



ШТАНГА? ЦИРКУЛЬ? ШТАНГЕНЦИРКУЛЬ!

Галина БАЗАНЧУК, Сергей КУРАКОВ

Простота – это то, что труднее всего на свете; это крайний предел опытности и последнее усилие гения.

Леонардо да Винчи, 1452–1519.

В нашей статье речь пойдет об одном старинном измерительном приборе – штангенциркуле, конструкция которого в течение нескольких веков практически не претерпела каких-либо существенных изменений. Простота этого устройства служит эталоном технического совершенства и заслуживает как минимум уважения перед гением инженерной мысли. Вряд ли можно подсчитать, сколько разновидностей и какое количество штангенциркулей используется в настоящее время и сколько их было выпущено за всю историю этого измерительного инструмента.

Уже в средние века существовали простейшие деревянные штангенциркули. Примерно в 18 веке появляются кованые металлические приборы с крупной шкалой делений. И, наконец, с ростом и развитием машиностроения приблизительно с середины 19 века штангенциркули начали выпускать в промышленных объемах и устанавливать на них нониус для повышения точности измерений.

В коллекции музея МГТУ им. Н.Э. Баумана самый ранний штангенциркуль английской лондонской фирмы Troughton & Simms (активна 1826–1915 гг.) датируется второй половиной 19 века. Более точную дату трудно определить по причине

отсутствия (пока) информации из каталога производителя. Латунный штангенциркуль со стальными губками имеет иную, отличную от современной, систему точной настройки нониуса (рис. 1).

В футляре из красного дерева имеется гнездо для складной лупы, корпус которой выполнен из рога животного (коровы). Рог животных, дубленая кожа, а также панцирь черепах применялись в оправах оптических приборов достаточно долгое время, пока не появились первые пластики – паркезин (1866 г.) и целлулоид (1870 г.), а потом и бакелит (1909 г.). В конце 19 века новые пластмассовые материалы были очень модными, популярными и быстро стали входить в быт обывателя того времени – из них делали украшения, посуду, игрушки для детей и др.

Эти изменения коснулись всех математических инструментов без исключения. Линейки, угольники, транспортиры, лекала и прочие предметы стали массово выпускаться из пластика взамен дерева и латуни. В начале 20 века многие циферблаты и шкалы становятся пластмассовыми полностью либо покрываются новыми материалами. В коллекции музея МГТУ им. Н.Э. Баумана есть индикаторный штангенциркуль, выполненный по французскому патен-

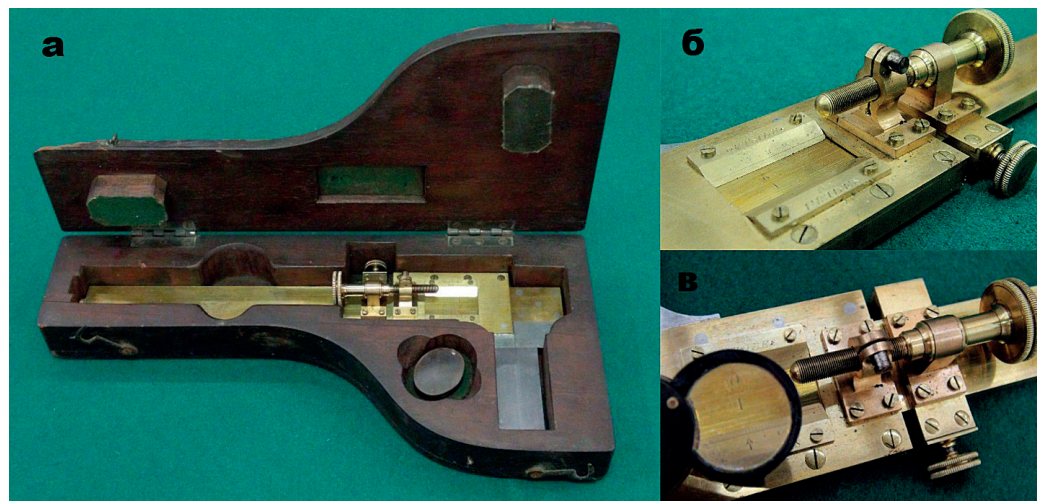


Рис. 1.

Штангенциркуль фирмы Troughton & Simms (Лондон), середина 19 в:
а – общий вид,
б – узел микрометрической подачи,
в – считывание показаний со шкалы при помощи увеличительного стекла

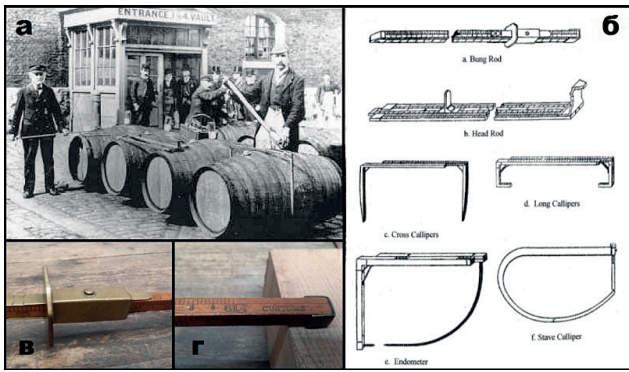


Рис. 2. Измерители за работой (Gaugers at work):
 а – порт Лондона, конец 19 века; б – различные виды раздвижного мерительного инструмента; в – «эфес», скользящий по штанге для замера внутреннего пространства бочки; г – наконечник линейки с надписью Customs and Excise («Таможня и Акциз»)

ту для Англии, фирмой «М. В. & F.». Особенностью данного прибора является то, что у него фарфоровый циферблат. Этот факт позволяет отнести наш экспонат к середине 19 века, к допластмассовой эпохе.

Надо сказать, что область применения штангенциркуля в 19 веке не ограничивалась только измерениями деталей машин и механизмов. Так измеритель с подвижной скобой (губкой) применялся для определения объема винных бочек при взимании таможенных и акцизных сборов со спиртного. Для этого, например, в портах и доках существовала целая служба, состоящая из обученного персонала – измерителей (англ. Gaugers), которые для работы использовали разный мерительный инструмент, сходный по конструкции со штангенциркулем (рис. 2).

Эта практика существовала в Европе как минимум с 16 века, когда Иоганн Кеплер заметил универсальность методики измерения и нашел способ определения объемов разнообразных тел вращения, который описал в книге «Новая стереометрия винных бочек» (1615). Предложенный им метод содержал первые элементы интегрального исчисления, чему косвенно способствовал наш измерительный инструмент. Не откажем себе в удовольствии процитировать несколько строк из предисловия Иоганна Кеплера: «В ноябре прошлого года, государи мои милостивые, я ввел в свой дом новую супругу в то время, когда Австрия, закончив обильный сбор благородного винограда, распределяла свои богатства, разослав вверх по Дунаю нагруженные баржи, в нашем Норике и весь берег в Линце был завален винными бочками, продающимися по сходной цене. Согласно обязанностям супруга и доброго отца семейства, мне пришлось позаботиться о необходимом для дома напитке. Поэтому ко мне на дом

было принесено и поставлено несколько бочек, а через четыре дня пришел продавец с измерительной линейкой, с помощью которой и промерил подряд все кадки, без различия, не обращая внимания на форму, без всяких соображений и вычислений...».

Наливное отверстие находилось в середине изогнутой боковой стенки; через него просовывали линейку настолько далеко, насколько это было возможно (делая диагональный промер дважды в обе стороны от отверстия, дабы убедиться в симметричности бочки) и назывался объем – скорее всего, он сразу был обозначен на линейке, чтобы ничего не приходилось считать в уме. Очень скоро Кеплер выяснил, что из всех цилиндров, имеющих одну и ту же диагональ, самым большим и вместительным будет тот, в котором отношение диаметра к высоте равно $\sqrt{2}$. Ближе всего по форме оказались австрийские бочки. Бондари, изготавлившие их для торговцев спиртным, эмпирическим путем добились уменьшения акцизных сборов для последних, обеспечив высокий спрос на свою продукцию.

На сегодняшний день можно с твердой уверенностью сказать, что изначально штангенциркуль использовался в черчении и разметке, откуда и произошло его название – stange с немецкого означает *штанга, рейка, шест, древко*, то есть это некая направляющая, а *zirkel* – это *циркуль* или *круг*. Таким образом, получается устройство для получения окружностей, но это совсем не соотносится с назначением штангенциркуля, как инструмента для измерений (и разметки) наружных и внутренних размеров, а также глубин отверстий. В чем же причина такого несоответствия? Многие студенты, рабочие слесарные специальности и инженерные работники рано или поздно задают этот вопрос.

Давайте разбираться. Обратимся к немецкому языку, где наш прибор называется Messschieber («раздвижной измеритель», «измерять с толкателем, шибром») или Schieblehre («раздвижная рейка», «раздвижная скоба») и посмотрим конструкцию инструмента. Типовой штангенциркуль имеет две губки, которые образуют измерительную скобу. Одна губка неподвижна и составляет единое целое со штангой. А вторая губка – подвижная, она перемещается по штанге. Это и есть *schieber* – толкатель, шибер в немецком языке. В дореволюционных русских изданиях конца 19 века встречается название «раздвижной калибр» – близко, но никак не объясняет «циркуль», «круг» в составе нужного нам слова.

Исследуя документы и чертежи инструментов 18 века, мы проследили эволюцию нашего предмета и оказалось, что привычная конструкция штангенциркуля таковой была не всегда – две губки были одинаковыми и подвижными, просто одну из них стали жестко закреплять на торце для точности измерений, добавили шкалу на штанге и в начале 19 века сформировался знакомый нам образ метрологического инструмента.

Название действительно взялось от инструмента *stangenzirkel* для разметки (черчения) окружностей, который применяли архитекторы, плотники, строители и другие технические работники. В английском языке такой чертежный прибор именуется *beam compass*, вместо губок там два подвижных узла *trammel point*, которые, в свою очередь, дали название раздвижному разметочному штангенциркулю у железнодорожников. В классическом варианте на штанге у *beam compass* отсутствует разметка, а для измерения расстояния между двумя *trammel point* дополнительно потребуется линейка. Вот такая обнаружилась тесная историческая взаимосвязь между метрологическим и чертежным инструментами.

Весомую помощь в ответе на этот вопрос оказал труд М. А. Нетыксы «Техника черчения (о том, как и чем чертить)». Вдвойне приятным и удивительным стало то, что Михаил Адольфович Нетыкса (?-1921) учился в ИМТУ в период 1893–1899 годов и был удостоен звания инженера-механика. Педагог, член Ученой комиссии Общества распространения технических знаний, он являлся автором классических руководств по прикладным искусствам и ремеслам, среди которых, например, «Практический курс столярного искусства» актуален и сегодня (переиздание СПб, Александрия, 2018 г. 664 с.).

Надо сказать, что Михаил Адольфович очень внимательно подходил к использованию терминов и, более чем вероятно, сам являлся опытным чертежником. В 4-ом (последнем) издании «Техники черчения» за 1913 год автор неизменно называет штангенциркуль *шубригелем* (от нем. *Schieblehre*), и думается, что это наиболее корректное определение с исторической точки зрения (рис. 3).

Интересно, что называли штангенциркулем в начале 20 века в Российской Империи? Там же, читаем: «Если приходится чертить окружности более одного фута (более 300 мм. – Прим. авт.) в диаметре, то обыкновенные циркули уже не годятся и нужно обратиться к штангенциркулям. Штангенциркуль, или рычажный циркуль, состоит из стальной линей-

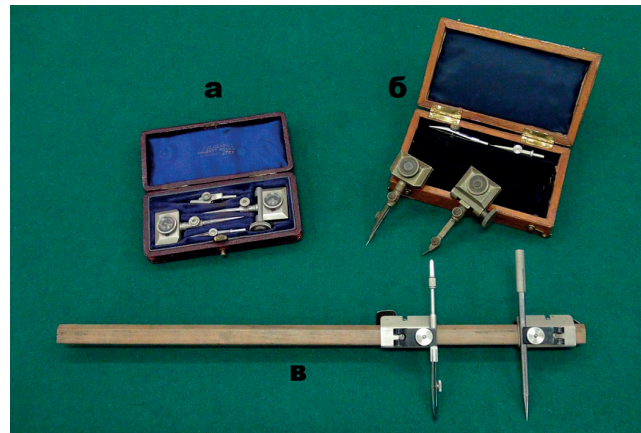


Рис. 4 Инструменты конец 19 – начало 20 веков: а и б – английские наборы для черчения больших окружностей (без штанги), в – штангенциркуль в сборе E.O. Richter (Германия)

ки АВ (фиг. 771), на которую надеты две обоймицы К и К' со вставленными в них остreeями а и б...».

Как мы видим, устройство штангенциркуля у М. А. Нетыксы полностью повторяет конструкцию *beam compass* у англичан и *stangenzirkel* немецкого производителя Э. О. Рихтера (рис. 4). Собственно, это одно и то же – штангенциркуль для черчения, разметки и измерений средней точности.

Дополнительным подтверждением существовавших в то время различий в терминологии служит прејскурант-каталог фирмы «Г. Герлях» (Варшава, Польша в составе Российской Империи), 1913 год. Инструмент для измерений и разметки называется *калиброммером*, а чертежный прибор – *рычажным циркулем* или *штангенциркулем* (рис. 5).

В качестве версии, предположим, что путаница в названии «штангенциркуль» началась в конце 19 – начале 20 веков и последующие события не внесли ясность в этот вопрос. Так как функции штангенциркуля и шубригеля дублируются, то есть обоими инструментами можно проводить слесарные операции – разметку и измерения, то простые рабочие все упростили и «оставили» одно название, которое постепенно перешло к метрологическому инструменту.

Еще один интересный вопрос связан с узлом более точного отсчета измерений, располагающимся на подвижной губке штангенциркуля. Как же правильно его называть – «нониус» или «верньер»? Или это одно и то же?

В английском и французском языках – однозначно правильным считается «верньер» – *vernier caliper* (англ.), *pieds à coulisse à vernier* (фр.), то есть «измеритель с верньером».

Проливает свет на этот вопрос А. Лермантов, составитель статьи «Верньер или нониус» для Энциклопедического словаря Брокгауза и Ефрона в 1892 году:



Рис. 3. Описание и вид обычного шубригеля на страницах «Техники черчения»



Рис. 5. Данные из прейскуранта фабрики «Г. Герлях»: а – калибрмер, его внешний вид, описание и стоимость; б – то же для рычажных циркулей (штангенциркулей)

«В(ерньер). был впервые описан в 1631 году Петром Вернье, или Вернерием (Petrus Vernierus), из Бургундии и назван в его честь. Нониусом наз(ывается). это приспособление, совершенно не по праву, в честь португальца Петра Нониуса (Petrus Nonius, род. в 1492 г.), который раньше Вернерия описал приспособление для достижения той же цели для измерения углов. Нониус провел на своем квадранте несколько концентрических дуг, первую разделил на 90 частей, вторую на 89 частей и т. д. Если угол не выражается целым числом девяностых частей квадранта, то, может быть, в нем уложится целое число восемьдесят девярых или других имеющихся на инструменте делений. Это неудобное приспособление было вытеснено В(ерньером), но название почему-то осталось».

Педру Нуниш (или Нуньес, Pedro Nunes, 1502–1578), португальский математик, известен своим вкладом в навигацию, изобретатель астрономических приборов для мореходов, в том числе шкалы точного отсчета, названной в его честь нониусом. Скульптура Педру Нуниша входит в число 32 фигур выдающихся деятелей эпохи Великих географических открытий, стоящих по обеим сторонам Памятника Первооткрывателям в Лиссабоне.

Конструкция шкалы Нуниша была достаточно крупной и громоздкой, занимала много места. Бургундский математик Пьер Вернье изменил шкалу, но сохранил основной принцип, основанный на том факте, что человек гораздо точнее замечает совпадение делений, чем определяет относительное расположение одного деления между другими (рис. 6).

Изобретатель сделал дополнительную шкалу меньше на одно деление соответствующего отрезка основной шкалы штанги инструмента и получил

многозначную меру длины, где значение L измеряемой величины определяется как сумма произведения количества делений основной шкалы ($N_{\text{осн}}$) на цену ее деления ($F_{\text{осн}}$) и соответствующего произведения для верньера по формуле:

$$L = N_{\text{осн}} \cdot F_{\text{осн}} + N_{\text{в}} \cdot F_{\text{в}}$$

На практических занятиях студенты часто задают вопросы: «А почему цена деления нониуса указана 0,1 мм, когда реально расстояние между его рисками почти 1 мм? Почему обязательно ищется место совпадения шкалы нониуса и основной шкалы?».

Объясним на примере процесс измерения с помощью нониуса (рис. 7). Пусть L – длина измеряемого образца, X – цена деления нониуса (шкалы X), а Y – цена деления основной шкалы (шкалы Y). Совместим с началом образца нулевой штрих шкалы Y . Пусть при этом конец образца окажется между k -м и $(k+1)$ -м штрихами той же шкалы. Тогда в длине образца содержится k целых делений шкалы Y и отрезок – неизвестная пока еще доля $(k+1)$ -го деления шкалы Y : $L = kY + \Delta L$.

Для определения отрезка ΔL приложим к концу образца нониус так, чтобы нулевой штрих нониуса совпал с концом этого образца. Так как деления нониуса не равны делениям основной шкалы, на нем обязательно найдется такой штрих m , который будет ближе всего подходить к соответствующему $(k+m)$ -му штриху шкалы Y . Как видно из рис. 7, отрезок ΔL равен:

$$\Delta L = mY - mX = m(Y - X) = m\delta,$$

где δ – точность нониуса, равная разности длин делений основной шкалы и нониуса.

Тогда вся длина L образца будет равна:

$$L = kY + m\delta.$$

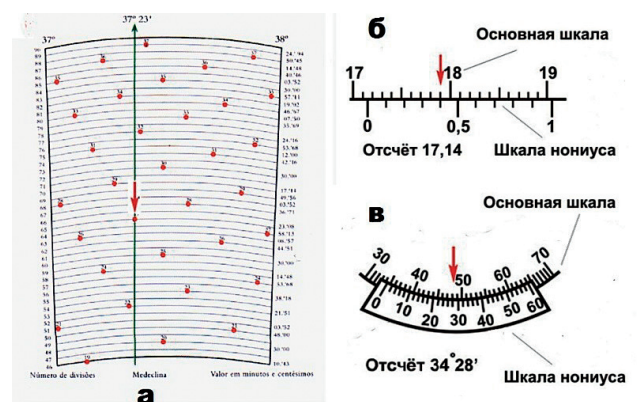


Рис. 6. Общий принцип снятия показаний со шкал П. Нуниша (а) и П. Вернье (б – для линейных и в – угловых измерений соответственно)

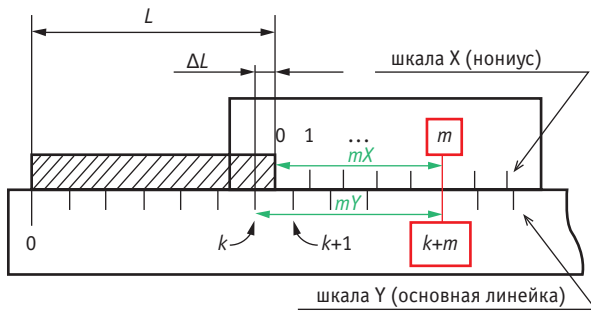


Рис. 7. Математическое обоснование правила измерения с помощью нониуса

Результат можно сформулировать следующим образом: *длина образца, измеряемая с помощью нониуса, равна длине целых делений основной шкалы до нулевого штриха нониуса плюс отрезок, равный произведению точности нониуса на номер штриха нониуса, совпадающего с некоторым штрихом основной шкалы.*

Несмотря на всю полезность изобретения Вернье, в России называть его именем шкалу не спешили, консервативно продолжая именовать точный узел отчета «нониусом». Обратимся к самой первой энциклопедии на русском языке – это «Энциклопедический лексикон» (или Лексикон Плюшара, названный так по имени издателя), который вышел из печати в Санкт-Петербурге в 1834–1841 годах и охватил (нам повезло) лишь часть алфавита от «А» до «Д». Итак, «ВЕРНИЕРЪ, *Ноніусъ, Ноній* – прибор весьма замысловатый, <...> (далее следует описание устройства) <...> Честь изобретения этого весьма полезного инструмента португальцы приписывают своему соотечественнику Нониусу или Нунесу (Pedro Nunez), по имени которого прибор называется также *нониус*. Но со времен Лаланда, этот прибор называется *верньером*, по имени истинного изобретателя француза Петра Вернье (Vernier). На самом деле, заменить прежние двадцать кругов одною маленькою дугою, несколько сотен делений небольшим числом делений, и все их поместить на подвижной алидаде, есть мысль гениальная и изобретение драгоценное, на которое никто, кроме Вернье, не должен иметь право. Это изобретение принадлежит 1631 году».

Но настойчивые доводы Жозефа Жерома Лефрансуа де Лаланда (1732–1807) среди астрономов не помогли закрепить термин «верньер» в русском языке – слово стало устаревшим через некоторое время, а мы продолжаем использовать более старое название «нониус». Однако справедливость возторжествовала самым неожиданным образом – именем Вернье названы в радиотехнике приспособления для точной настройки радиоприемников и другой радиоаппаратуры – верньеры.

В ранее показанном прейскуранте фабрики «Герлях» (рис. 5) есть одно важное примечание: «Цирку-

лей с делениями на рычаге не поставляем, так как неизбежный прогиб рычага или неизбежное укорочение ножек при вторичной их точке (затачивании, заострении. – Прим. авт.), вызывают то, что расстановка ножек циркуля не соответствует в точности делениям рычага». Это говорит о том, что в начале 20 века проблеме повышения точности измерений и механической обработки в России стали уделять повышенное внимание. Михаил Адольфович Нетыкса пишет: «...кронциркули и нутромеры должны быть обязательно исключены из набора разметочных инструментов, а равно и поверочных. Пусть ими пользуются слесари, токари и другой мастеровой люд для обмера простых работ, не нуждающихся в точности».

Однако создавать актуальную научную метрологическую школу пришлось уже советским ученым. Поэтому история штангенциркуля получила продолжение и новый виток, а его служба пригодилась в период бурной индустриализации страны. За основу советского измерительного инструмента были взяты лучшие и передовые образцы иностранных производителей. В альбоме «Мерительный инструмент и его изготовление» Г. А. Апарина – одного из основателей кафедры «Метрология и взаимозаменяемость» МГТУ им. Н.Э. Баумана, есть описание и анализ конструкции инструментов фирм Jacobis (Германия), Brown & Sharpe (США), L.S. Starrett Co (США) и др.

Кроме нарастающего с каждым годом собственного производства, СССР, особенно в 30-е годы 20 века, требовался качественный мерительный инструмент. Поэтому очень скоро в авиационной промышленности штангенциркуль стали называть *маузером*, ведь именно немецкая фирма Mauser поставляла в СССР инструмент повышенного качества. Более простая и бюджетная разновидность штангенциркуля другого производителя Columbus, оснащенная глубиномером, на профессиональном сленге ожидаемо получила название *колумбус* или *колумбик*. В экспозиции музея МГТУ им. Н.Э. Баумана представлены изделия этих двух фирм, а также продукция советских инструментальных заводов «Калибр» (Москва), «Красный инструментальщик» (г. Киров), «ЧИЗ» (г. Челябинск), «СТИЗ» (г. Ставрополь) и др. периода 1935–1985 годов. Посетители могут убедиться в высоком качестве изготовления, простоте (технологичности) и надежности советских штангенциркулей. Все измерительные приборы, находящиеся в музее МГТУ им. Н.Э. Баумана, легко могут пройти калибровку в любой поверочной лаборатории «Росстандарта».

В заключение нужно отметить, что история штангенциркуля далеко не закончена. Этот простой и надежный измерительный инструмент надежно занимает свою нишу в метрологическом обеспечении производственных процессов в современных условиях. Область применения штангенциркуля несколько не уменьшилась, а, наоборот, даже возросла и штангенциркуль находит работу в самых неожиданных областях дея-

тельности человека и обнаруживается, например, у кондитера и парикмахера. Немного удивительное, но вполне объяснимое явление в наше время, когда точность многих технологических операций неуклонно растет. Мы будем внимательно следить за новостями об этом замечательном инструменте.

ЛИТЕРАТУРА.

1. **Апарин Г.А.** Мерительный инструмент и его изготовление. — Ковров, изд. пулеметн. завода, 1925. — С. 133, 136—138, черт. № 153, 155, 163.
2. **Кеплер Иоганн.** Новая стереометрия винных бочек / Пер. и предисловие Г.Н. Свешникова, вступ. статья М.Я. Выгодского. — М.-Л.: ГТТИ, 1935. С. 13—15, 34.
3. **Нетыкса М.А.** Техника черчения: о том, как и чем чертить. Счетная линейка. Основные правила разметки / 4-е изд., обновл. — М.: тип. лит. т-ва И.Н. Кушнерев и К°, 1913. С. 489, 492—493, 509—512.
4. **Спивак А., Тихомиров В.** Кеплер и винные бочки — австрийские и рейнские // Квант. 2000. № 6. С. 5—7.
5. **Hulot.** L'art du tourneur mécanicien / Par M. Hulot Pere, maître tourneur & mécanicien breveté du Roi, à Paris. Première partie. 1775. — fiche d'application 12b.
6. **Martin T.** Gauging: the art behind the slide rule // Journal of the Brewery History Society. 2013. № 153. PP. 74—78.
7. **Энциклопедический словарь** [Т. 6: Венцана — Винона. — 1892] / Под ред. проф. И.Е. Андреевского. — Санкт-Петербург : Ф. А. Брокгауз, И. А. Ефрон, 1890—1907. [Электронный ресурс] Сайт РГБ. Режим доступа: <https://dlib.rsl.ru/viewer/01003924249#?page=53> свободный. — Загл. с экрана. (дата обращения: 13.06.2019 г.).
8. **Энциклопедический лексикон** [Т. 9: Вар — Вес. — 1837]. — С.-Пб : в тип. А. Плюшара, 1835—1841. [Электронный ресурс] Сайт РГБ. Режим доступа: <https://dlib.rsl.ru/viewer/01003822968#?page=498> свободный. — Загл. с экрана. (дата обращения: 14.06.2019 г.).
9. **António Estácio dos Reis.** O Nónio de Pedro Nunes / Academia de Marinha / [Электронный ресурс] Ciencia em Portugal. Режим доступа: <http://cvc.instituto-camoes.pt/ciencia/e20b.html> свободный. — Загл. с экрана. (дата обращения: 13. 06. 2019 г.).

БАЗАНЧУК Галина Алексеевна —
кандидат технических наук, директор Музея
МГТУ им. Н. Э. Баумана

КУРАКОВ Сергей Витальевич —
преподаватель МГТУ им. Н. Э. Баумана

Экспонаты из коллекции и фондов музея МГТУ
им. Н.Э. Баумана.

КАЗАНЬ 2020



**МАШИНОСТРОЕНИЕ.
МЕТАЛЛООБРАБОТКА.
СВАРКА. КАЗАНЬ**



20-я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА
ОБОРУДОВАНИЯ, ПРИБОРОВ И ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ, МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ И
СВАРОЧНОЙ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

2-4 ДЕКАБРЯ

Оргкомитет выставки
ВЦ "Казанская ярмарка"
Тел. 7 843 202 29 03
E-mail: expo-kazan@mail.ru

16+

Место проведения:
МВЦ «Казань Экспо»