



# МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ЭТЮДЫ В ЛОГАРИФМИЧЕСКИХ ТОНАХ

Галина БАЗАНЧУК, Сергей КУРАКОВ

Изобретение такого показателя, как логарифм, словно удваивает жизнь астрономов, сокращая вычисления нескольких месяцев в труд нескольких дней.

*Пьер-Симон де Лаплас (1749–1827), французский математик, механик, физик и астроном*

В статье пойдет речь о расчетных математических устройствах – самых простых, но незаменимых инструментах, которыми до недавнего времени пользовались инженеры и технические работники. Конечно, прежде всего, это логарифмические линейки. Мы расскажем об экспонатах музея МГТУ им. Н.Э. Баумана, систематизируем предметы нашей коллекции и покажем их эволюцию в историческом ретроспективе. Авторы сознательно не вторгаются в область автоматизации математических вычислений – этот несомненно интересный раздел науки и техники будет находиться рядом и очень близко, но останется за рамками нашего обзора.

Итак, история логарифмической линейки с момента публикации шотландским математиком Джоном Непером (1550–1617) в 1614 году первых логарифмических таблиц тригонометрических функций до сегодняшнего дня насчитывает почти четыре века. Идея применения логарифмической шкалы в первом расчетном устройстве возникла почти сразу – статья об этом появилась в 1620-м году.

Однако начнем мы с «заката» применения данных инструментов, с середины 20 века, когда у логарифмической линейки появляется серьезный конкурент – ЭВМ (рис. 1).

До этого времени линейки достаточно спокойно и уверенно существовали, менялись материалы, из которых они изготавливались, расширялась область деятельности человека, и, как следствие, – росл ассортимент и многообразие наших аналоговых устройств. Удивительно, но развитие механических счетных машин, таких как калькулятор Лейбница (1672 г.), арифмометры (весь 19 век), табуляторы и др., практически никак не уменьшили потребность инженеров в простых и недорогих математических устройствах. Использование линейки значительно упростило операции умножения, деления, возведение в степень, извлечения корня и расчет тригонометрических и логарифмических функций. Выполнялись эти математические операции с точностью – до 3–4 знаков после запятой, что, в целом, являлось достаточным и неплохим показателем.

Один из самых интересных и важных экспонатов музея МГТУ им. Н.Э. Баумана – логарифмическая линейка генерального конструктора ракетно-космической промышленности СССР Сергея Павловича



**Рис. 1.** Слева – реклама калькулятора от компании IBM (США), который, по замыслу разработчиков, заменит 150 инженеров экстра-класса, декабрь 1951 г.; справа – реклама новой улучшенной логарифмической линейки от компании Dietzgen (США), утверждающая о новых горизонтах в технологии математических расчетов, середина 1950-х

Королева (рис. 2). Можно смело утверждать, что при помощи этого вычислительного устройства человечество шагнуло в космос. Предмет подарен музею МГТУ им. Н.Э. Баумана Н.И. Королевой – женой (вдовой) конструктора в 1983 году, как и некоторые личные вещи и труды С.П. Королева. Линейка изготовлена в 1954 году на фабрике счетных приборов (Ленинград) по ГОСТ-5161-49 и уже 35 лет находится в экспозиции музея МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Давайте посчитаем и «оживим» инструмент Сергея Павловича. Итак, суть расчетов при помощи логарифмической линейки заключается в замене операции умножения (деления) на операцию сложения (вычитания) исходя из свойства логарифмов, в нашем случае десятичных:

$$\begin{aligned} \lg(ab) &= \lg a + \lg b; \\ \lg(a/b) &= \lg a - \lg b; \\ \lg a^n &= n \lg a; \end{aligned}$$

$$\lg \sqrt[n]{a} = \frac{\lg a}{n}.$$

Рассмотрим пример, в котором требуется вычислить  $X = 13,2 \times 17 = 224,4$  (рис. 3).

Операция умножения сводится к сложению соответствующих отрезков на логарифмических шкалах *C* и *D* (они абсолютно одинаковые и называются основными):

1. Ставим указатель бегунка на деление 1,32 на шкале *D* (один порядок числа 10 держим в уме).



Рис. 2. Экспонаты музея, связанные с генеральным конструктором ракетно-космической промышленности СССР С.П. Королевым: а – на фото студент МВТУ С.П. Королев, 1929 г.; б – личные вещи и труды С.П. Королева в экспозиции музея; в – логарифмическая линейка, принадлежавшая конструктору; г – запись № 606 в книге № 2 учета поступлений основного фонда музея МВТУ им. Н.Э. Баумана (№ 544–1699), май 1983 г.

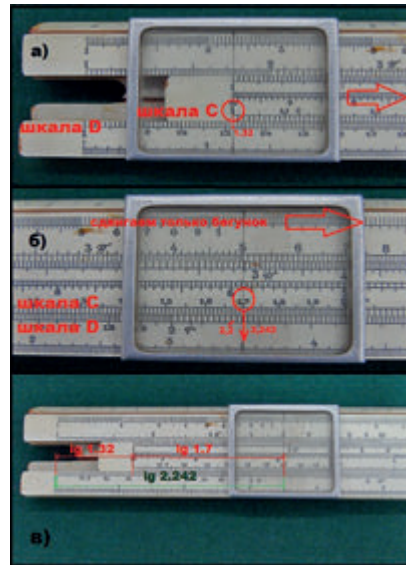


Рис. 3. Приемы работы с логарифмической линейкой С.П. Королева – «умножение»

Передвигаем подвижную линейку вправо так, чтобы крайняя левая цифра шкалы *C* («1» – единица) была под указателем бегунка (рис. 3а). Отсюда происходит английское название устройства – *slide rule* (скользящая линейка).

2. Ставим указатель бегунка на деление 1,7 на шкале *C* (второй порядок числа 10 держим в уме). По указателю бегунка считываем число на шкале *D* (2,242) и умножаем его на 100 (рис. 3б).
3. Приблизительный результат умножения 224,2. Графический результат умножения показан на рис. 3в – это простое сложение логарифмических шкал.

Как видим, все замечательно работает. Правила работы с логарифмической линейкой с начала 20 века входят в курс алгебры для школьников и студентов. Наши более старшие коллеги – преподаватели и инженеры – помнят курсы и математические диктанты по усвоению навыков расчетов при помощи этого устройства.

Становится понятным, что основным недостатком логарифмических линеек, кроме неточности от коробления материала, совмещения рисок шкал, погрешности визуального отсчета, является постоянная необходимость совершения манипуляций с порядком числа в уме. В отличие от калькулятора, логарифмическая линейка, как правило, требует, чтобы инженер имел некоторое представление об ответе, чтобы интерпретировать результат. Также человек должен быть в состоянии увидеть разницу, например, между 2,2, 2,24 и 2,241. Увеличение длины логарифмической шкалы для улучшения точности расчетов приводит к появлению гротескных многометровых устройств. Некоторые производители делили линейку на 6–10 частей, создавая тяжелый и громоздкий набор.

Выходом из ситуации стало закручивание логарифмической шкалы по спирали, создание круго-



Рис. 4. Модели логарифмических линеек: а – круговая линейка КЛ-1, СССР, 1962 г.; б – модель Novo-Duplex2/83N фирмы Faber-Castell, одна из лучших последних логарифмических линеек в мире (31 шкала), до 1976 г.

вых линеек, счетных вальцов или цилиндров. Такие устройства, действительно, были созданы и являлись альтернативной конструкцией относительно прямолинейной логарифмической шкалы. Но круглые линейки становились неудобными из-за большого диаметра циферблата, а счетные вальцы по своему принципу работы и габаритам походили на существующие арифмометры, только менее надежные и износостойкие. В результате у советских инженеров «прижилась» только круговая линейка карманного варианта КЛ-1 (рис. 4а). Она выпускалась огромными тиражами и напоминала спортивный секундомер.

Закончим мы рассказ о противостоянии логарифмических линеек и электронных калькуляторов простой констатацией факта: как только стоимость новых устройств приблизилась к цене аналогового прибора – инженеры и вычислители отказались от последних. Достаточно затратным инновационным «броском» в 1973 году известный немецкий производитель A.W. Faber-Castell выпускает на рынок гибрид линейки и калькулятора TR-1 как символ объединения двух конкурирующих приборов (рис. 5). Но даже две последующие улучшенные модификации, выпущенные следом (TR-2 и TR-3), не спасают положения и к концу 1970-х – началу 1980-х заканчивается многовековая эпоха использования логарифмических линеек в математических расчетах.

Справедливости ради стоит заметить, что и срок применения калькуляторов, как индивидуальных и самостоятельных приборов, оказался очень недолог, их заменили программные продукты, «софт» и приложения для мобильных устройств и компьютеров. Вот такая ирония – реалии современного технического прогресса в быстроменяющемся мире.



Рис. 5. Гибрид калькулятора и логарифмической линейки Faber-Castell TR-1, 1973 г.

А мы продолжим обратное движение по течению времени и обратим внимание на многообразие всех типов логарифмических линеек по назначению, то есть типам шкал в конце 19 – начале 20 веков. Дело в том, что любая теоретическая или эмпирическая формула, использующая операции умножения, деления, возведения в степень и пр., могла быть трансформирована в аналоговое устройство с логарифмическими шкалами. Так, например, поступил инженер С.Ф. Глебов, когда примерно в 1915 году создал специальную счетную линейку для определения режимов резания и времени механической обработки заготовок точением, фрезерованием, долблением и др.

В фондах музея МГТУ им. Н.Э. Баумана находятся две линейки С.Ф. Глебова, преподавателя МВТУ (рис. 6). Надписи на одной из них, выполненные на целлулоидном покрытии, содержат букву Ъ – «ять», бывшую в употреблении вплоть до реформы русской орфографии в 1918 году. Вторая линейка полностью идентична первой по численным значениям шкал, но изготовлена позднее, около 1930 года, с методическими указаниями и примерами для расчетов.

Давайте решим небольшую технологическую задачу (рис. 7) и определим при помощи линейки Глебова оперативное время одного прохода для обработки вала длиной 500 мм при 50 оборотах в минуту шпинделя токарного станка и подаче 2 мм за оборот. Ставим первую выдвижную линейку так, чтобы стрелка «N» была против «50» (рис. 7а), а на нижней неподвижной шкале находим стрелку с надписью «токарная, фрезерная» и двигаем вторую линейку так, чтобы против этой стрелки стало деление «500» (рис. 7б) шкалы «длина» в миллиметрах. При такой установке линеек против каждой «подачи» находим соответствующее ей «время» обработки за один проход (без учета ручных операций). Шкала «подачи» находится на первой подвижной линейке внизу, шкала «время» – вверху второй линейки. Для нашего случая против подачи 2 мм найдем время обработки 5 мин (рис. 7в).

В начале 20 века в Российской империи инженерам и расчетчикам предлагалось около тридцати классических моделей и более десятка узкоспециаль-



# ARMY 2021

МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ  
ФОРУМ



\* ФРЕГАТ «АДМИРАЛ ФЛОТА  
СОВЕТСКОГО СОЮЗА ГОРШКОВ»

22–28 АВГУСТА  
ПАТРИОТ ЭКСПО

[WWW.RUSARMYEXPO.RU](http://WWW.RUSARMYEXPO.RU)

ОРГАНИЗАТОР



МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ВЫСТАВОЧНЫЙ  
ОПЕРАТОР



МКВ

МЕЖДУНАРОДНЫЕ  
КОНГРЕССЫ И ВЫСТАВКИ



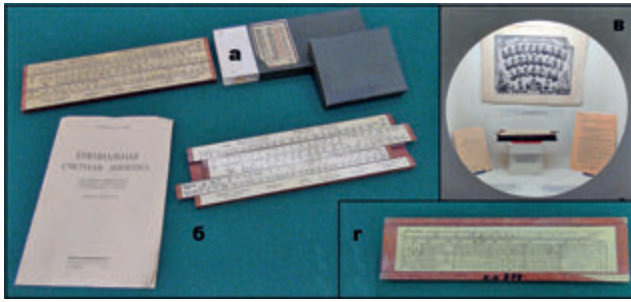


Рис. 6. Линейка С.Ф. Глебова: а – линейка для расчетов инженера С.Ф. Глебова с чехлом, до 1918 г.; б – та же линейка с методическими указаниями по расчету, 1927 г.; в – линейки в витрине музея; г – обратная сторона линеек С.Ф. Глебова с поправочными коэффициентами

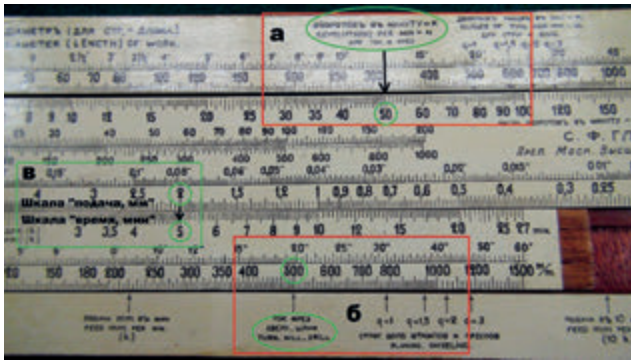


Рис. 7. Решение технологической задачи по металлообработке при помощи счетной линейки инженера С.Ф. Глебова

ных логарифмических линеек (рис. 8) немецких фирм-производителей, таких как известная нам уже A.W. Faber, Albert Nestler и Gebruder. Wichmann. Простые и дешевые устройства изготавливались из плотного картона и фанеры, более дорогие и качественные линейки – из ценных пород деревьев (в основном махагона и палисандра) с облицовкой контрастным белым целлулоидом. 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. Целлулоид, открытый Джоном Уэсли Хайатом в 1870 году, когда он пытался найти замену слоновой кости в бильярдных шарах, стал известен как материал, использовавшийся в первой гибкой киноплёнке для фотографии и кино. Этот же материал стал незаменимым для шкал измерительных приборов и счетных устройств в конце 19 – начале 20 вв.

Среди экспонатов музея МГТУ им. Н.Э. Баумана есть специальная линейка для электротехнических расчетов (рис. 9), принадлежавшая Карлу Адоль-



Рис. 8. Страница оглавления «Общедоступное практическое руководство по пользованию логарифмической линейкой», Н.Н. Ермолин, 1915 г.

фовичу Кругу (1873–1952) – русскому и советскому электротехнику, основателю московской электротехнической школы. Как видим, развивающаяся область научных знаний «Электротехника» сразу потребовала счетный аппарат для своих специалистов, что и было воплощено в частности фирмой Альберта Нестлера в 1911 году.

Линейка «Электро № 37» помогла сделать два расчета, часто выполняемых электротехниками: определение эффективности моторов и динамо-машин (выполнение пересчета одной лошадиной силы в ватты) и нахождение величины падения напряжения на участке медной цепи.

Производители счетных линеек постоянно совершенствовали ее конструкцию, стремились к точности и надежности. На рис. 10 показано, как в 1904 году Альберт Нестлер решает проблему с короблением формы и покрывает внутреннюю сторону (пло-



Рис. 9. Линейка для электротехнических расчетов: а – витрина музея с экспонатами, посвященными деятельности профессора К.А. Круга; б – линейка «Электро № 37» фирмы Albert Nestler, с 1911 г.; в – брошюра с указаниями по применению устройства; г – логотип фирмы-производителя



Рис. 10. Изменение в технологии изготовления линеек на примере продукции фирмы Albert Nestler, г. Лар, Германия, 1904 г.

кость E на фигуре 1, рис. 10) целлулоидом, что приводит к уменьшению искажению формы.

«Мои новые расчетные линейки, патентованные в Германии прежде за № 41294, ныне за № 164885, отличаются от прежних тем, что пластинка S линейки покрыта с обеих сторон целлулоидными полосками. Вследствие этого легкость хода линейки не изменяется под влиянием температуры и влажности воздуха. Так как коэффициенты расширения дерева и целлулоида, а также отношение их к влажности воздуха различны, то, при изменении температуры и влажности воздуха и при употребительном до сих пор целлулоидном покрытии пластинки S, должны были появляться формы, как показано на прилегающих фигурах 2 и 3, сопровождающиеся зажимом или освобождением линейки», – писал Альберт Нестлер в инструкции к своим счетным устройствам.

Помимо крупных производителей, выпускавших классические и специальные расчетные устройства, существовала большая группа мелких фирм и коммивояжеров, которые также распространяли совсем уж диковинный товар в конце 19 века. Так, например, фермерам предлагалась карманная дисковая линейка, с помощью которой можно было рассчитать «чистый вес» мяса коровы, предварительно обмерив животное рулеткой в определенных точках. В коллекции музея МГТУ им. Н.Э. Баумана есть складная деревянная логарифмическая линейка плотников и производителей алкогольной продукции, распространенных во второй половине 19 века (рис. 11).

Продолжая наше путешествие по временному интервалу истории логарифмической линейки, необходимо будет рассказать о вкладе русского ученого М.М. Черепашинского (1845–1916) в развитие этого счетного устройства. Михаил Михайлович родился в Австро-Венгрии, в 1873 году окончил Венский политехнический институт. Затем работал в отделении Западной железной дороги в Австрии. После приезда в Россию в 1878 году преподавал в Зарайском ремесленном училище, а с 1879 года – в Московском Императорском техническом учили-

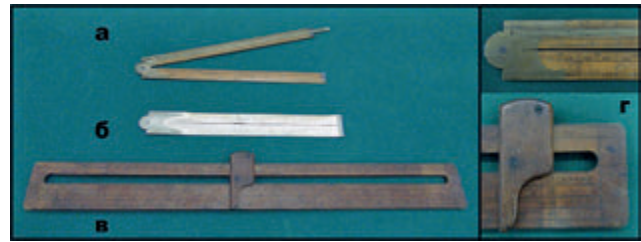


Рис. 11. Специальные расчетные линейки: а – деревянная с латунным движком для плотника, б – костяная с различным масштабом для архитектора; в – из красного дерева с пересчетом весовых долей спиртовых растворов для «бутлегера»; г – фрагменты конструкций линеек (конец 19 века)

ще. Стал в 1885 году профессором, а с 1907 года – заслуженный профессор ИТУ.

Вот что пишет знаменитый американский историк математики Флориан Каджори (1859–1930) в своем фундаментальном труде «История логарифмической линейки» (1909 г.): «Счетную линейку, используемую во французских школах, отличает простота и точность вычислений. Операции умножения и деления можно производить одно за другим, без перерывов и с удвоенной точностью... Производитель линейки – фирма Tavernier-Gravet, ул. Майе, 19, Париж. Эта школьная линейка широко распространена во Франции, а в Германии – готовится к выпуску в скором времени... Автором этого изобретения следует признавать русского профессора Черепашинского, который разработал линейку в 1882 году и заказал фирме Tavernier-Gravet изготовить один инструмент. На следующий год (1883 г.) он (М.М. Черепашинский. – Прим. авт.) опубликовал статью об этой линейке, но его идеи были проигнорированы публикой в то время...»

Однако иностранные производители, в отличие от российских, воспользовались разработками русского ученого (рис. 12), о чем свидетельствуют упоминания линеек системы Черепашинского в каталогах известных фирм, а некоторые попросту «забывали» это делать. Флориан Каджори был современником Михаила Михайловича и переписывался с ним. Вот что пишет американский историк математики: «Недавно от профессора Императорского технического училища в Москве Черепашинского я получил некоторые подробности о применении логарифмических линеек в России. Он сообщает, что написал брошюру «Инструкция по использованию линейки новой системы» в 1878 году, опубликовал ее в 1880 году и в этот же год продемонстрировал счетное устройство в образовательном отделе на промышленной выставке





Рис. 12. Линейка М.М. Черепашинского: а – титульный лист «Руководства к употреблению счетной линейки новой системы» М. Черепашинского, 1886 г.; б – общий вид конструкции линейки Черепашинского со шкалами и бегунком; в – упоминание о данной линейке в журнале Министерства путей сообщения за 1891 год, (№ 1, стр 141); з – фрагмент страницы каталога магазина О. Рихтера с указанием фирмы Нестлера (Германия), выпускающей линейку Черепашинского, 1912 г.

в Москве. У него (Черепашинского. – Прим. авт.) нет данных по русским публикациям о линейках более ранним, чем его собственное. Его линейка была введена в 1886 году в средних школах при Министерстве путей сообщения Российской Империи. Сейчас уже (примерно 1895 г. – Прим. авт.) она довольно широко применяется в российских училищах и кабинетах инженеров».

Еще одним русским специалистом, изготовившим логарифмическую линейку своей системы, был Артур Федорович Гассельблат (1853–1897), профессор Института практической технологии в Санкт-Петербурге. Его линейка изготавливалась из картона, без бегунка и содержалась в бумажном чехле (рис. 13). На тот момент линейка Гассельבלата выгодно отличалась от европейских устройств, прежде всего ценой, высокой точностью расчетов, ее не коробило и не заклинивало от разницы температур, линейка содержала множество констант, мер и формул, использующихся в России, и имела миллиметровые и дюймовые шкалы. Кроме этого, она была очень тонкой, что легко позволяло носить линейку в кармане.

Начало широкого применения в 19 веке логарифмического исчисления в повседневной жизни положил 19-летний молодой офицер французской армии Виктор Амеди Маннхейм (Victor Mayer Amédée Mannheim, 1831–1906) в 1850 году. Он, по сути, не изобрел ничего нового, а только предложил военному командованию свой вариант линейки, где были оптимизированы и по-другому

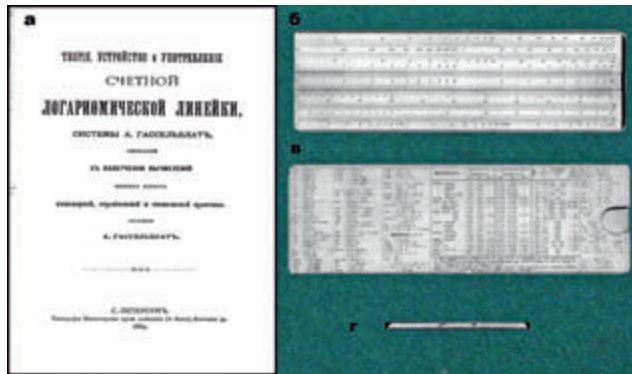


Рис. 13. Линейка Гассельבלата: а – титульный лист брошюры А.Ф. Гассельבלата, 1889 г.; б – лицевая сторона со шкалами линейки Гассельבלата; в – обратная сторона линейки с формулами и константами; з – малая толщина расчетного устройства

расположены шкалы, а также важную роль приобрел бегунок (runner). Исследователи и историки считают, что Маннхейму очень повезло, что его изобретение изготовила с высоким качеством французская фирма Tavernier-Gravet. Линейка так понравилась военным, что стала основным расчетным инструментом для французских артиллеристов. В течение 20–30 лет эта модель выпускалась только во Франции, а затем ее стали изготавливать в Англии, Германии и США. Вскоре линейка Маннхейма завоевала популярность во всем мире и практически в неизменном виде дошла до конца 1980-х годов.

Однако и до счетной линейки системы Маннхейма существовали логарифмические устройства, конструкции которых можно посмотреть в музее МГТУ им. Н.Э. Баумана. Это прежде всего сектор Гюнтера или «английский сектор» (рис. 14). Более двухсот лет это устройство было надежным спутником навигаторов, астрономов, картографов и военных инженеров. Первое описание сектора появилось в 1620 году, напомним, почти сразу за публикацией Д. Непером своих таблиц.

Эдмонт Гюнтер (1581–1626) считается изобретателем логарифмической шкалы, но, логично, что сама шкала должна быть нанесена на какую-либо поверхность и в целом составлять единый прибор или инструмент для расчетов. Самый простой выход использовать линейку. И действительно, появилась линейка Гюнтера, с помощью которой можно было производить вычисления, при этом шкалу нужно было тщательно измерять двумя циркулями. Однако считается, что Гюнтер, будучи астрономом, нанес шкалу на сектор – прибор очень ранний, которым пользовались с незапамятных



# ИЗДАТЕЛЬСТВО «ТЕХНОСФЕРА» ПРЕДСТАВЛЯЕТ КНИГУ:



Цена 2 600 руб.

Ян Гибсон, Дэвид Розен, Брент Стакер

## ТЕХНОЛОГИИ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА. Трехмерная печать, быстрое прототипирование и прямое цифровое производство

Перевод с англ. книги издательства «Springer»  
под ред. д.ф.-м.н., проф. И.В. Шишковского  
М.: ТЕХНОСФЕРА, 2020. – 648 с. ISBN 978-5-94836-447-6

### *Предисловие к русскому изданию*

Я был очень рад, когда услышал, что профессор Игорь Шишковский будет научным редактором русского издания нашей монографии. Обладая многолетним и богатым опытом в данной области, этот известный ученый и педагог сможет гарантировать как техническую точность, так и ясность изложения. Поскольку русский язык является одним из самых распространенных языков в мире, этот перевод позволит значительно расширить аудиторию, которая сможет впервые получить доступ к данной информации. Я надеюсь, что исследователи, студенты и преподаватели найдут эту книгу прекрасным дополнением к своей коллекции, и что она расширит их познания в быстро развивающихся областях аддитивных технологий.

Брент Стакер  
профессор, университет Луисвилля (Кентукки, США)

### *Содержание*

#### *Предисловие*

**Глава 1.** Введение и описание основных принципов  
**Глава 2.** Развитие технологий АП  
**Глава 3.** Общая последовательность процесса АП  
**Глава 4.** Процесс фотополимеризации в ванне  
**Глава 5.** Плавление порошков в сформированном слое  
**Глава 6.** Экструзионные системы  
**Глава 7.** Распыление материала методом струйной печати  
**Глава 8.** Распыление связующего для струйной печати  
**Глава 9.** Процессы ламинирования листовых (слоистых) материалов

**Глава 10.** Процессы направленного энерговклада  
**Глава 11.** Технологии прямой записи  
**Глава 12.** Преимущества бюджетных систем АП  
**Глава 13.** Руководство по выбору процесса  
**Глава 14.** Постобработка  
**Глава 15.** Задачи программного обеспечения в АП  
**Глава 16.** Прямое цифровое производство  
**Глава 17.** Проектирование для АП  
**Глава 18.** Быстрое изготовление инструмента  
**Глава 19.** Применения АП  
**Глава 20.** Возможности для бизнеса и будущее АП



**ИНФОРМАЦИЯ О НОВИНКАХ:  
[www.technosfera.ru](http://www.technosfera.ru)**

### **Как заказать наши книги?**

По почте: 125319, Москва, а/я 91  
По телефону: (495) 234-01-10  
E-mail: [knigi@technosfera.ru](mailto:knigi@technosfera.ru)  
[sales@technosfera.ru](mailto:sales@technosfera.ru)



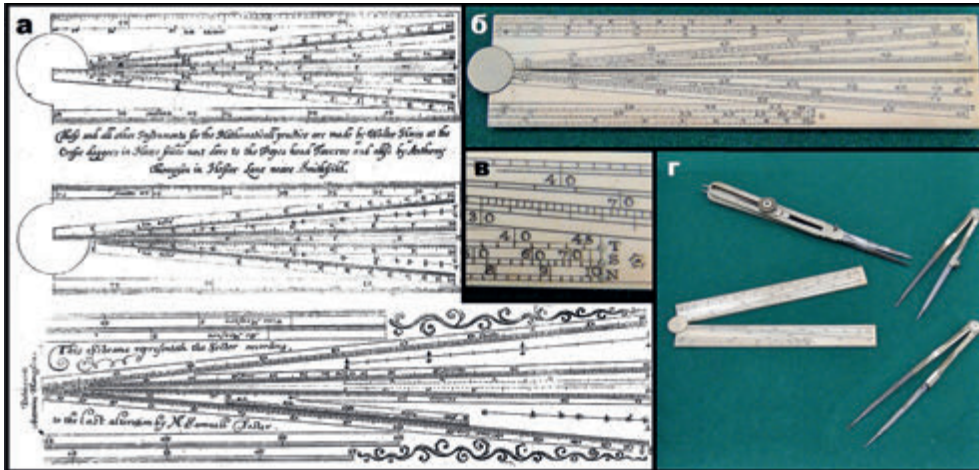


Рис. 14. сектор Гюнтера: а – изображение сектора Гюнтера в трактате 1673 года (5-е изд.); б – костяной сектор (около 1850 г.) в коллекции музея МГТУ им. Н.Э. Баумана; в – шкалы на линейке сектора; г – комплект инструментов к сектору для получения расчетно-графического результата

времен. Поэтому сектор с логарифмической шкалой – это сектор Гюнтера.

*Английские моряки любят и знают ее  
Под именем «Гюнтер».  
Две шкалы Гюнтера –  
Вот чудо изобретательности.  
Экспонентой порождена  
Логарифмическая линейка:  
У инженера и астронома не было  
Инструмента полезнее, чем она.*

«Ода экспоненте»  
Элмер Брил, английский поэт

До появления логарифмической линейки Маннхейма сектор Гюнтера был основным расчетным математическим средством без малого 250 лет. Историки считают, что рубежом, когда этим устройством перестали пользоваться (и производить), является 1850 год. После этого, конечно, не сразу, как расчетное устройство, почти исчезает, уступая удобству и скорости вычислений – логарифмической линейке с подвижной шкалой и бегунком.

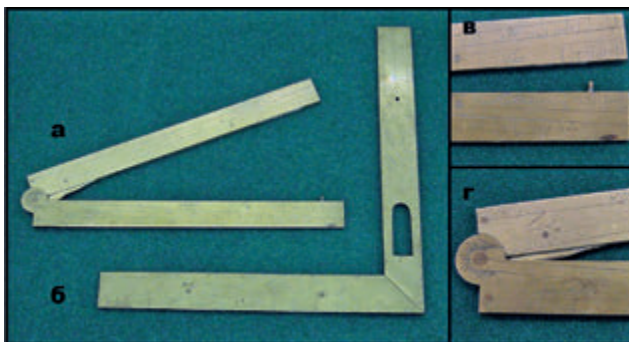


Рис. 15. Пропорциональный сектор: а – латунный французский сектор; б – латунный складной «квадрант»; в, г – с увеличением показаны элементы сектора и его шкала

Во Франции был свой, французский сектор (рис. 14). Его часто называют пропорциональным сектором или сектором артиллеристов. Изготавливался, как правило, из латуни или твердого дерева. В комплекте с сектором часто появляется складной прямоугольник с окошком, возможно, в переводе «квадрат» или «квадрант». Нам только предстоит выяснить методику расчета с применением секторов, перевести с иностранных языков описание, сопоставить результаты. Эта работа зачастую осложнена тем, что мы вторгаемся в смежные области прикладной математики, такие как астрономия, геодезия, баллистика и пр. Наконец, мы добрались до латыни, часть трактатов о математических инструментах написана именно на этом языке. Думаем, мы справимся с этими интересными задачами и подробно расскажем об этом на страницах новой статьи.

Итак, заканчивая наш рассказ о коллекции математического расчетного инструмента музея МГТУ им. Н.Э. Баумана, поговорим о настоящем времени, о том, где можно встретить логарифмическую линейку сейчас, когда ее применение, казалось бы, абсолютно абсурдно. С определенной уверенностью линейку хранит в запасном кармане своего чемоданчика любой штурман самолета (тип НЛ-10) или морского судна, а кардиологическая линейка обязательно найдется в бригаде скорой помощи. Там, где электроника и связь могут отказать, а от скорости и результатов вычислений зависит жизнь людей – там непременно есть присутствие аналогового прибора. И, наконец, швейцарские производители часов, следуя законам моды и современной эстетики, стали в 19 веке встраивать круговые расчетные линейки в свою продукцию. Поэтому говорить о полном исчезновении и забвении простых математических устройств еще рано, логарифмической линейке обязательно найдется место и на Международной космической станции.

## КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ТЕХНОСФЕРА»



Цена 920 руб

## РЕЗАНИЕ МЕТАЛЛОВ ИЗЛУЧЕНИЕМ МОЩНЫХ ВОЛОКОННЫХ ЛАЗЕРОВ

Издание 2-е, испр. и доп.

**Вакс Е. Д., Лебёдкин И. Ф., Миленький М. Н.,  
Платов Е. С., Раевский Е. В., Сапрыкин Л. Г.,  
Толокнов А. В.**

М.: ТЕХНОСФЕРА,  
2019. – 344 с. + 4 с. цв. вклейки,  
ISBN 978-5-94836-553-4

В 2016 г. сотрудники НПЦ «Лазеры и аппаратура ТМ» Е. Д. Вакс, И. Ф. Лебёдкин, М. Н. Миленький, Л. Г. Сапрыкин и А. В. Толокнов опубликовали книгу «Резание металлов излучением мощных волоконных лазеров». Резание различных металлов такими лазерами широко распространено в российской промышленности, и это направление, несомненно, будет развиваться и совершенствоваться далее. Но для этого необходимо понимать природу физических процессов, протекающих при лазерном резании, что позволит разработать методы улучшения его качественных показателей и производительности.

Исправленное и дополненное новыми результатами второе издание этой книги посвящено описанию эффективных решений, разработанных и проверенных экспериментально в НПЦ «Лазеры и аппаратура ТМ» в период 2014–2019 гг., для улучшения результатов резания. В данном издании приведены и проанализированы новые дополнительные экспериментальные и теоретические результаты исследований зарубежных фирм, посвященные данной тематике.

Второй и третий разделы книги построены таким образом, чтобы читателям стали более понятны физические процессы лазерного резания и оптимизация условий его проведения. Эти знания позволят реализовать повышенную производительность и достичь улучшенных качественных показателей лазерного резания.

Книга рассчитана на специалистов промышленных предприятий, технологических и научно-исследовательских подразделений и групп, использующих лазерные технологии обработки металлов. Она также может быть полезна для преподавателей, студентов, операторов лазерных станков и всех «практиков», изучающих или интересующихся тематикой современной лазерной обработки.

## КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

✉ 125319, Москва, а/я 91; ☎ +7495 234-0110; 📞 +7495 956-3346; ✉ [knigi@technosphera.ru](mailto:knigi@technosphera.ru), [sales@technosphera.ru](mailto:sales@technosphera.ru)



## ЛИТЕРАТУРА

1. **Нестлер А.** Руководство к употреблению расчетной линейки. Лар в Бадене (Германия): Издание фабрики Альберта Нестлера, 1904. С. 2–4, 57.
2. **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. 442–446.
3. **Руководство к употреблению счетной линейки новой системы** / Сост. М. Черепашинский. СПб: Учеб. отд. М-ва путей сообщ., 1886. С. 1–8.
4. Теория, устройство и употребление счетной логарифмической линейки системы А. Гасельблата, служащей к облегчению вычислений многих формул инженерной, строительной и технической практики / Сост. А. Гасельблат. СПб: тип. М-ва путей сообщ., 1889. С. 3–9.
5. **Cajori F.A.** History of the Logarithmic Slide Rule and Allied Instruments [reprint of the 1910 edition]. Florian Cajori. NY.: Astragal Pr, 1994. PP. 13–15, 64, 72.
6. International Slide Rule Museum [Электронный ресурс]. A.W Faber [Catalog]. Режим доступа: <https://www.sliderulemuseum.com/Faber.htm>, свободный. Загл. с экрана. (дата обращения: 11.01.2019 г.)
7. Seite der deutschsprachigen Rechenschieber-Sammler [Электронный ресурс]. Timo Leipälä German slide rules in Russia and Soviet Union [презентация]. Режим доступа: <http://www.rechenschieber.org/RST26Leipala.pdf>, свободный. Загл. с экрана. (дата обращения: 13.01.2019 г.)
8. The Tom Wyman Collection [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://osgalleries.org/collectors/wyman/wymanthumbnails.cgi>, свободный. Загл. с экрана. (дата обращения: 14.01.2019 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.*

## КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ТЕХНОСФЕРА»



Цена 1210 руб.

### ОБРАБОТКА РЕЗАНИЕМ СТАЛЕЙ, ЖАРОПРОЧНЫХ И ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ С УЧЕТОМ ИХ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

**Райхельсон В. А.**

В книге освещены основные виды механической обработки резанием современных конструкционных сталей, жаропрочных и титановых сплавов лезвийными инструментами: точение, строгание, сверление, фрезерование, протягивание, разрезка заготовок и прорезка пазов.

Книга содержит большой научно-практический и справочный материал, рассчитана на инженерно-технических работников предприятий машиностроения, авиакосмической отрасли, энерго- и автостроения, оборонной промышленности. Она также послужит учебным пособием для студентов и преподавателей высших и средних учебных заведений машиностроительных специальностей.

М.: ТЕХНОСФЕРА,  
2018. – 508 с.  
ISBN 978-5-94836-476-6

#### КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

☎125319, Москва, а/я 91; ☎+7 495 234-0110; ☎+7 495 956-3346; ✉[knigi@technosphere.ru](mailto:knigi@technosphere.ru), [sales@technosphere.ru](mailto:sales@technosphere.ru)



# ИЗДАТЕЛЬСТВО «ТЕХНОСФЕРА» ПРЕДСТАВЛЯЕТ КНИГИ:



## Новые механизмы в современной робототехнике

Под редакцией д.т.н., проф. В.А. Глазунова

М.: ТЕХНОСФЕРА, 2021 (доп. тираж). – 316 стр.  
ISBN 978-5-94836-537-4

**Цена 1090 руб.**

В книге представлены новые механизмы параллельной структуры различных классов, имеющие широкие возможности применения в робототехнических системах для технологических и транспортных процессов в различных отраслях промышленности, а также космической и медицинской робототехнике. Проведены исследования в области кинематики, динамики и управления такими системами.

Рассмотрены механизмы мобильных роботов технологического и медицинского назначения, исследованы вопросы их динамики и управления.

Представленные механизмы разработаны и исследованы в Институте машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук.

Книга предназначена для специалистов в области теории механизмов и машин, научных работников и инженеров, чья деятельность связана с созданием новых робототехнических систем, а также студентов, аспирантов и преподавателей.



## Механизмы перспективных робототехнических систем

Под редакцией д.т.н., проф. В.А. Глазунова,  
д.т.н., проф. С.В. Хейло

М.: ТЕХНОСФЕРА, 2020. – 296 стр.  
ISBN 978-5-94836-604-3

**Цена 1090 руб.**

Данная монография является продолжением предыдущей работы «Новые механизмы в современной робототехнике». Представлены вопросы структурного синтеза, кинематики и динамики новых механизмов робототехнических устройств, а также задачи управления. Кроме того, приведен обзор современных робототехнических систем для различных технических применений.

Представленные исследования проведены авторами различных организаций: ИМАШ РАН, ИКТИ РАН, МГТУ им. Н.Э. Баумана, РГУ им. А.Н. Косыгина, ЮЗГУ, МАИ, научно-производственной компанией «Шторм», компанией «Ассистирующие хирургические технологии».

Книга предназначена для научных работников, инженеров, аспирантов, студентов, занимающихся вопросами робототехники, теории механизмов и машин.

### Как заказать наши книги?

По почте: 125319, Москва, а/я 91  
По телефону: (495) 234-01-10  
E-mail: [knigi@technosphaera.ru](mailto:knigi@technosphaera.ru)  
[sales@technosphaera.ru](mailto:sales@technosphaera.ru)

ИНФОРМАЦИЯ О НОВИНКАХ  
[www.technosphaera.ru](http://www.technosphaera.ru)





Стоимость 2200 р. за номер  
Периодичность: 10 номеров в год  
[www.electronics.ru](http://www.electronics.ru)



Стоимость 1430 р. за номер  
Периодичность: 8 номеров в год  
[www.photonics.ru](http://www.photonics.ru)



Стоимость 1430 р. за номер  
Периодичность: 6 номеров в год  
[www.j-analytics.ru](http://www.j-analytics.ru)

# ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛЫ

[www.technosfera.ru](http://www.technosfera.ru)



Стоимость 1056 р. за номер  
Периодичность: 8 номеров в год  
[www.lastmile.ru](http://www.lastmile.ru)



Стоимость 1287 р. за номер  
Периодичность: 8 номеров в год  
[www.nanoindustry.ru](http://www.nanoindustry.ru)



Стоимость 1716 р. за номер  
Периодичность: 4 номера в год  
[www.stankoinstrument.ru](http://www.stankoinstrument.ru)