

КАК ГЕОДЕЗИСТЫ КОЛОКОЛЬНИ СПАСАЛИ ИЛИ О ГОСУДАРСТВЕННЫХ ТРИАНГУЛЯЦИЯХ КАК ОСНОВЕ ГОРОДСКИХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Р.Р. Барков (Санкт-Петербургская ассоциация геодезии и картографии)

В 1995 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «астрономогеодезия». После окончания института работал в УГП «Спецгеофизика», с 1996 г. — в ФГУ «РостестМосква», с 2000 г. — в ФГУП «Уренгойфундаментпроект», с 2004 г. — в НПК «Йена Инструмент», с 2006 г. — в ООО «Центр Инженерных Геотехнологий», с 2016 г. — в ООО «ПТЕРО», с 2019 г. — в ООО «Фотометр». В настоящее время — главный маркшейдер ООО «НГК «Горный». Член Санкт-Петербургской ассоциации геодезии и картографии.

Е.А. Кобзева («Урало-Сибирская ГеоИнформационная Компания», Екатеринбург)

В 1995 г. окончила аэрофотогеодезический факультет МИИГАиК по специальности «инженер-аэрофотогеодезист». После окончания института работала в ФГУП «Уралаэрогеодезия», с 2000 г. — в ФГУП «Уралгеоинформ», с 2011 г. — в ООО «Технология 2000». С 2016 г. работает в АО «Урало-Сибирская ГеоИнформационная Компания», в настоящее время — главный инженер.

В центре Екатеринбурга стоит великолепная Вознесенская церковь — один из старейших православных храмов города. Но это не только культовое сооружение и объект культурного наследия народов РФ федерального значения. Колокольня церкви на протяжении десятилетий являлась геодезическим знаком, центром которого служил шар под крестом (подкрестный шар). Именно это обстоятельство позволило сохранить храм от разрушения в период борьбы советской власти с религиозными культурами. Небольшое исследование предыстории этого события открывает перед нами малоизученные страницы создания сети триангуляции на Урале и поднимает тему преемственности построения сетей: от государственных к городским.

На протяжении XIX века государственная сеть триангуляции (называвшаяся в то время

тригонометрической сетью или сетью треугольников) в Российской империи развивалась последовательно по губерниям. Вначале такими сетями были покрыты западные губернии, так называемое западное пограничное пространство. К началу 1870-х гг. триангуляциями были покрыты две трети губерний Европейской части, Кавказ и Финляндия. Затем очередь дошла и до основных промышленных центров.

Для упрощения решения этих задач специальные геодезические знаки, как правило, не строились. В качестве пунктов триангуляции использовались колокольни, имевшие значительную высоту и, следовательно, были хорошо видны на расстоянии 25 верст (26,8 км), принятом для длины стороны треугольника первого разряда.

Треугольники, входящие в сеть триангуляции, разделялись на три разряда (по классификации 1820–1841 гг.). Треуголь-

ники первого разряда, составляющие главную цепь триангуляции, насколько возможно создавались равносторонними, а измерение углов проводилось, как отмечалось в документе на выполнение этих работ того времени: «с *наивозможною точностию*». Треугольники второго разряда составляли главные точки тригонометрической сети, с которых можно было проводить топографическую съемку объектов местности (они не должны были оказывать никакого влияния на сеть треугольников первого разряда). В таких треугольниках измерялись, по возможности, все три угла «с *достаточною точностию*». Треугольники третьего разряда служили только для съемки какой-либо точки, и их основанием всегда была сторона треугольника первого или второго разряда. В треугольниках третьего разряда измеряли обычно два угла [1].

В качестве центров пунктов триангуляции для треугольников первого разряда, как правило, использовались шары под крестами колоколен. И лишь в необжитой местности строились специальные наружные знаки — сигналы и пирамиды.

▼ **Триангуляции Корпуса топографов как основа для городских геодезических сетей**

Триангуляции (триангуляционные сети), развивавшиеся по территориям отдельных губерний, охватывали и губернские центры. При этом если в небольших населенных пунктах размещался, в лучшем случае, один пункт триангуляции, в крупных городах их было несколько.

Например, при развитии триангуляции Московской губернии на территории Москвы было размещено девять пунктов триангуляции [2]. Примерно в то же время был создан первый план города Москвы [3] в прямоугольной системе координат, которая закреплялась как раз пунктами триангуляции.

Начиная с 1870-х гг., в связи с началом активного строительства городских коммуникаций (канализация, конные железные дороги и др.), стала возникать необходимость в создании подробных планов городских территорий. Это потребовало развития городских геодезических сетей, как плановых, так и высотных. За основу этих сетей и принимались пункты государственной сети триангуляции.

Так, в Москве пункты триангуляции, созданные в 1833–1840 гг. при участии генерал-лейтенанта Ф.Ф. Шуберта, послужили плановой основой при составлении плана города, выполненного по результатам мензурных съемок под руководством межевых инженеров, преподавателей Константинов-

ского межевого института Н.Н. Смирнова и Д.П. Рашкова в 1878 г. [4]. За начало координат ($X=0, Y=0$) был принят шар под крестом колокольни Ивана Великого в Кремле, а за исходный базис — линия между колокольней Ивана Великого и колокольней Новодевичьего монастыря. Расстояние между этими пунктами было определено еще Ф.Ф. Шубертом и повторно измерено Н.Н. Смирновым в 1860-х гг. Перед началом съемочных работ Н.Н. Смирнов и Д.П. Рашков не только дополнили плановую основу 80-ю пунктами триангуляции, в качестве которых использовались колокольни московских церквей, к имеющимся девяти пунктам первого разряда, созданных Ф.Ф. Шубертом, но и использовали 40 таких пунктов как высотную основу, определив превышения между ними методом тригонометрического нивелирования [5].

Москва в отношении преемственности от государственных триангуляций к городским, разумеется, не являлась исключением. В конце XIX — начале XX вв. такая связь осуществлялась в наиболее крупных городах Российской империи естественным путем без каких-либо помех. Иной оборот приняла эта обычная технологическая операция в тех населенных пунктах, где развитие городской сети триангуляции пришлось на 1920–1930-е гг.

Предметом настоящего исследования является история создания уральской маркшейдерской триангуляции и городской триангуляции Свердловска, начавшаяся задолго до этого в окрестностях тогда еще Екатеринбурга.

▼ **Триангуляция на землях казенных Уральских горных заводов**

«По высочайшему повелению, состоявшемуся 19 октября

1850 года, предназначено было приступить к тригонометрическим работам в Уральских казенных заводах, для доставления данных к производству там топографической съемки», — так говорилось в преамбуле исторического обозрения хода работ на землях казенных Уральских горных заводов [6].

Заводы занимали земли общей площадью 41 тыс. квадратных верст (около 46,7 тыс. км²), которые были поделены на шесть горных округов (Богословский, Гороблагодатский, Екатеринбургский, Златоустовский, Камско-Воткинский, Пермский), располагавшихся на территориях Пермской, Оренбургской, Уфимской и Вятской губерний, не имевших при этом общих границ.

К этим работам были привлечены Бержье и Аллори (топографы из Франции), выполнявшие до этого топографическую съемку на заводских дачах Демидовых. Но в отведенный контрактом срок они не уложились, и в 1863 г. заканчивать работы прибыли офицеры Корпуса топографов — капитан Маслов (заведующий работами), штабс-капитан Ренвальд, прапорщик Камкин, подпоручик Калугин первый и прапорщик Данилов.

При оценке работ, выполненных Бержье и Аллори, выяснилось, что в каждом округе развивалась самостоятельная сеть триангуляции, не учитывались сферические избытки треугольников, построенные пирамиды и сигналы были совершенно непригодны к выполнению на них измерений.

В 1863 г. силами офицеров Корпуса топографов было построено 13 сигналов высотой от 9 до 15 сажен, 20 двойных пирамид высотой от 6 до 9 сажен и 41 — ординарная (простая). Кроме того, исправлены сигналы и пирамиды,

построенные Бержье и Аллори. Установлено три высотные марки для определения падения рек Чусовой и Серебрянки. За опорные пункты сети триангуляции были приняты: магнитная и метеорологическая обсерватория, созданная в 1836 г. под Екатеринбургом, для вычисления высот над уровнем моря, и астрономический пункт в Богословске для определения географических координат. В сеть также включили астрономический пункт на горе Благодать.

Капитаном Масловым и прапорщиком Камкиным было измерено два базиса: вблизи Турьинских рудников длиной 2,5 версты (2,7 км) и около Верхне-Турьинского завода длиной 3,5 версты (3,7 км), а также 46 треугольников 1 класса и 144 треугольника 3 класса. Треугольники 2 класса располагались большей частью внутри главной сети (треугольников 1-го класса).

В 1864 г. работы были распределены между офицерами по округам.

Ряд треугольников 1-го класса имел направление сначала вверх по течению реки Чусовой, затем, спускаясь с Уральского хребта у западной границы Екатеринбургского округа, выходил в низменную местность, а от границы Златоустовского округа проходил по вершинам Уральского хребта.

Следует отметить, что работ мешали местные жители, которые наносили немалый урон пунктам триангуляции: они разрывали заложенные центры, сдирали обшивку и иногда даже срубали наружные знаки.

Несмотря на все сложности, в течение 1864 г. было построено 29 сигналов и исправлено 8, оставшихся от топографов из Франции, построено 21 двойная и 69 обычных пирамид, установлено четыре высотные

марки: две — для определения падения реки Чусовой и две — для определения высоты нуля барометра магнитной и метеорологической обсерватории в Златоусте. Измерено 73 треугольника 1-го класса, 259 — 2-го и 3-го классов. Определено 45 постоянных пунктов триангуляции, в качестве которых использовались церкви и колокольни, вершины гор и другие подобные объекты. Вблизи Миасского завода был измерен базис длиной 3,5 версты (3,7 км). В сеть триангуляции включены треугольники, измеренные топографами из Франции, а также магнитная и метеорологическая обсерватории в Екатеринбурге и Златоусте, астрономические пункты в Уткинске, Екатеринбурге, Паршиной, Златоусте и Сатке [6].

В 1865 г. построено 42 сигнала, 17 двойных и 42 обычных пирамиды, установлено 8 высотных марок для определения падения рек Чусовой, Камы и Уфы. Измерены углы на 94 пунктах треугольников 1-го класса и на 17 пунктах треугольников 2-го класса, в том числе, на двух колокольнях.

Установлен факт утраты 82 пирамид, построенных топографами из Франции.

В 1866 г. были выполнены измерения на двух рядах треугольников, связывающих работы в разных округах, общей протяженностью 1700 верст (1813 км). Определены высотные отметки 442 пунктов и координаты 533 пунктов.

При обработке для вычисления высот в качестве исходной высоты был принят нуль барометра магнитной и метеорологической обсерватории в Богословске, абсолютная высота которого была определена Главной физической обсерваторией в Санкт-Петербурге и составила 800,00 футов (243,84 м). При этом по измерениям в сети триангуляции были получены другие значения абсолютных высот нуля барометра магнитных и метеорологических обсерваторий в Богословске, Екатеринбурге и Златоусте, в отличие от приведенных в брошюре профессора Э.К. Гофмана «Об гипсометрических отношениях хребта Уральского» (Санкт-Петербург, 1860 г.).

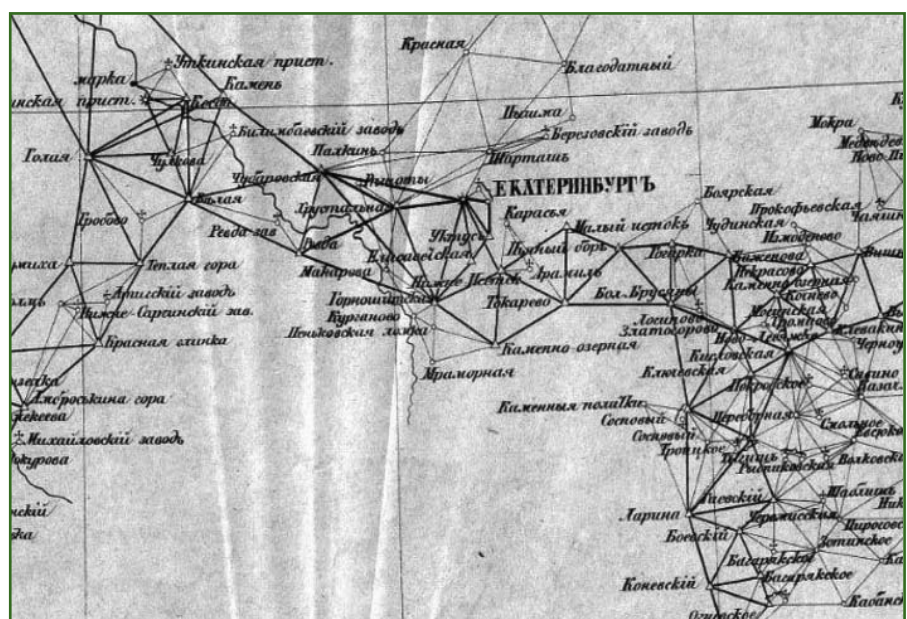


Рис. 1

Фрагмент сети триангуляции Корпуса топографов (1863–1866 гг.) [6]

| | | | | | | | | | |
|-----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 317 | г. Екатеринбург, кол. цер. Вознесенск. | 56 | 50 | 34 | 52 | 30 | 17 | 22 | 79 |
| 318 | Пазеры, колок. церкви | 56 | 50 | 33 | 41 | 23 | 31 | 52 | 74 |
| 319 | Решотская, пирам. | 56 | 50 | 31 | 42 | 29 | 55 | 40 | 29 |
| 320 | г. Екатеринбург, пирам. на заливях | 56 | 50 | 31 | 21 | 30 | 15 | 22 | 10 |
| 321 | Батуевская, пирам. | 56 | 50 | 27 | 45 | 24 | 26 | 22 | 13 |
| 322 | г. Екатеринбург, колок. собора св. Екатерины | 56 | 50 | 11 | 54 | 30 | 17 | 2 | 52 |
| 323 | г. Екатеринбург, колок. кафедр. собора | 56 | 50 | 9 | 45 | 30 | 16 | 26 | 26 |
| 324 | Верх-Исетский зав. кол. цер. на кладбище | 56 | 50 | 8 | 32 | 30 | 14 | 27 | 00 |
| 325 | г. Екатеринбург, колок. Златоуст. цер. | 56 | 49 | 55 | 74 | 30 | 16 | 40 | 09 |
| 326 | Соколя гора, пирам. | 56 | 49 | 53 | 52 | 23 | 44 | 54 | 88 |
| 327 | г. Екатеринбург, пирам. на Плывиной гор. | 56 | 49 | 34 | 19 | 30 | 15 | 20 | 27 |
| 328 | г. Екатеринбург, куполь. Рязановск. церкви | 56 | 49 | 31 | 90 | 30 | 17 | 29 | 77 |
| 329 | г. Екатеринбург, пирам. у обсерватории | 56 | 49 | 28 | 85 | 30 | 18 | 29 | 99 |
| 330 | Хрустальная, пирам. | 56 | 49 | 21 | 43 | 30 | 3 | 35 | 78 |
| 331 | г. Екатеринбург, летняя цер. в желез. монаст. | 56 | 49 | 15 | 57 | 30 | 16 | 30 | 82 |

Рис. 2

Фрагмент каталога пунктов триангуляции Корпуса топографов (1863–1866 гг.) [6]

губерний Российской империи (рис. 1).

23 пункта этой сети располагались на территории города Екатеринбурга, в том числе в качестве постоянных пунктов — колокольня Вознесенской церкви, колокольня собора Св. Екатерины, колокольня Кафедрального собора, колокольня Златоустовской церкви, Летняя церковь в женском монастыре, Спасская церковь и Архиерейская церковь (рис. 2 и 3).

Уральская маркшейдерская триангуляция

К началу 1920-х гг. геодезическая сеть на Среднем Урале была представлена пунктами государственной триангуляции 1-го и 2-го классов, выполненной Корпусом топографов в 1863–1866 гг., а также пункта-

трест, прииск «Красный Урал» и др.).

В рамках комплексного освоения территорий, предпринятого советской властью, необходимо было объединить разрозненные рудничные сети триангуляции и связать их с государственной геодезической сетью. Также следовало обеспечить опорными пунктами ближайшие горнопромышленные районы, которые в то время активно развивались.

В 1922 г. были проведены масштабные реформы маркшейдерского дела. Вскоре после Второго Всероссийского съезда маркшейдеров (1921 г., Петроград) Институтом окружных маркшейдеров был выполнен ряд государственных работ, связанных с внедрением единой системы координат для создания маркшейдерских планов отдельных горнопромышленных районов [7]. Одним из руководителей и организаторов работ по геодезическому изучению и картографированию Урала в середине 1920-х гг. стал Ф.Ф. Павлов, профессор Уральского горного института (рис. 4).

По разработанному маркшейдерским отделом Уралоблсовнархоза в 1923–1924 гг. пятилетнему плану государственных маркшейдерских работ на Урале первоочередной задачей было проложение ряда треугольников 2-го класса в направлении Свердловск — Кушва [8].

Работы, получившие название Уральская маркшейдерская триангуляция, начались летом 1924 г. и закончились весной 1926 г. Их непосредственными исполнителями были начальник триангуляционной партии, межевой инженер Ф.Ф. Павлов, его помощник, окружной маркшейдер В.И. Петров и топограф А.И. Боголепов.

Примечательно, что работы финансировались как со сторо-

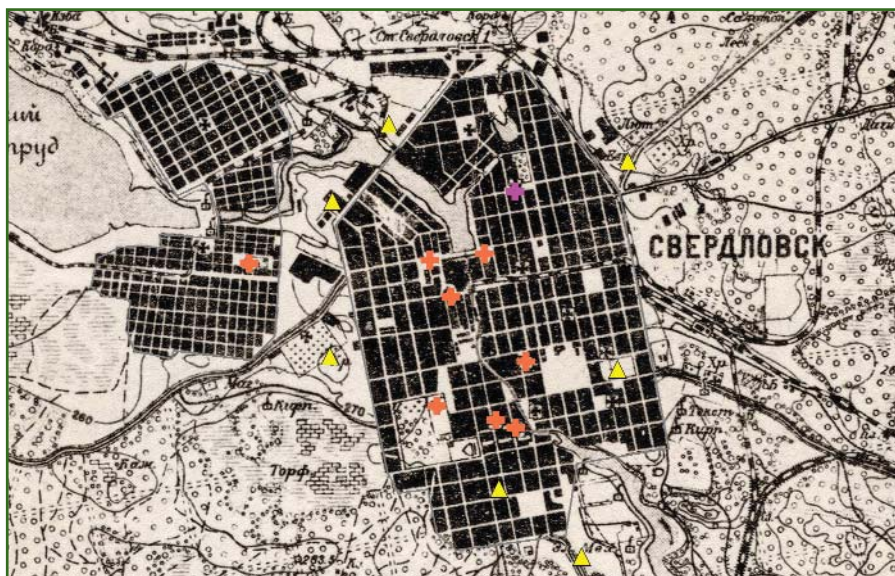


Рис. 3

Схема расположения пунктов триангуляции Корпуса топографов (1863–1866 гг.) в Екатеринбурге. Пирамиды — желтого цвета, церкви — оранжевого цвета, колокольня Вознесенской церкви — розового цвета. Картографическая подложка — топографическая карта масштаба 1:100 000, ВГУ, 1925 г.

В результате выполненных работ была построена протяженная триангуляционная сеть, охватившая шесть горных округов на территории четырех

ми отдельных рудничных триангуляций горных предприятий (Калатинский медный комбинат, «Уралзолото», «Уралплатина», Уральский железорудный

ны государства — кредитами горного отдела ВСНХ РСФСР, так и со стороны бизнеса — материальной помощью трестов «Уралмедь», «Уралплатина», «Уральский железорудный».

В географическом отношении маркшейдерская триангуляция протянулась по восточному склону Уральских гор вдоль Горнозаводской железной дороги. В этом районе вершины гор не слишком высоки, с абсолютными отметками до 550 м. Однако склоны покрыты густым сосновым лесом, а «... бесчисленные речки, сбегая с увалов, перерезывают всю местность, образуя в верховьях и долинах заболоченные участки...» [8]. Работы по рекогносцировке, строительству знаков, геодезическим наблюдениям осложнялись плохими дорогами или их полным отсутствием, недостатком ориентиров на местности. Свою лепту внесла и погода: август 1924 г. стоял жарким, что приводило к частым утренним туманам. Лето следующего года началось с лесных пожаров, атмосфера была задымлена, и только череда дождей прекратила горение.

Тем не менее, несмотря на весьма трудные условия, рекогносцировка была проведена с 27 июля по 1 октября 1924 г. Всего за два месяца удалось обследовать 125 пунктов, в том числе пункты, заложенные Корпусом топографов в 1863–1866 гг., знаки рудничных триангуляций, пирамиды триангуляции Свердловск-Алапаевск и большое количество горных вершин, запланированных под размещение новых пунктов.

Наряду с традиционными (деревянными) пирамидами, впервые на Урале, Ф.Ф. Павлов использовал в качестве геодезических знаков каменные столбы. «...Большинство вершин Уральских гор оканчиваются нагромождением скал, носящих у местного населения

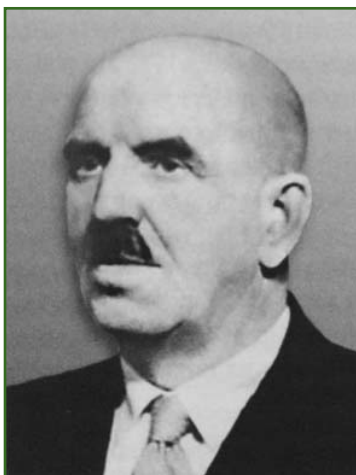


Рис. 4
Федор Федорович Павлов
(1894–1967)

названия «шиханов». На этих остряхах постройка обычных деревянных пирамид затруднительна из-за подвозки материала, сборки и постановки, а потому вполне естественна замена их каменными столбами. Постройка знака производилась на выровненной вершине скалы из камня или кирпича на цементном растворе; обычно столбам придавалась форма правильного прямоугольного параллелепипеда с основанием 0,50 м и высотой 1,2 м... Знак, как весьма прочное и солидное каменное сооружение, надолго может сохраниться от повреждения, что весьма важно, так как деревянные пирамиды легко подвергаются естественному и умышленному разрушению» [8].

Измерения углов в треугольниках проводились теодолитом Гильдебрант-Герляха с 10" верньерами, круговыми приемами, число которых менялось от 12 до 6. В целом партия оснащалась неплохо, но все же инструмент был сильно изношен и ему неоднократно требовался мелкий ремонт.

Базис Уральской маркшейдерской триангуляции располагался в окрестностях Невьянска, примерно в середине ряда треугольников. Совместно со

вторым базисом в Свердловске (городская триангуляция) он обеспечивал надежный контроль всех измерений и одновременно служил базисом рудничной триангуляции Калатинского медного комбината. Для измерения базиса использовались четыре стальные проволоки с мерными шкалами на концах. Длина каждой проволоки составляла 24 м. Температура измерялась чувствительными термометрами в металлических оправах. Натяжение проволок проводилось двумя гирями по 10 кг каждая.

Расстояние между базисными пирамидами было разделено на отрезки по 24 м, длина которых определялась при помощи проволок путем трехкратных отсчетов по мерным шкалам, причем измерения считались пригодными при расхождениях между отсчетами не более 0,2 мм. Измерение базиса выполнялось в прямом и обратном направлениях. После окончания работ была проведена нивелировка отрезков и привязка центра северной базисной пирамиды к марке Высшего геодезического управления (ВГУ) в Уральском полевом округе. Эта марка была заложена И.И. Агафоновым в 1923 г. при проложении линии точного нивелирования Екатеринбург — Гороблагодатская в здании слесарной мастерской станции Невьянск Горнозаводской железной дороги. Таким образом, длина базиса была приведена к уровню моря, а марка послужила исходным высотным пунктом Уральской маркшейдерской триангуляции.

В результате Уральская маркшейдерская триангуляция включала 47 пунктов: 21 пирамиду, 9 каменных столбов, 11 церковей, 6 местных объектов (вышки, трубы). Ее протяженность составила 180 км. О точности триангуляции можно

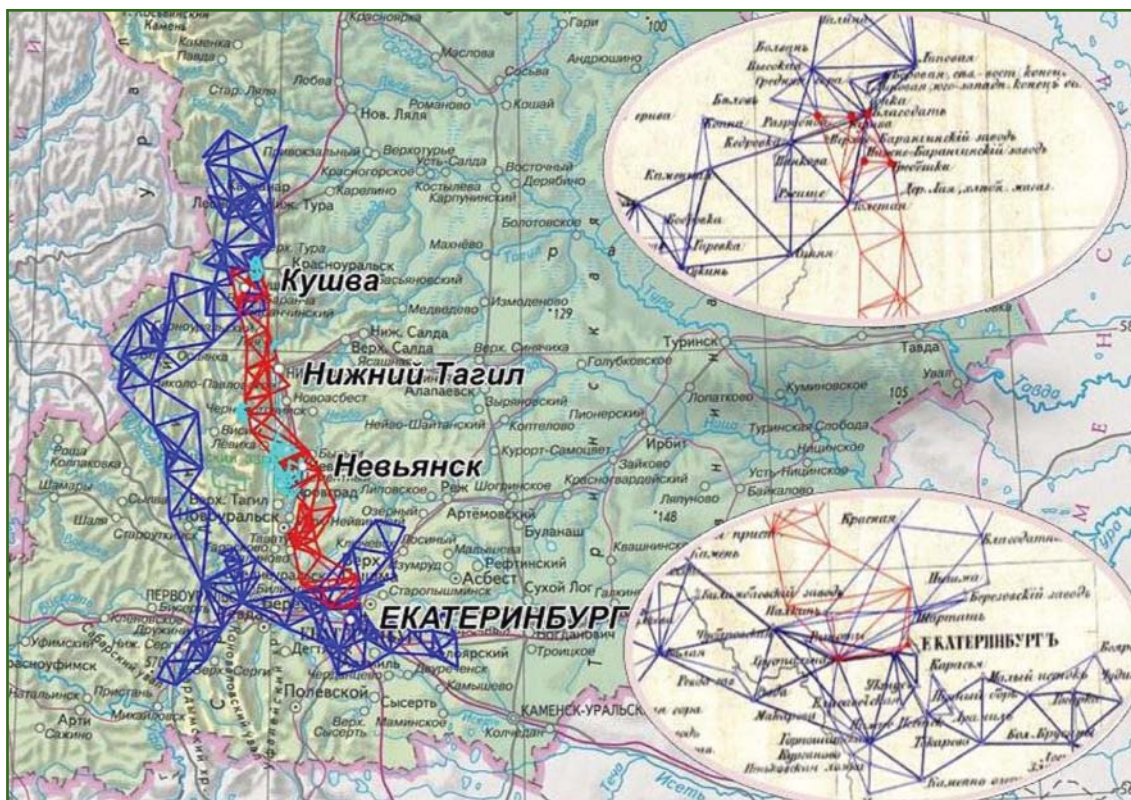


Рис. 5
 Схема Уральской маркшейдерской триангуляции (красный цвет); фрагмент сети триангуляции Корпуса топографов (1863–1866 гг.) (синий цвет); рудничные триангуляции (голубой цвет).
 Картографическая подложка — карта Свердловской области (Большая российская энциклопедия)

судить по следующим данным: средняя ошибка измерения углов 3,23", относительная ошибка измерения базиса 1/300000 ($\pm 15,73$ мм), средняя ошибка азимута 1,41".

Интересно отметить, что для привязки созданной триангуляции к государственной сети изначально было отобрано семь пунктов триангуляции Корпуса топографов 1863–1866 гг. (рис. 5): три пирамиды, три колокольни и одна часовня. В процессе рекогносцировки было обнаружено, что ни одна из пирамид не сохранилась, а культовые сооружения остались на своих местах (рис. 6).

Не обошлось без курьеза: в Свердловске за геодезический пункт Корпуса топографов ошибочно была принята Ивановская церковь вместо Нагорной церкви, однако выяснилось это уже на этапе уравнивания.

Таким образом, связь между Уральской маркшейдерской триангуляцией и государственной сетью триангуляции обеспечивали колокольня Вознесенской церкви в Свердловске, колокольня Собора Троицы Живоначальной в Кушве, колокольня Церкви Покрова Пресвятой Богородицы в Нижне-Баранчинском и Часовня Преображения Господня на горе Благодать возле Кушвы.

За исходные географические координаты триангуляции были приняты широта и долгота колокольни Вознесенской церкви в Свердловске. И этот факт неожиданно сыграл решающую роль во время борьбы советской власти с религиозными культурами.

▼ **Судьба колоколен Екатеринбургa**

В 1929 г. одним из направлений государственной политики

советской власти стала активизация борьбы с религиозными культурами. В связи с этим, в апреле 1930 г. прошло заседание Уралоблисполкома, на котором было принято решение о закрытии церквей в Свердловске. В течение двух месяцев основные храмы были взорваны [9, 10]. Из девяти храмов, входивших в сеть триангуляции Корпуса топографов, сохранилась лишь Вознесенская церковь с колокольней (рис. 3 и 5, табл. 1). В здании церкви разместили трудовую школу первой ступени, а на ее шпиле установили флаг; при этом колокольня осталась нетронутой. Скорее всего, и эта церковь подверглась бы сносу, но использование Ф.Ф. Павловым в качестве исходного пункта триангуляции шара под крестом колокольни спасло ее от варварского разрушения, что сде-

лало его имя легендой в среде горной интеллигенции еще при жизни [11].

Колокольня Вознесенской церкви еще долго оставалась пунктом триангуляции. К ней осуществлялась привязка топографических съемок площадок будущих промышленных гигантов — Уралмашзавода, завода «Эльмаш» и других [11]. Горкомхоз и «Свердoblпроект», развивавшие городскую триангуляцию в 1925 и 1935 гг., включили ее в геодезические сети (табл. 2).

В середине XX века точность геодезических работ возросла, церкви как опорные пункты перестали удовлетворять современным требованиям, и постепенно упоминания о них исчезли из геодезических каталогов.

В профессиональной биографии Ф.Ф. Павлова спасение колоколен было лишь одной из многих ярких страниц.

Под руководством Ф.Ф. Павлова были выполнены значительные объемы топографических работ на площадках Уралмашзавода (Свердловск), Уралвагонзавода (Нижний Тагил),



Рис. 6

Панорама Екатеринбургa на рубеже XIX и XX веков. В центре — Собор Св. Екатерины, справа — Златоустовская церковь, слева — Ново-Тихвинский монастырь. Фототипия «Шерер, Набголец и Ко»

завода «Эльмаш» (Свердловск), Среднеуральского металлургического завода (Ревда), Сухоложского цементного завода (Сухой Лог) и других [11, 12].

Во многом благодаря его усилиям по проложению триангуляционных рядов и развитию заполняющих сетей 1-го и 2-го

классов, точных определений астрономических пунктов, а также проложению ходов точного и технического нивелирования, ко второй половине 1930-х гг. были составлены топографические карты Среднего и Южного Урала в масштабе 1:500 000 [11].

Церкви — геодезические пункты Екатеринбургa, входившие в триангуляцию Корпуса топографов (1863–1866 гг.)

Таблица 1

| Название геодезического пункта | Состояние в 1930 г. | Состояние в 2021 г. |
|---|--|----------------------------------|
| Колокольня Вознесенской церкви | Церковь передана под трудовую школу | Сохранилась |
| Колокольня собора Св. Екатерины | | Разрушена |
| Колокольня Кафедрального собора | | Разрушена |
| Колокольня Златоустовской церкви | Разрушена | Восстановлена в 2010-е гг. |
| Купол Рязановской церкви | Церковь передана под клуб Автодора, позже купол и колокольня разрушены | Колокольня и купол восстановлены |
| Летняя церковь в женском монастыре | | Разрушена |
| Архиерейская церковь (Крестовая церковь) | Частично разрушена. Передана под клуб милиции | Частично восстановлена |
| Спасская церковь | | Разрушена |
| Колокольня Нагорной церкви при кладбище Верх-Исетского завода | | Разрушена |

Колокольни церквей — геодезические пункты Уральской маркшейдерской триангуляции, 1926 г.

Таблица 2

| Название, населенный пункт | Принадлежность другим триангуляционным сетям | Состояние в 1930 г. | Состояние в 2021 г. |
|---|---|-------------------------------------|---------------------|
| Колокольня Вознесенской церкви, Свердловск | Триангуляция Корпуса топографов (1863–1866 гг.), городские сети (1925 г. и 1935 г.) | Церковь передана под трудовую школу | Сохранилась |
| Колокольня Ивановской церкви, Свердловск | Городская сеть (1925 г.) | | Сохранилась |
| Колокольня церкви, Рудянка | Рудничная сеть Калатинского медного комбината | Сохранилась | Взорвана в 1957 г. |
| Колокольня церкви, Шурала | — | | Сохранилась |
| Колокольня собора, Невьянск | — | | Сохранилась |
| Колокольня церкви, Черная | — | | Сохранилась |
| Колокольня церкви, Шайтанка | — | | Сохранилась |
| Колокольня собора, Нижний Тагил | — | | Сохранилась |
| Колокольня Церкви Покрова Пресвятой Богородицы в Нижне-Баранчинском | Триангуляция Корпуса топографов (1863–1866 гг.) | | Разрушена |
| Колокольня Собора Троицы Живоначальной, Кушва | Триангуляция Корпуса топографов (1863–1866 гг.) | | Разрушена |
| Часовня Преображения Господня на горе Благодать, Кушва | Триангуляция Корпуса топографов (1863–1866 гг.), сеть Благодатского рудника | | Разрушена |

Авторы выражают благодарность сотрудникам Управления Росреестра по Свердловской области В.И. Мазуру и Т.Г. Ананьевой, профессору Уральского государственного архитектурно-художественного университета М.В. Голобородскому, доктору географических наук, ведущему научному сотруднику Института экономики УрО РАН В.В. Литовскому, библиотекарям Уральского государственного горного университета за искреннюю отзывчивость, профессионализм и помощь в поисках исторических материалов для исследования.

▼ Список литературы

1. Тригонометрическая съемка губерний Санкт-Петербургской, Псковской, Витебской и части Новгородской, произведенная генерал-лейтенантом Шубертом 1820–1832. Записки Военно-топографического Депо. Часть VI. — Санкт-Петербург, 1841; Записки Военно-топографического Депо. Часть VII. — Санкт-Петербург, 1842. — С. 1–255.
2. Ф.Ф. Шуберт. Описание тригонометрических измерений Московской губернии с 1833 г. по 1841 г. — Записки Военно-топографического депо. Часть XV. — Санкт-Петербург, 1853. Отделение второе. — С. 1–195.
3. План столичного города Москвы. — Санкт-Петербург, 1841.
4. Нивеллирный план города Москвы / сост. на основании тригонометр. сети по съемке и нивелировке города в 1874–1877 годах инж. Н.Н. Смирновым и Д.П. Рашковым. — [Москва], 1879.
5. Д.П. Рашков. К новому плану города Москвы. Известия Московской городской думы. Отдел общий. — Москва: Московское гор. упр., 1878. Вып. IX. — С. 15–26.
6. Историческое обозрение хода работ в землях казенных Уральских горных заводов — Записки Военно-топографического отдела Главного штаба. Часть XXIX. — Санкт-Петербург, 1868. Отделение второе. — С. 65–237.
7. История маркшейдерии: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Маркшейдерское дело» направления подготовки «Горное дело» / В.А. Букринский [и др.]; под ред. М.Е. Певзнера. — М.: Горная кн., 2007. — 290 с.
8. Уральская Маркшейдерская Триангуляция 2-го класса Свердловск-Кушва 1924–1926 г. УОСНХ, Горный отдел, Подотдел горного надзора, Изд. «ОМБИТ», Свердловск, 1928.
9. Проект «Храмы России». — <http://temples.ru/tree.php>.
10. Булавин М.В. Массовые закрытия храмов на Среднем Урале на рубеже 1920–1930-х гг. // Известия Уральского государственного университета. Сер. 2, Гуманитарные науки. — 2007. — № 49, вып. 13. — С. 171–180.
11. Литовский Владимир Васильевич. История исследований географической оболочки на Урале: диссертация на соискание степени доктора географических наук: 07.00.10. — М., 2004. — 414 с.
12. Маркшейдерская энциклопедия / гл. ред. Л.А. Пучков. — М.: Мир горной кн., 2006. — 604 с.