

О. П. ЧИЖОВ

КАРТЫ ПОЛЯРНЫХ РАЙОНОВ, ПРЕДЛОЖЕННЫЕ Е. С. ГЕРНЕТОМ

Имя русского моряка, капитана дальнего плавания Евгения Сергеевича Гернета в последние десятилетия получило широкую известность среди географов и особенно гляциологов. Опубликованная им в 1930 г. книга «Ледяные лишаи» [1], в то время почти незамеченная учеными, в 60-е годы заинтересовала многих. Оказалось, что его представления о причинах оледенения Земли отвечают на многие вопросы, вставшие перед наукой. В 1981 г. эта книга вышла вторым изданием, дополненным послесловием о его теории и ее значении в свете современных достижений науки [2]. Имя Гернета вошло в гляциологический словарь в числе ученых, внесших существенный вклад в развитие науки [3].

Гернет первым высказал идею о саморазвитии природных процессов, ныне получившую признание. В области своей профессии — мореходной астрономии и навигации — им предложены и стали применяться на практике упрощения и улучшения используемых штурманами дальнего плавания мореходных таблиц, составлены карты для плавания и полетов в полярных районах и др.

Приоритет в освоении Арктики и изучении ее природы принадлежит нашей стране: организация с начала 30-х годов сети полярных станций (в канадской Арктике наблюдения начались лишь с середины 40-х годов); полеты по кратчайшему расстоянию из Европы в Америку через Северный полюс; воздушная экспедиция на полюс в 1937 г. и организация первой дрейфующей станции во главе с И. Д. Папаниным. Для осуществления всего этого нужны были карты, пригодные для области, где сближаются и сходятся в одну точку меридианы. Проекцию для их составления предложил в 1933 г. Е. С. Гернет. Но его работы в этой области остались почти неизвестными, а его имя — забытым.

Евгений Сергеевич Гернет родился 31 октября (12 ноября) 1882 г. в Кронштадте в семье потомственного моряка. Его отец — Сергей Павлович Гернет (1859—1918) был офицером русского военно-морского флота. В 1902 г. по окончании Морского корпуса Е. С. Гернет назначается на Тихоокеанскую эскадру. Во время русско-японской войны 1904 г. мичман Гернет выполнял обязанности штурмана на миноносце «Лейтенант Бураков», самом быстроходном миноносце эскадры, не раз прорывавшем японскую блокаду во время осады Порт-Артура, чтобы доставить донесения и получить распоряжения командования. 10(23) июня «Лейтенант Бураков» был торпедирован, но команду удалось спасти. После гибели миноносца делались неоднократные попытки

Большую часть материала для этой статьи предоставила дочь Е. С. Гернета — Г. Е. Гернет, которой автор приносит глубокую благодарность.

прорвать блокаду на джонках и связаться с командованием. 21 июля (3 августа) 1904 г. это удалось мичману Гернету, доставившему командованию донесение контр-адмирала Витгефта. За успешное выполнение поручения и проявленную при этом храбрость Гернет был произведен в лейтенанты и награжден боевыми орденами [4]. К концу русско-японской войны Гернету пришлось выполнить нелегкое задание, требовавшее не только знания морского дела, но и дипломатического такта [5].

Через несколько лет после окончания русско-японской войны Гернет вышел в отставку в чине старшего лейтенанта. В начале войны 1914 г. он снова призывается на военную службу и назначается в минную бригаду Черноморского флота, в 1917 г. производится в капитаны второго ранга. После Октябрьской революции Е. С. Гернет перешел на сторону восставшего народа.

О его участии в гражданской войне свидетельствует следующая справка: «Гернет Е. С. (1882—1943) — командир эскадренного миноносца „Калиакрия“ Черноморского флота (ноябрь 1917 г.— июнь 1918 г.); начальник Волжской военной флотилии (23 июня — 17 августа 1918 г.); начальник дивизиона сторожевых судов Балтийского флота (с 28 февраля 1919 г.); командующий Азовской военной флотилией с исполнением оперативных заданий Юго-Западного и Кавказского фронтов (с 25 мая 1920 г.); главный командир портов Черного и Азовского морей (с 30 августа 1920 г.); начальник Новороссийского района обороны Кавказского побережья (24 ноября 1920 г.— 1921 г.)» [6].

В апреле 1918 г. командующий флотом в Севастополе адмирал Саблин получил из Москвы за подписью В. И. Ленина телеграмму с предписанием о перебазировании флота в Новороссийск для того, чтобы он не попал в руки немцев, оккупировавших Украину. Этот приказ Саблин не торопился выполнять. Тогда собрание командиров кораблей избрало вместо Саблина на время перехода в Новороссийск командующим эскадрой Гернета.

Под командованием Гернета в ночь с 29 на 30 апреля вышли в море и взяли курс на Новороссийск 11 миноносцев, 4 транспорта и 5 катеров-истребителей. В ночь на 1 мая тот же курс взяли линкоры «Воля», «Свободная Россия» и эскадренный миноносец «Дерзкий». В ответ на требование немцев возвратить эскадру Советское правительство приняло решение ее потопить. Это распоряжение было выполнено командирами и командами кораблей 18—19 июня 1918 г. [7].

Один из участников этих событий, машинист эсминца «Калиакрия» В. А. Волошин, в письме к дочери Гернета, Галине Евгеньевне Гернет, от 24 января 1968 г. писал: «В мае 1917 г. я вступил в ряды партии большевиков..., был направлен в качестве машиниста на эскадренный миноносец „Калиакрия“. Это было примерно в декабре 1917 г. Тов. Гернет с первых дней Великой Октябрьской социалистической революции сознательно переходит на сторону Советской власти и принимает активное участие в организации Красного флота. Мне, как председателю судового комитета эсминца „Калиакрия“, имея преданного командира корабля, было легко проводить в жизнь мероприятия по боевой подготовке личного состава эсминца». Далее Волошин подробно описывает, как были потоплены корабли и что «тов. Гернет как командир, большой специалист морской службы в операциях по выполнению приказа В. И. Ленина оказал большую помощь... После потопления флота команда „Калиакрии“, погрузившись в железнодорожные вагоны и на платформы, с боем пробиралась на Волгу в г. Царицын. Во главе эшелона следовал и главный комиссар флота Глебов-Авилов. Тов. Гернет не оставил свою команду. До Царицына я ехал с ним в одном вагоне».

В Царицыне Гернет организовал Военно-Волжскую флотилию, которой командовал до вызова его в Москву в конце августа 1918 г. В 1920 г. во время борьбы с Врангелем Гернет командовал Азовской флотилией.

В 1923 г. Гернет демобилизовался, плавал на судах Совторгфлота, был капитаном парохода «Индирикка» Дальневосточного пароходства. В 1926—

1927 гг. во время гражданской войны в Китае входил в состав советской миссии при Гоминдане. В 1927—1931 гг. командирован в Японию, где занимается фрахтом японских судов для Советского Союза. Будучи в Японии, он и написал свою книгу о причинах оледенения Земли и чередования ледниковых и межледниковых эпох.

В 30-х годах Гернет работал в Гидрографическом управлении Северного морского пути заместителем и начальником гидрографического сектора, главным редактором лоций полярных морей, участвовал в экспедициях на шхуне «Полярная звезда», ледоколах «Сибиряков» и «Садко», читал лекции по навигации и мореходной астрономии. Зимой 1937/38 г. Гернет исполнял обязанности начальника Гидрографического управления Севморпути.

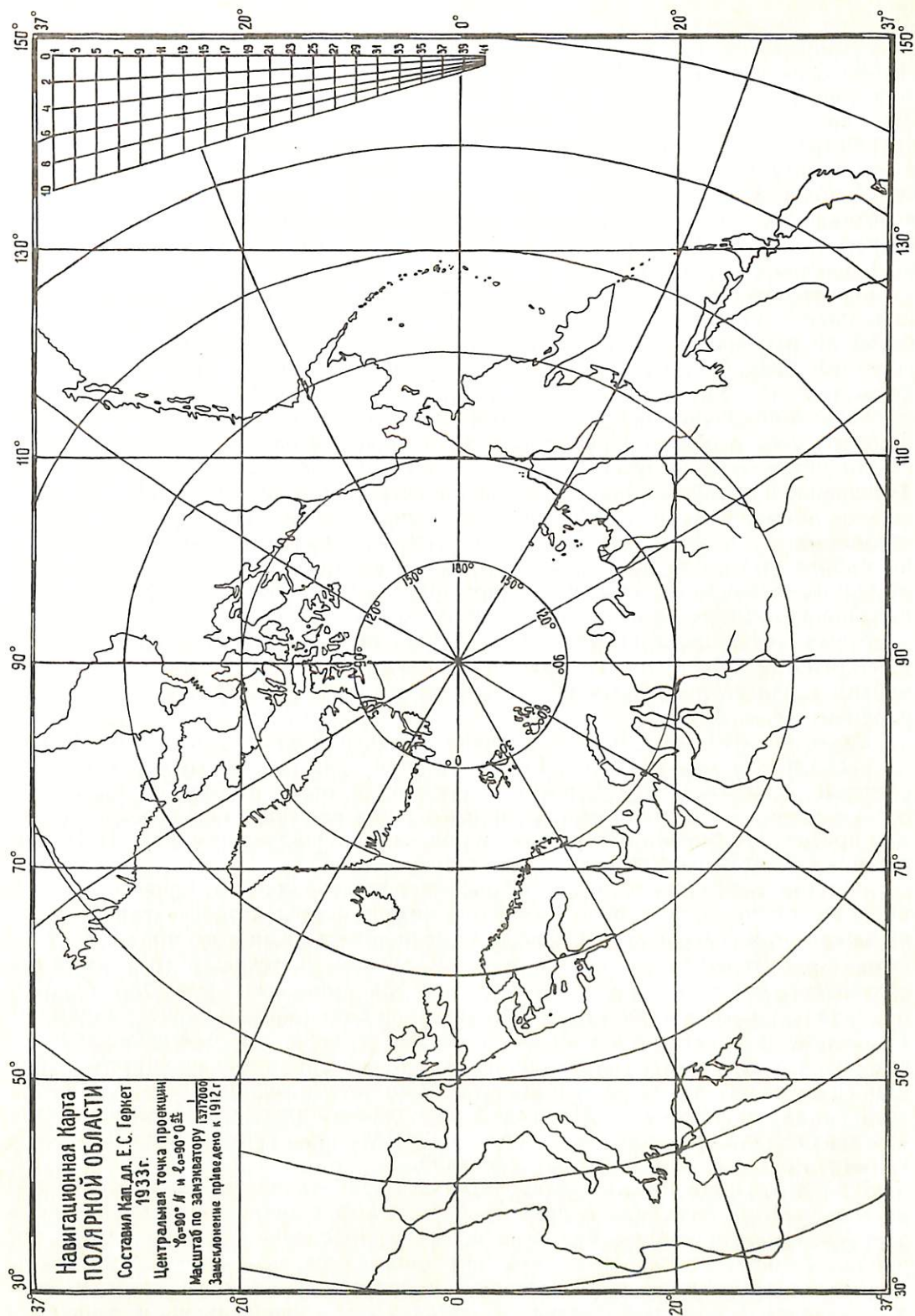
В этот же период Гернет написал статью о проекции карт, удобной для использования в полярных широтах [8], составил «Близмеридиональные таблицы, упрощающие нахождение редукции» [9]. В 1943 г. таблицы вошли в состав «Мореходных таблиц 1943 г.» (МТ-43) [10]. По свидетельству его сослуживца инженера-гидрографа Рузова, Гернет написал и сдал в редакцию «Курс девиации», построил три карты полярных областей в предложенной им проекции. Но многие другие оригинальные работы Гернета так и не были изданы.

1 мая 1938 г. Е. С. Гернет был арестован и 23 декабря 1939 г. приговорен к ссылке в Казахстан, где и умер 8 августа 1943 г. на 61-м году жизни. Гернет реабилитирован посмертно в феврале 1958 г.

Е. С. Гернет женился в 1916 г. на Лидии Ивановне Шелагуровой, имел двоих дочерей. Судьба его и его семьи была трагичной. В то время, когда он отбывал ссылку в Казахстане, семья оставалась в Ленинграде. Блокаду и голод пережила только младшая дочь — Галина.

Вернемся к статье Гернета о проекции карт полярных областей [8]. В ней привлекает простота и ясность основной идеи автора. Он пишет: «Известно, что навигационные карты должны удовлетворять двум условиям — линия курса должна на них прокладываться прямой линией и они должны быть конформны, т. е. углы на карте должны соответствовать таковым в природе. Обоим этим условиям удовлетворяет меркаторская проекция... Но она непригодна для высоких широт. Хотя конформность ее остается неизменной на всякой географической широте и локсодромия, т. е. линия курса, во всякой широте прокладывается прямой линией, но сама локсодромия, по мере увеличения широты, все более отличается по длине и расположению от ортодромии, т. е. кратчайшего расстояния на земном шаре между двумя точками. Полярная область на меркаторской сетке не изображается вовсе в сколько-нибудь удовлетворительном виде, почему для ее изображения приходится применять другую, обычно гномоническую проекцию. При гномонической проекции ортодромия, а не локсодромия, изображается прямой линией, что делает очень простым прокладку кратчайшего между двумя точками расстояния, но зато очень усложняет методы фактического следования по проложенной ортодромии, ибо, во-первых, гномоническая проекция не является конформной и, во-вторых, мы не имеем прибора для следования по ортодромии, ибо компас ведет нас не по ней, а по локсодромии» [8, с. 25].

Предложение Гернета сводится к тому, что за линию экватора, в ее замену, берется другой большой круг земного шара, т. е. любой меридиан. На составленной им навигационной карте полярной области (рис.) за замэкватор принят нулевой (Гринвичский) меридиан. От него построена ортогональная сетка координат — зампараллелей и заммеридианов. Курс корабля или самолета в этой проекции прокладывается штурманом так же легко, как и в меркаторской проекции. Сеть параллелей и меридианов показывается на этой карте кривыми линиями — концентрическими окружностями с центром в географическом Северном полюсе (параллели) и криволинейными, расходящимися от полюса меридианами.



Идея построения такой карты, пишет далее Гернет, настолько проста, конформность ее настолько очевидна, «что вопрос о построении и свойствах такой карты не дает нужды в каком-либо дальнейшем исследовании. Сам способ проектировать так земную поверхность не является даже чем-либо новым. Это так называемая косая меркаторская проекция, о которой писалось уже другими, в частности в последнее время французским инженером Каном. Новым в моем предложении является только нанесение на карту заммеркаторской сетки, которую прежние исследователи вопроса не наносили, и приспособление в основном к ней, а не к геосетке вопросов кораблевождения, что и делает, на мой взгляд, такие карты приемлемыми для навигационных целей» (выделено Гернетом.— О. Ч.) [8, с. 26].

Гернет описывает способы построения карт и пользования ими для навигации; рассматривает связь между зам- и геокоординатами; способы перехода от одной сетки к другой и прокладки на карте курса корабля или самолета со всеми подробностями, необходимыми для штурманской практики. Гернет указывает, что: 1) при прокладке курса работа штурмана ничем не отличается от обычной при пользовании меркаторскими картами; 2) прокладка ортодромии не требуется, и облегчается прокладка радиопеленгов; 3) на каждом курсе сокращается путь корабля, так как замлоксодромия короче геолоксодромии; 4) решение простейших задач мореходной астрономии не усложняется по сравнению с применяемыми ныне другими картами; 5) при астрономических задачах, связанных с наблюдением светил, их точность несколько не уменьшается, но работа штурмана несколько удлиняется из-за необходимости переходить от одних координат к другим. В этом заключается единственный недостаток предлагаемых карт по сравнению с меркаторскими.

Кроме того, предлагаемая карта для полярной области «является пока единственной картой, на которой прокладка может быть сделана сколько-нибудь удовлетворительным образом и может быть сделана, как мы вывели, неплохо» [8, с. 41].

Известно, что М. Горький проявлял большой интерес к теории Гернета [11, 12]. Он запрашивал в Главном управлении Северного морского пути сведения о деятельности Гернета и получил в ответ отзывы о нем от его сослуживцев, в том числе от упомянутого выше инженера-гидрографа Рузова и от профессора Военно-морской академии им. Ворошилова адмирала Н. Н. Матусевича. В этом отзыве говорится следующее:

«Состоя консультантом Гидрографического управления Главсевморпути, имею возможность постоянно наблюдать научно-исследовательскую работу начальника отряда Экспедиции Северо-восточной части Карского моря Е. С. Гернета, которую считаю полезной и продуктивной. В текущем году им были составлены по новому принципу таблицы для вычисления редукции близмеридиональной высоты светил... В напечатанном виде таблицы Гернета занимают 18 страниц, т. е. немногим меньше, чем существующие для этой цели таблицы, помещенные в Мореходных таблицах, и в то же время они проще последних и не требуют интерполяции. Кроме того, Мореходные таблицы даны для широт до 81° и для склонения до 24° и дают возможность находить редукцию только для верхней кульминации светил, тогда как таблицы Гернета годны для обеих кульминаций и любых широт и склонений.

Вторая крупная научно-исследовательская работа, протекавшая этой зимой на моих глазах, состояла в приспособлении косой цилиндрической проекции для целей мореплавания... Гидрографическое управление Главсевморпути... поручило Гернету составить по его принципам несколько карт Севморпути... Сейчас заканчиваются вычерчиванием и будут в ближайшее время изданы Управление три карты Севморпути, обладающие в навигационном отношении всеми достоинствами меркаторских карт..., т. е., практически говоря, постоянством масштаба, совпадением локсодромии карты с ортодромией на земном шаре и другими менее существенными, при безусловной конформности. При

всем этом пользование картой производится теми же приемами, к которым привыкли мореплаватели, почему можно ожидать, что они получают широкое применение. Карты, построенные т. Гернетом, являются первыми навигационными морскими картами, составленными в косой цилиндрической проекции».

Приблизительно в то же время, когда был написан этот отзыв, в Главном управлении Севморпути (февраль 1934 г.) состоялось совещание по вопросу о составлении арктической полетной карты [13]. В пункте 7 резолюции совещания сказано: «Считать высказанную в докладе Е. С. Гернета мысль чрезвычайно ценной и возбуждающей ряд практических предложений. В развитие и доведение этой мысли до логического конца, признать необходимой дополнительную проработку вопроса применения для целей навигации плоских прямоугольных координат, основанных на различных конформных проекциях» [13, с. 74].

В работе совещания принимал участие известный картограф В. В. Каврайский. Касаясь вопроса о проекциях карт, пригодных для полярных районов, он отметил, что ценные мысли по этому поводу впервые высказал директор Международного гидрографического бюро Л. Тонта, но «независимо от Тонта к идеям этого же рода по отношению к поперечной и косой меркаторской проекции пришли и у нас (Гернет, 1933 г.)» [14, с. 349].

Совещание постановило: «Для общей карты полярной области признать единственно целесообразной стереографическую проекцию. В связи с этим следует разработать методику мореплавания и самолетовождения с отнесением курса магнитного склонения к постоянному меридиану в этой проекции (по предложению Тонта)» [13, с. 74; 14, с. 362]. «За такой меридиан можно взять Гринвичский. Тогда сближение меридианов будет просто равно восточной долготы, и квазисклонение во всякой точке будет равно склонению минус восточная долгота этой точки. Около географического Северного полюса горизонтальная составляющая магнитной силы еще не равна нулю и может быть использована магнитным компасом. Но все магнитные изогоны сходятся тут в одну точку, и магнитное склонение изменяется в соседстве с полюсом столь быстро, что использование магнитного азимута для ориентировки становится невозможным. Напротив, квазиизогоны и здесь идут довольно плавно и не слишком густо, т. е. квазисклонение изменяется сравнительно медленно». Такая карта квазиизогон и была построена при консультации В. В. Каврайского Е. К. Федоровым для экспедиции на Северный полюс. К направлению Гринвичского меридиана на стереографической карте относились и другие направления, наблюдавшиеся на дрейфующей льдине» [14, с. 362].

На четверть века раньше подобные мысли высказывает Гернет в своей статье, только квазиизогоны и квазисклонения он называет замизогонами и замсклонениями. Гернет пишет в 1933 г.: «... может явиться сомнение, не будет ли замсклонение настолько быстро меняться, что держать на нем сделается практически трудным. Однако... дело обстоит в этом отношении неплохо. Замизогоны, так же как и геоизогоны, должны, конечно, сходиться все в магнитном полюсе, и с этим приходится мириться. Но геоизогоны, кроме магнитного полюса, сходятся все еще и в геополюсе. Благодаря этому густота геоизогон в Полярном океане совершенно исключительная — мы там имеем все склонения от $+180^\circ$ до -180° . Замизогоны в геополюсе не сходятся, благодаря чему густота их в Полярном океане значительно меньшая, чем густота геоизогон... замена на моих картах геосклонения замсклонением дает преимущества в полярной области и не представляет никаких затруднений в остальных местностях земли» [8, с. 31—32].

Сопоставление двух приведенных цитат ясно показывает, что они говорят об одном и том же и что карта, построенная Е. К. Федоровым для экспедиции 1937 г. на Северный полюс, была построена в соответствии с предложениями Гернета.

От Галины Евгеньевны Гернет я знаю, что перед экспедицией на полюс Гернет неоднократно консультировал Федорова, объяснял ему идею своей проекции и как ею пользоваться. Но в 1938 г. Гернет был арестован, по терминологии того времени «как враг народа», и упоминание его имени стало невозможным.

Теперь пора восстановить истину и воздать должное одному из выдающихся сынов русского народа — солдату, гражданину, ученому.

Список литературы

1. Гернет Е. С. Ледяные лишаи (Новая ледниковая теория, общедоступно изложенная). Токио, 1930.
2. Гернет Е. С. Ледяные лишаи. М., 1981.
3. Гляциологический словарь / Под ред. Котлякова В. М. Л., 1984.
4. Булгаков Ф. И. Порт-Артур. Японская осада и русская оборона его с моря и суши. Т. I. СПб., 1905.
5. Галенко В. «... Безотлагательно организовать экспедицию». Исторический розыск // Вокруг света. 1986. № 3. С. 36—41.
6. Директивы командования фронтов Красной Армии (1917—1922 гг.): Сб. документов. Т. 3. М., 1974. С. 748.
7. Ленин В. И. Соч. 3-е изд. 1930—1937. Т. 23. С. 546—547 (примечания); см. также: Селяничев А. К. В. И. Ленин и становление Советского военно-морского флота. М., 1979. С. 98—103.
8. Гернет Е. С. Навигационные морские и авиационные карты с добавочными замкоординатами // Записки по гидрографии. 1933. № 5. С. 25—43.
9. Гернет Е. С. Ближнеридиональные таблицы, упрощающие нахождение редукции. Л., 1934; 2-е изд. Л., 1938.
10. Мореходные таблицы 1943 г. (МТ-43). Л., 1943; 2-е изд. 1949 г. С. 198—206 (ближнеридиональные таблицы 17—19).
11. Горький М. Собр. соч. Т. 30. М., 1956. С. 349, 353.
12. Паустовский К. Г. Золотая роза // Собр. соч. в 6 т. Т. 2. С. 485—699 (беседа с Горьким о Гернете — с. 661—662).
13. Материалы для составления арктической полетной карты. Л., 1935.
14. Каврайский В. В. Избр. тр. Т. 2. Математическая картография. Вып. 2. Л., 1959. С. 348—350, 362—365.

Д. Н. ТРИФОНОВ

ВЕРСИЯ-2 (К ИСТОРИИ ОТКРЫТИЯ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ЗАКОНА Д. И. МЕНДЕЛЕЕВЫМ)

«Беловая» таблица «Опыта системы элементов...»
(анализ с пристрастием)

В построении «Версии-1» «беловая» таблица (рис. 4) играет весьма существенную роль, поскольку фиксирует верхнюю временную границу «дня одного великого открытия». Ключевыми моментами в документе являются дата «18 $\frac{П}{17}$ 69» и запись под таблицей. Расшифровка, принятая Б. М. Кедровым, гласит: «Отдал в набор в понедельник в 6 кв. корпус без шпон». Но, как мы увидим далее, правильность такой расшифровки, равно как и само содержание фразы, требуют специального анализа и осмысливания. Именно на данном документе основывается утверждение «Версии-1» о том, что Менделеев завершил работу к концу дня 17 февраля и поздно вечером отправил оригинал в типографию.

Окончание. Начало см. ВИЕТ. 1990. № 2.

© Д. Н. Трифонов

Опыт системы элементов
химических элементов
Д. Менделеев

Менделеев
Корр. и 1-ую мне

$H=1$	$?=8$	$?=22$	$Cu=63,4$	$Li=7$	$Be=9$	$B=10,8$	$C=12$	$N=14$	$O=16$	$F=19$	$Ne=20,18$
$He=4$	$Li=7$	$Be=9$	$B=10,8$	$C=12$	$N=14$	$O=16$	$F=19$	$Ne=20,18$	$Na=23$	$Mg=24,3$	$Al=27$
$B=10,8$	$C=12$	$N=14$	$O=16$	$F=19$	$Ne=20,18$	$Na=23$	$Mg=24,3$	$Al=27$	$Si=28,1$	$P=31$	$S=32,06$
$Cu=63,4$	$Li=7$	$Be=9$	$B=10,8$	$C=12$	$N=14$	$O=16$	$F=19$	$Ne=20,18$	$Na=23$	$Mg=24,3$	$Al=27$
$Li=7$	$Be=9$	$B=10,8$	$C=12$	$N=14$	$O=16$	$F=19$	$Ne=20,18$	$Na=23$	$Mg=24,3$	$Al=27$	$Si=28,1$
$Be=9$	$B=10,8$	$C=12$	$N=14$	$O=16$	$F=19$	$Ne=20,18$	$Na=23$	$Mg=24,3$	$Al=27$	$Si=28,1$	$P=31$
$B=10,8$	$C=12$	$N=14$	$O=16$	$F=19$	$Ne=20,18$	$Na=23$	$Mg=24,3$	$Al=27$	$Si=28,1$	$P=31$	$S=32,06$
$C=12$	$N=14$	$O=16$	$F=19$	$Ne=20,18$	$Na=23$	$Mg=24,3$	$Al=27$	$Si=28,1$	$P=31$	$S=32,06$	$Cl=35,46$
$N=14$	$O=16$	$F=19$	$Ne=20,18$	$Na=23$	$Mg=24,3$	$Al=27$	$Si=28,1$	$P=31$	$S=32,06$	$Cl=35,46$	$Ar=39,948$
$O=16$	$F=19$	$Ne=20,18$	$Na=23$	$Mg=24,3$	$Al=27$	$Si=28,1$	$P=31$	$S=32,06$	$Cl=35,46$	$Ar=39,948$	$K=39,0983$
$F=19$	$Ne=20,18$	$Na=23$	$Mg=24,3$	$Al=27$	$Si=28,1$	$P=31$	$S=32,06$	$Cl=35,46$	$Ar=39,948$	$K=39,0983$	$Ca=40,078$
$Ne=20,18$	$Na=23$	$Mg=24,3$	$Al=27$	$Si=28,1$	$P=31$	$S=32,06$	$Cl=35,46$	$Ar=39,948$	$K=39,0983$	$Ca=40,078$	$Sc=44,9559$
$Na=23$	$Mg=24,3$	$Al=27$	$Si=28,1$	$P=31$	$S=32,06$	$Cl=35,46$	$Ar=39,948$	$K=39,0983$	$Ca=40,078$	$Sc=44,9559$	$Ti=47,88$
$Mg=24,3$	$Al=27$	$Si=28,1$	$P=31$	$S=32,06$	$Cl=35,46$	$Ar=39,948$	$K=39,0983$	$Ca=40,078$	$Sc=44,9559$	$Ti=47,88$	$V=50,9415$
$Al=27$	$Si=28,1$	$P=31$	$S=32,06$	$Cl=35,46$	$Ar=39,948$	$K=39,0983$	$Ca=40,078$	$Sc=44,9559$	$Ti=47,88$	$V=50,9415$	$Cr=51,9961$
$Si=28,1$	$P=31$	$S=32,06$	$Cl=35,46$	$Ar=39,948$	$K=39,0983$	$Ca=40,078$	$Sc=44,9559$	$Ti=47,88$	$V=50,9415$	$Cr=51,9961$	$Mn=54,938045$
$P=31$	$S=32,06$	$Cl=35,46$	$Ar=39,948$	$K=39,0983$	$Ca=40,078$	$Sc=44,9559$	$Ti=47,88$	$V=50,9415$	$Cr=51,9961$	$Mn=54,938045$	$Fe=55,845$
$S=32,06$	$Cl=35,46$	$Ar=39,948$	$K=39,0983$	$Ca=40,078$	$Sc=44,9559$	$Ti=47,88$	$V=50,9415$	$Cr=51,9961$	$Mn=54,938045$	$Fe=55,845$	$Ni=58,6934$
$Cl=35,46$	$Ar=39,948$	$K=39,0983$	$Ca=40,078$	$Sc=44,9559$	$Ti=47,88$	$V=50,9415$	$Cr=51,9961$	$Mn=54,938045$	$Fe=55,845$	$Ni=58,6934$	$Cu=63,546$
$Ar=39,948$	$K=39,0983$	$Ca=40,078$	$Sc=44,9559$	$Ti=47,88$	$V=50,9415$	$Cr=51,9961$	$Mn=54,938045$	$Fe=55,845$	$Ni=58,6934$	$Cu=63,546$	$Zn=65,38$
$K=39,0983$	$Ca=40,078$	$Sc=44,9559$	$Ti=47,88$	$V=50,9415$	$Cr=51,9961$	$Mn=54,938045$	$Fe=55,845$	$Ni=58,6934$	$Cu=63,546$	$Zn=65,38$	$Ga=69,723$
$Ca=40,078$	$Sc=44,9559$	$Ti=47,88$	$V=50,9415$	$Cr=51,9961$	$Mn=54,938045$	$Fe=55,845$	$Ni=58,6934$	$Cu=63,546$	$Zn=65,38$	$Ga=69,723$	$Ge=72,61$
$Sc=44,9559$	$Ti=47,88$	$V=50,9415$	$Cr=51,9961$	$Mn=54,938045$	$Fe=55,845$	$Ni=58,6934$	$Cu=63,546$	$Zn=65,38$	$Ga=69,723$	$Ge=72,61$	$As=74,9216$
$Ti=47,88$	$V=50,9415$	$Cr=51,9961$	$Mn=54,938045$	$Fe=55,845$	$Ni=58,6934$	$Cu=63,546$	$Zn=65,38$	$Ga=69,723$	$Ge=72,61$	$As=74,9216$	$Se=78,96$
$V=50,9415$	$Cr=51,9961$	$Mn=54,938045$	$Fe=55,845$	$Ni=58,6934$	$Cu=63,546$	$Zn=65,38$	$Ga=69,723$	$Ge=72,61$	$As=74,9216$	$Se=78,96$	$Br=79,904$
$Cr=51,9961$	$Mn=54,938045$	$Fe=55,845$	$Ni=58,6934$	$Cu=63,546$	$Zn=65,38$	$Ga=69,723$	$Ge=72,61$	$As=74,9216$	$Se=78,96$	$Br=79,904$	$Kr=83,80$
$Mn=54,938045$	$Fe=55,845$	$Ni=58,6934$	$Cu=63,546$	$Zn=65,38$	$Ga=69,723$	$Ge=72,61$	$As=74,9216$	$Se=78,96$	$Br=79,904$	$Kr=83,80$	$Rb=85,4678$
$Fe=55,845$	$Ni=58,6934$	$Cu=63,546$	$Zn=65,38$	$Ga=69,723$	$Ge=72,61$	$As=74,9216$	$Se=78,96$	$Br=79,904$	$Kr=83,80$	$Rb=85,4678$	$Sr=87,62$
$Ni=58,6934$	$Cu=63,546$	$Zn=65,38$	$Ga=69,723$	$Ge=72,61$	$As=74,9216$	$Se=78,96$	$Br=79,904$	$Kr=83,80$	$Rb=85,4678$	$Sr=87,62$	$Y=88,90584$
$Cu=63,546$	$Zn=65,38$	$Ga=69,723$	$Ge=72,61$	$As=74,9216$	$Se=78,96$	$Br=79,904$	$Kr=83,80$	$Rb=85,4678$	$Sr=87,62$	$Y=88,90584$	$Zr=91,224$
$Zn=65,38$	$Ga=69,723$	$Ge=72,61$	$As=74,9216$	$Se=78,96$	$Br=79,904$	$Kr=83,80$	$Rb=85,4678$	$Sr=87,62$	$Y=88,90584$	$Zr=91,224$	$Nb=92,90638$
$Ga=69,723$	$Ge=72,61$	$As=74,9216$	$Se=78,96$	$Br=79,904$	$Kr=83,80$	$Rb=85,4678$	$Sr=87,62$	$Y=88,90584$	$Zr=91,224$	$Nb=92,90638$	$Mo=95,94$
$Ge=72,61$	$As=74,9216$	$Se=78,96$	$Br=79,904$	$Kr=83,80$	$Rb=85,4678$	$Sr=87,62$	$Y=88,90584$	$Zr=91,224$	$Nb=92,90638$	$Mo=95,94$	$Tc=98,9062$
$As=74,9216$	$Se=78,96$	$Br=79,904$	$Kr=83,80$	$Rb=85,4678$	$Sr=87,62$	$Y=88,90584$	$Zr=91,224$	$Nb=92,90638$	$Mo=95,94$	$Tc=98,9062$	$Ru=101,07$
$Se=78,96$	$Br=79,904$	$Kr=83,80$	$Rb=85,4678$	$Sr=87,62$	$Y=88,90584$	$Zr=91,224$	$Nb=92,90638$	$Mo=95,94$	$Tc=98,9062$	$Ru=101,07$	$Rh=102,9055$
$Br=79,904$	$Kr=83,80$	$Rb=85,4678$	$Sr=87,62$	$Y=88,90584$	$Zr=91,224$	$Nb=92,90638$	$Mo=95,94$	$Tc=98,9062$	$Ru=101,07$	$Rh=102,9055$	$Pd=106,9056$
$Kr=83,80$	$Rb=85,4678$	$Sr=87,62$	$Y=88,90584$	$Zr=91,224$	$Nb=92,90638$	$Mo=95,94$	$Tc=98,9062$	$Ru=101,07$	$Rh=102,9055$	$Pd=106,9056$	$Ag=107,8682$
$Rb=85,4678$	$Sr=87,62$	$Y=88,90584$	$Zr=91,224$	$Nb=92,90638$	$Mo=95,94$	$Tc=98,9062$	$Ru=101,07$	$Rh=102,9055$	$Pd=106,9056$	$Ag=107,8682$	$Cd=112,4118$
$Sr=87,62$	$Y=88,90584$	$Zr=91,224$	$Nb=92,90638$	$Mo=95,94$	$Tc=98,9062$	$Ru=101,07$	$Rh=102,9055$	$Pd=106,9056$	$Ag=107,8682$	$Cd=112,4118$	$In=114,818$
$Y=88,90584$	$Zr=91,224$	$Nb=92,90638$	$Mo=95,94$	$Tc=98,9062$	$Ru=101,07$	$Rh=102,9055$	$Pd=106,9056$	$Ag=107,8682$	$Cd=112,4118$	$In=114,818$	$Sn=118,710$
$Zr=91,224$	$Nb=92,90638$	$Mo=95,94$	$Tc=98,9062$	$Ru=101,07$	$Rh=102,9055$	$Pd=106,9056$	$Ag=107,8682$	$Cd=112,4118$	$In=114,818$	$Sn=118,710$	$Pb=207,2$
$Nb=92,90638$	$Mo=95,94$	$Tc=98,9062$	$Ru=101,07$	$Rh=102,9055$	$Pd=106,9056$	$Ag=107,8682$	$Cd=112,4118$	$In=114,818$	$Sn=118,710$	$Pb=207,2$	$Bi=208,9804$
$Mo=95,94$	$Tc=98,9062$	$Ru=101,07$	$Rh=102,9055$	$Pd=106,9056$	$Ag=107,8682$	$Cd=112,4118$	$In=114,818$	$Sn=118,710$	$Pb=207,2$	$Bi=208,9804$	$Po=209$
$Tc=98,9062$	$Ru=101,07$	$Rh=102,9055$	$Pd=106,9056$	$Ag=107,8682$	$Cd=112,4118$	$In=114,818$	$Sn=118,710$	$Pb=207,2$	$Bi=208,9804$	$Po=209$	$At=210$
$Ru=101,07$	$Rh=102,9055$	$Pd=106,9056$	$Ag=107,8682$	$Cd=112,4118$	$In=114,818$	$Sn=118,710$	$Pb=207,2$	$Bi=208,9804$	$Po=209$	$At=210$	$Fr=223$
$Rh=102,9055$	$Pd=106,9056$	$Ag=107,8682$	$Cd=112,4118$	$In=114,818$	$Sn=118,710$	$Pb=207,2$	$Bi=208,9804$	$Po=209$	$At=210$	$Fr=223$	$Ra=226$
$Pd=106,9056$	$Ag=107,8682$	$Cd=112,4118$	$In=114,818$	$Sn=118,710$	$Pb=207,2$	$Bi=208,9804$	$Po=209$	$At=210$	$Fr=223$	$Ra=226$	$Ac=227$
$Ag=107,8682$	$Cd=112,4118$	$In=114,818$	$Sn=118,710$	$Pb=207,2$	$Bi=208,9804$	$Po=209$	$At=210$	$Fr=223$	$Ra=226$	$Ac=227$	$Th=232,0377$
$Cd=112,4118$	$In=114,818$	$Sn=118,710$	$Pb=207,2$	$Bi=208,9804$	$Po=209$	$At=210$	$Fr=223$	$Ra=226$	$Ac=227$	$Th=232,0377$	$Pa=231,036888$
$In=114,818$	$Sn=118,710$	$Pb=207,2$	$Bi=208,9804$	$Po=209$	$At=210$	$Fr=223$	$Ra=226$	$Ac=227$	$Th=232,0377$	$Pa=231,036888$	$U=238,02891$
$Sn=118,710$	$Pb=207,2$	$Bi=208,9804$	$Po=209$	$At=210$	$Fr=223$	$Ra=226$	$Ac=227$	$Th=232,0377$	$Pa=231,036888$	$U=238,02891$	$Np=237,048173$
$Pb=207,2$	$Bi=208,9804$	$Po=209$	$At=210$	$Fr=223$	$Ra=226$	$Ac=227$	$Th=232,0377$	$Pa=231,036888$	$U=238,02891$	$Np=237,048173$	$Pu=244,0642$
$Bi=208,9804$	$Po=209$	$At=210$	$Fr=223$	$Ra=226$	$Ac=227$	$Th=232,0377$	$Pa=231,036888$	$U=238,02891$	$Np=237,048173$	$Pu=244,0642$	$Am=243,061381$
$Po=209$	$At=210$	$Fr=223$	$Ra=226$	$Ac=227$	$Th=232,0377$	$Pa=231,036888$	$U=238,02891$	$Np=237,048173$	$Pu=244,0642$	$Am=243,061381$	$Cm=247,070353$
$At=210$	$Fr=223$	$Ra=226$	$Ac=227$	$Th=232,0377$	$Pa=231,036888$	$U=238,02891$	$Np=237,048173$	$Pu=244,0642$	$Am=243,061381$	$Cm=247,070353$	$Bk=247,070353$
$Fr=223$	$Ra=226$	$Ac=227$	$Th=232,0377$	$Pa=231,036888$	$U=238,02891$	$Np=237,048173$	$Pu=244,0642$	$Am=243,061381$	$Cm=247,070353$	$Bk=247,070353$	$Cf=251,0833$
$Ra=226$	$Ac=227$	$Th=232,0377$	$Pa=231,036888$	$U=238,02891$	$Np=237,048173$	$Pu=244,0642$	$Am=2$				