаций не сохранились. Мастера Инструментальных палат Академии наук изготовили несколько экземпляров, которые демонстрировались в Академии, а затем использовались для оснащения экспедиции Чичагова. Однако их производство для нужд флота так и не было налажено, и лишь спустя несколько десятилетий после смерти Ломоносова его разработки повторили западноевропейские изобретатели.

Более счастливой оказалась судьба *универсального барометра*, сооруженного при непосредственном участии Ломоносова. Опыты с этим прибором позволили его изобретателю сделать открытие: изменение уровня ртути в обычном барометре зависит не только от уровня атмосферного давления, но и от силы тяжести в различных географических точках. Сила же тяжести, в свою очередь, обусловлена расстоянием до центра Земли и распределением плотных масс в земной коре.

В экспериментах по измерению изменений силы тяжести и приливной силы Ломоносов использовал маятники оригинальной конструкции, в том числе так называемый *большой пендул*, который он установил прямо у себя дома. Этот центроскопический маятник, как и универсальный барометр, реагировал на вариации силы тяготения из-за влияния Луны и Солнца. Результаты своих наблюдений при помощи этого прибора в 1759–1763 гг. Ломоносов представил в виде «Таблицы колебаний центроскопического маятника, а также изменений в высоте барометров закрытого и обыкновенного, наблюдавшихся в Петербурге». В интересах развития мореплавания ученый считал необходимым продолжить аналогичные наблюдения в разных точках земного шара.

Предпочитаются прочим по справедливости

Среди базовых инструментов для навигационных, геодезических и астрономических наблюдений Ломоносова особенно привлекали *зеркальные телескопы*. Работая над совершенствованием их конструкции, он добивается более ясного и четкого изображения. При этом сама технология производства таких усовершенствованных телескопов оказалась более простой и дешевой по сравнению с предшествующими. Новые телескопы стали и более удобными: наблюдателю не нужно было задирать голову при наблюдении неба и звезд. Изменяя угол наклона зеркала и размеры линзы, Ломоносов создал несколько вариантов зеркальных телескопов, которые использовал для наблюдений.

Эксперименты в области оптики приводят ученого и к мысли о создании принципиально новых приборов, аналогов для которых не существовало. Так, в 1759 г. он предложил проект *гидроскопической трубы* – первого в мире батоскопа. Прибор состоял из обычной зрительной трубы с плоским защитным стеклом, находившимся впереди объектива на значительном расстоянии. Такая конструкция позволяла достигнуть хорошей видимости в воде, так как между объективом и плоским стеклом оставался столб воздуха.

К числу замечательных изобретений ученого следует отнести и *горизонтоскоп*, особого вида крепостной перископ с механизмом для горизонтального обзора



Точило для изучения свойств твердых материалов. Собственноручный рисунок М. В. Ломоносова

местности. Прибор представлял собой трубу, вращающуюся вокруг оси на 360° , и позволял осматривать весь горизонт. На основе горизонтоскопа и ночезрительной трубы Ломоносов задумал создать новый прибор для военных целей – *ночной полемоскоп*, но детально разработать его конструкцию не успел.

В эпоху Ломоносова важнейшим навигационным прибором для капитанов кораблей служили обыкновенные часы, при помощи которых определяли не только время, но и местоположение корабля. Однако, как писал ученый, распространенные тогда механические «часы с отвесами и гириями отнюдь не терпят стремления волнующегося моря. Пружинами движимые предпочитают прочим по справедливости».

И он ставит своей целью разработать максимально точные часы с пружинным механизмом. Характерные для таких часов погрешности в работе объясняются тем, что по мере раскручивания пружины падает ее упругость. Ломоносов предложил конструкцию часов с четырьмя пружинами вместо одной. Завод каждой следующей пружины производился с шестичасовым интервалом, вследствие этого общая сила упругости пружин уравнивалась.

Потрясающее разнообразие научных приборов, сконструированных М. В. Ломоносовым, в очередной раз свидетельствует о многогранности интересов ученого, его необыкновенной способности находить практическое применение собственным обширным знаниям в области физики, отыскивать неординарные решения поставленных перед собой задач.

К сожалению, подавляющее большинство предложенных им приборов не вошло в широкий научный оборот, было забыто после его смерти и лишь спустя десятилетия изобретено заново. Приборы, получившие одобрение Петербургской Академии наук, изготавлива-

◀ Об энциклопедической широте научных интересов великого русского ученого свидетельствует не только огромное число его исследований в самых разных областях знания, но и потрясающее разнообразие созданных и усовершенствованных им приборов. Слева – страницы из работ М. В. Ломоносова «Слово о явлениях воздушных от электрической силы происходящих» (1753) и «Первые основания металлургии, или рудных дел» (1763). Российская национальная библиотека, Санкт-Петербург

В статье использованы иллюстрации из работ И. Б. Литинецкого (1952, 1961) и Полного собрания сочинений М. В. Ломоносова

лись в Инструментальных палатах либо силами самого изобретателя. Последнему немало способствовало то обстоятельство, что в 1762 г. Ломоносов создал собственную, домашнюю инструментальную мастерскую, в которой продолжал усовершенствовать уже созданные приборы и сооружать новые.

Экспериментальные работы первого русского академика в области приборостроения стали первым «университетом» отечественных естествоиспытателей. На их основе стали развиваться лучшие традиции российской экспериментальной науки – ее новаторство и глубокая связь с практикой.

Литература

Билык В. Я. Прибор Ломоносова для исследования жидкостей // Ломоносов. Сб. статей и материалов. Т. 3. М.; Л., 1960. С. 70–82.

Билык В. Я. Универсальный барометр Ломоносова и газовые гравиметры XX в. // Ломоносов. Сб. статей и материалов. Т. 3. М.; Л., 1960. С. 41–69.

Вавилов С. И. Ночезрительная труба М. В. Ломоносова // Ломоносов. Сб. статей и материалов. Т. 2. М.; Л., 1946. С. 71–92.

Елисеев А. А. Физический кабинет Академии Наук в первой половине XVIII в. и Ломоносов // Ломоносов. Сб. статей и материалов. Т. 1. М.; Л., 1940. С. 173–206.

Иоффе Б. В. Рефрактометрические методы химии. Л., 1983.

Литинецкий И. Б. М. В. Ломоносов – основоположник отечественного приборостроения. М.; Л., 1952.

Литинецкий И. Б. М. В. Ломоносов и экспериментальная техника. Киев, 1961.

Ломоносов М. В. Новый способ наблюдения преломления лучей во всякого рода прозрачных телах // Ломоносов М. В. Полное собрание сочинений. Т. 3. Труды по физике. М., 1952.

Ломоносов М. В. Письмо Чернышеву И. Г., 26 октября 1764 г. // Ломоносов М. В. Полное собрание сочинений. Т. 10. Служебные документы. Письма. 1734–1765 гг. М.; Л., 1957.

Ченакал В. Л. Зеркальные телескопы М. В. Ломоносова // Ломоносов. Сб. статей и материалов. Т. 3. М.; Л., 1951. С. 109–123.

Ченакал В. Л. Катоптрико-диоптрический зажигательный инструмент Ломоносова // Ломоносов. Сб. статей и материалов. Т. 3. М.; Л., 1951. С. 66–83.

Ченакал В. Л. Рефрактометр и рефрактометрические исследования в работах М. В. Ломоносова // Успехи физических наук, 1950. № 9 (42). С. 41–50.

Wollaston W. H. A Method of Examining Refractive and Dispersive Powers by Prismatic Reflection // The Philosophical Transaction. Vol. 92 (1802). P. 365–380.