

ВОССТАНОВЛЕНИЕ НА ОСТРОВЕ ГОГЛАНД ПАМЯТНЫХ МЕСТ ПЕРВОГО В РОССИИ ИЗМЕРЕНИЯ ФИГУРЫ ЗЕМЛИ

*В.Б.Капцюг¹⁾, В.Ф.Алексеев²⁾, А.В.Астапович²⁾, С.Г.Верещагин³⁾,
Ю.А.Иванов²⁾, В.Л.Романов²⁾, Ю.Г.Соколов²⁾, М.С.Чубей⁴⁾.*

(1) Русское географическое общество,

(2) СПб филиал Военно-инженерного университета,

(3) Государственный НИИ горной геомеханики и маркшейдерского дела,

(4) Главная астрономическая обсерватория РАН.

Первое в России измерение геометрической фигуры Земли было предпринято и осуществлено в 1816-1855 годах под научным руководством и при личном участии Василия Яковлевича СТРУВЕ (1793-1864) — выдающегося отечественного астронома, геодезиста и географа, создателя знаменитой Пулковской обсерватории и одного из членов-учредителей Русского географического общества. Это измерение, охватившее почти 1/14 часть земной окружности (2822 км), стало широко известно в истории мировой науки и техники под названиями "дуга Струве", "русская дуга меридиана" (далее для краткости — РДМ), "русско-скандинавское градусное измерение" (кроме тогдашней территории России, измерения были продолжены через северную Скандинавию до Ледовитого океана, Рис.1). Благодаря своей точности оно выдвинулось в первый ряд крупнейших мировых астрономо-геодезических работ XIX века и сыграло важную роль как в развитии научных исследований о фигуре Земли, так и в практической задаче совершенствования российских и европейских координатных сетей: результаты измерения РДМ использовались в этих целях около 130 лет, начиная с 1840-х и до конца 1960-х гг., когда наземные тригонометрические построения уступили место спутниковым геодезическим технологиям.



Рис.1. Схема тригонометрического ряда «русской дуги меридиана» 1816 – 1855 гг.

Как значительное событие истории мировой науки и техники, и как выдающееся достижение наших соотечественников — ученых и военных геодезистов, РДМ обрело теперь, в начале XXI века, непреходящее историко-культурное значение. Это значение РДМ понимают современные астрономы и геодезисты, оно признано специальными резолюциями Международной Федерации геодезистов (резолюция 1/2–1994 XX Конгресса) и Международного Астрономического союза (резолюция В10 XXII Генеральной ассамблеи). В странах, на территориях которых проходили соответствующие измерения, предпринимаются усилия по восстановлению и сохранению вещественных памятников РДМ — бывших полевых пунктов измерений. В этом отношении в России сложилось, вследствие геополитических изменений конца XX века, парадоксальное положение: около 250 пунктов РДМ, заложенных в период с 1817 до 1852 г. в пределах быв. Российской империи, оказались теперь за рубежом. В границах же России остался единственный бывший пункт РДМ, он находится на о. Гогланд, расположенном в Финском заливе. Вместе с тем, этот астрономо-геодезический пункт на Гогланде представляет собой уникальное на всей "дуге Струве" памятное место, как по своему островному характеру, так и по объему произведенных здесь измерений. В июле — августе 2000 г. небольшая экспедиция, организованная Русским географическим обществом, завершила поисково-исследовательские работы, которые были начаты на Гогланде в 1993 г. с целью восстановления здесь памятных мест, связанных с РДМ. Ниже кратко изложены результаты этой экспедиции.

Астрономо-геодезический пункт (далее для краткости — АГП) на о. Гогланд заложил в 1826 году В.Я. Струве, который в то время был профессором математики и астрономии Дерптского университета и завершал измерение дуги меридиана в балтийских губерниях России, в Лифляндии и Эстляндии. Гогланд являлся самой северной станцией этого измерения, его выбор определился замыслом Струве продолжить измерения дальше на север: АГП на этом острове, самом возвышенном в Финском заливе, должен был в будущем связать две части РДМ, разделенные большой водной преградой. Астрономо-геодезические работы, связанные с РДМ, велись на острове в 1826-27, 1833 и 1843 гг. Описание устроенного на Гогланде АГП и работ 1826-1827 гг. Струве опубликовал в итоговом отчете по "балтийской" дуге меридиана в 1831 году [1]. Полный отчет об измерении РДМ также содержит сведения о работах на Гогланде [4], а частные подробности работ на острове содержат рукописи, хранящиеся в СПб филиале Архива Российской Академии наук и ряде других хранилищ.

С физико-географической стороны Гогланд представляет собой возвышенный гранитный массив с множеством сопков и падей, покрытых хвойными и лиственными лесами. По причине ограниченной видимости Струве устроил АГП на этом острове в виде сложной сети из двух основных и десяти вспомогательных наблюдательных пунктов, последние служили для тригонометрической связи двух основных, именно, астрономического пункта Z и геодезического пункта E. Главным центром всего построения являлся пункт E, устроенный на куполообразной вершине скалы Мякипяллюс (прежние написания: Mäggi-Pälüs, Мегги-Пелус, Мэкипелус и др.). Именно эта единственная точка связала южную и северную части измерения РДМ в одно целое (Рис.2). По распоряжению Струве она была обозначена в июле — августе 1826 года посредством короткого стержня или болта ("Bolzen") диаметром 10 парижских линий (23 мм), заделанного в скальную поверхность с помощью свинцовой заливки. В связи с тем, что размеры наблюдательной площадки этого пункта были ограничены, и сама она была труднодоступна, для астрономических наблюдений было выбрано место в близлежащей долине, примерно в 1,4 км к северу (перепад высот 113 м). Центром астрономического пункта Струве выбрал пересечение осей пассажной трубы Доллонда — основного из трех задействованных обсерваторских инструментов. Эта точка (Z) была выведена над защитной палаткой инструмента с помощью железного прута (как визирная цель, с целью ее дальнейшей связи с центром АГП), но на скале под инструментом она специально не закреплялась. Тем не менее, именно пункт "Гогланд, точка Z" Струве включил в итоговую таблицу результатов измерения РДМ [4]. Из десяти вспомогательных пунктов наблюдений 1826 года четыре являлись местными предметами (маяк, караульня при маяке, церковь и колокольня при ней), три — специально построенными деревянными сигналами без особо закрепленных центров, два — концами 250-метрового базиса, длина которого

была измерена жезлами. Еще одна точка являлась центром универсального инструмента, установленного невдалеке от точки Е на тяжелой треноге под защитной палаткой; этим инструментом в августе 1926 г. была выполнена геодезическая связь с пунктами в Эстляндии. Связь точки Е с пунктами на северном побережье Финского залива была установлена в 1843 г., на завершающем этапе измерения финляндского сегмента РДМ.



Рис.2. Остров Гогланд — связующее звено «русской дуги меридиана» [4].

Точное взаимное местоположение пунктов, наблюдавшихся на Гогланде в 1826 году, приведено в указанном выше отчете [1] в виде таблицы их прямоугольных координат, вычисленных относительно центра АГП — пункта Е. Сведения, почерпнутые из работ [1], [2], [3], [4] и ряда ведомственных материалов, постоянно использовались в ходе поисково-исследовательских работ на Гогланде. Из указанных выше двенадцати наблюдательных пунктов Струве разысканы либо восстановлены пять — те, которые представляют наибольший интерес для истории науки и техники, для истории культуры:

Е — основной пункт, геодезический центр АГП, расположенный на высшей точке (современная отметка 143 м) скального массива Мякипяллюс и обозначенный сохранившейся подлинной маркой Струве 1826 года. В связи с тем, что эта точка сохранила свое прикладное геодезическое значение и включена в современные каталоги координат, над ней вмонтирован в скалу специальный инструментальный штатив с элементами художественного оформления и памятной доской (рис. 3, 4). К данному пункту ведут лесные тропы с севера, запада и юга.



Рис.3. Инструментальный штатив, установленный на пункте Мякипяллюс в августе 2000 года.



Рис.4. Памятная доска на пункте Мякипяллюс.

Z — астрономический пункт, второй основной пункт АГП Струве, место определения широты острова и один из 13 главных пунктов РДМ. Место находится на поросшем лесом подножии скалы в долине западнее бухты Суркюлян-Лахти. Точное местоположение бывшего центра, с максимальной ошибкой 30 см, установлено в 1994 и 2000 гг. с помощью геодезических измерений, как традиционных наземных, так и спутниковых. На этом месте сложен памятник из природного камня (рис. 5, 6). В оформлении лицевой стороны памятника использованы обнаруженные здесь фрагменты обожженного кирпича и засохшей извести — остатки материала построенных в 1826 году двух опорных столбов для упоминавшегося пассажного инструмента. Вблизи данного места проходит проезжая дорога к Северному Гогландскому маяку.



Рис.5. Памятник, сложенный в июле 2000 года на месте астрономического пункта Струве.

L — вспомогательный пункт на площадке Северного Гогландского маяка. Местоположение пункта установлено благодаря сохранившемуся с 1826 года бывшему караульному помещению смотрителей маяка, располагавшемуся рядом (по крайней мере, сохранилась его нижняя часть, обмеры которой и положение относительно точки L опубликованы в [1]). Разысканное местоположение подтверждено контрольными спутниковыми измерениями относительно пункта E, давшими хорошую сходимость по расстоянию и азимуту со значениями Струве. Данная точка закреплена заложённой в скальную поверхность металлической маркой без номера. Другое ее назначение – служить дополнительным указателем местонахождения одного из первых на Балтике маяков фонарного типа, который был построен на этой площадке по проекту Л.В. Спафарьева в 1807 году. Именно этот маяк (впоследствии разрушенный) служил в 1826 году одной из визирных целей для Струве. Сюда ведет проезжая дорога из пос. Суркюля.

Q — вспомогательный пункт на т.н. "лоцманских скалах" ("Lootsenfelsen" [1]), вблизи домика "лоцманской караульни" [3]; данный топоним и домик лоцманской станции впоследствии были утрачены. Местоположение пункта Q разыскано геодезическими измерениями и закреплено заложённой в скальную поверхность металлической маркой без номера. Определено и местоположение "лоцманской караульни", по ее опубликованным в [3] координатам, оно закреплено отметкой на скале и поставленными на этом месте валунами. Вблизи

отмеченных двух точек обнаружено высеченное на скальной поверхности изображение круга, разделенного на 32 румба и датированного "1796". Это – дополнительное доказательство существования на данном месте в XVIII-XIX веках лодочной станции. Сюда подходит тропа, ответвляющаяся от дороги, ведущей из пос. Суркюля к пос. Ближнему



Рис.6. Памятная доска на астропункте Струве.

К — также вспомогательный пункт наблюдений Струве, проекция шпиля стоявшей на этом месте церкви бывшей деревни Суркюля. Местоположение пункта определено геодезическими измерениями и закреплено с помощью валунов. На валунах сделана надпись: "Здесь в 1826 году стояла церковь". По имеющимся сведениям, церковь деревни Суркюля, неоднократно подновлявшаяся, функционировала на этом месте с 1768 по 1939 гг. В настоящее время здесь — пустырь, рядом проходит дорога от бухты к Северному маяку.

Таблица 1 ВЫСОТЫ ГЛАВНЫХ ВЕРШИН ОСТРОВА ГОГЛАНД (метры)

Название вершины	Струве, Ульп्रेхт, Хюбенер [1]	Гидрографические источники	Современные данные
ПОХЪЯ-КОРКИА	108 барометр.	115 (1835) 113 (1840) 112 (1934, 1948)	112 GPS**
МЯКИПЯЛЛЮС	128 барометр.	148 (1899) 147 (1940)	143 карта 143 GPS**
ХАУКОВУОРИ	144 барометр.	156 (1899)	152 карта
ЛАУНАТ-КОРКИА	162 барометр.	160 (1899, 1940)	175 карта 176 лотция
площадка астро-пункта Струве	32* по зенитн. расстоянию морского горизонта		30 GPS**

* вычислено по наблюдениям Струве, приведенным в [1], с использованием известной зависимости.

** вычислено по дифференциальным наблюдениям с использованием координат пункта GPS-7 [8].

Местоположение описанных выше пяти восстановленных пунктов бывшего АГП Струве 1826 года, которые относятся к первому в России измерению фигуры Земли, показано на фрагменте карты острова Гогланд (Рис.7). Проведенные авторами ранее, в 1993-1996 гг., работы с целью восстановления и изучения данного памятника отечественной и мировой науки и техники, частично были опубликованы [5, 6, 7]. К их итогам можно добавить таблицу сопоставления значений высот главных вершин острова, в связи с ошибочностью соответствующих значений, приведенных в [1] и [4]:



Рис.7. Расположение памятных мест первого в России измерения фигуры Земли, восстановленных на о. Гогланд.

Важной частью работ 2000 года были астрономические наблюдения, проведенные, впервые со времени Струве, на двух его пунктах Z и E. Целью этих наблюдений было установить наличие или отсутствия «скачка» в поведении отвесной линии между E и Z, как следствия значительного взаимного удаления этих пунктов (1.4 км) и перепада их высот (113 м). Данная задача возникла в связи с некоторым расхождением имеющихся значений астрономических широт пункта Z, соответствующие данные приведены в таблице 2.

Таблица 2. АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ШИРОТА ПУНКТА "ГОГЛАНД, точка Z"

1826 г., В.Я. Струве [1, 4]:	60°05'09". 8 ± 0." 2	пассажная труба Доллонда в I вертикале, способ Бесселя–Струве
1826 г., Б.Ф. Лемм [2]:	08. 9	астр. теодолит, зенитные расстояния
1833 г., Е.Е. Саблер [3]:	07. 7	переносный пассажный инструмент, способ Струве
— " —	09. 8	астр. теодолит, зенитные расстояния
2000 г., В.Л. Романов, М.С. Чубей	10. 4 ± 0. 1	теодолит ДКМ, способ Галькотта

Приведенную в таблице 2 группу значений можно сопоставить со значением геодезической широты астропункта Струве, определенную GPS-наблюдениями в период 1993-1994 гг.: 60°05'07."5 (ITRF-96, см. примечание ** к таблице 1). Легко убедиться, что отвесная линия на астропункте Струве, расположенном на севере гранитного массива острова, уклоняется надиром к югу и, тем самым, увеличивает астрономическую широту пункта. Разность широт точек E и Z по результатам их тригонометрической связи в 1826 году и по результатам астрономических наблюдений в 2000 году составляет соответственно:

1826 г., Струве [1]:	40."7
2000 г., Романов, Чубей:	40."5 ± 0."2

Близость этих величин не свидетельствует о наличии существенного «скачка» в широтной составляющей отклонения отвеса. Подробный анализ представленных данных должен быть, очевидно, предметом специальной работы.

В заключение авторы считают долгом отметить, что завершение поисково-исследовательских и восстановительных работ на памятниках первого в России измерения фигуры Земли, находящихся на острове Гогланд, стало возможным благодаря поддержке, оказанной Президиумом Ученого совета Русского географического общества. Вместе с тем, необходимое содействие в подготовке и работе экспедиции 2000 года с финансовой, материально-технической и организационной сторон оказали: Главное управление навигации и океанографии Минобороны РФ, 780 ремонтный завод Минобороны РФ, Санкт-Петербургский филиал Военно-инженерного университета, в/ч 81357, экспедиция 191 — филиал ГП "Аэрогеодезия", ГП "Центр Севзапгеоинформ", Общество морских лоцманов Санкт-Петербурга, Северо-западная территориальная инспекция Госгеонадзора, Российский Фонд Фундаментальных Исследований (грант 00-06-80133), Ленинградская военно-морская база, ООО "Кинэкс-Холдинг", Северо-западное региональное управление Федеральной пограничной службы и Институт истории съемок и измерений Международной Федерации геодезистов. Руководителям всех вышеперечисленных организаций авторы выражают искреннюю признательность.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Struve F.G.W. Beschreibung der .Breitengradmessung in den Ostseeprovinzen Russlands... . Т.І, S.152–159, Т.ІІ, S.194–245. Dorpat, 1831.
- [2] Записки Военно-топографического депо: Ч.ІІ, С.305, 348, 357. СПб., 1838. Ч.ІV, С.54–73. СПб., 1840. Ч.ІVІ, С.143–144. СПб., 1841.
- [3] Записки Гидрографического депо, Ч.І, С.5–6, 64–66, 151–152. СПб., 1835. Ч.ІІІ, С.5, 122–137. СПб., 1836. Ч.ІV, С.161–162, 175–176. СПб., 1836.
- [4] Струве Ф.Г.В. Дуга меридиана в 25° 20' между Дунаем и Ледовитым морем... . Т.І, С. XLI, 240–241, 333–334. Т.ІІ, С.1–4, 149–150, 210. СПб, 1861.

- [5] Верещагин С.Г. и др. Пункт "дуги Струве" на острове Гогланд. — "Геодезия и картография", 2, 1996, С.52–54.
- [6] Капцюг В.Б. и др. Результаты международного GPS-эксперимента на "дуге Струве". — "Геодезия и картография", 11, 1996, С.15–20.
- [7] Kaptüg V.B. et al. Struve's Arc of the Meridian Agrees With the First GPS-Results .— "Zeitschrift für Vermessungswesen", Heft 12, 1996, S.572–576.
- [8] Final Results of the Baltic Sea Level 1997 GPS Campaign. — Reports of the Finnish Geodetic Institute, 4, 1999, pp. 13, 19.