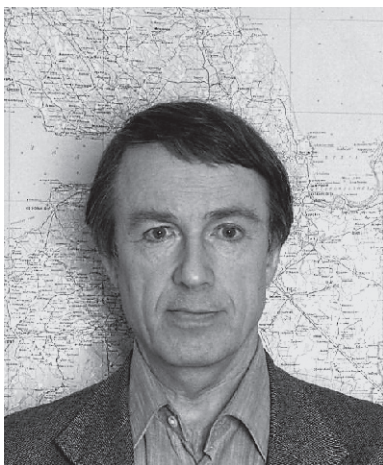


О ПРОШЛОМ, НАСТОЯЩЕМ И БУДУЩЕМ ГГС РОССИИ (к 100-летию единой Государственной астрономо-геодезической сети)



Капцюг Виталий Борисович,
секретарь правления
Санкт-Петербургского
общества геодезии и картографии



Кафтан Владимир Иванович,
заведующий Лабораторией
спутниковой геодезии
и геодинамики ЦНИИГАиК, д.т.н.,
Почетный геодезист

Так совпало, что 2010 год является «трижды юбилейным» для единой Государственной геодезической сети (ГГС) Российской Федерации, точнее – для ее классической реализации, строившейся в продолжении многих десятков лет. **Сто лет** назад с Саблинской базисной сети и измерения Саблинского базиса началось построение новой, единой астрономо-геодезической основы будущей ГГС по инструкции, разработанной комиссией под руководством видного российского геодезиста И.И. Померанцева [1, с. 21–22]. **Семьдесят лет** назад, широко используя данные по ГГС, а также результаты крупных европейских и североамериканских геодезических работ, А.А. Изотов (ЦНИИГАиК) под руководством Ф.Н. Красовского закончил вывод новых параметров фигуры Земли – «эллипсоида Красовского». На основе последнего вскоре была реализована новая государственная система геодезических координат СК-42, которая с тех пор стала широко применяться для обеспечения координатами народно-хозяйственных и других государственных потребностей нашей страны. Как отмечено в юбилейном Заявлении Санкт-Петербургского общества геодезии и картографии [3], «Построенная плано-высотная основа позволила создать полные государственные топографические карты масштабов 1/100000 и 1/25000, другие картографические произведения, на которых точно отображена географическая составляющая истории нашей страны в 20 веке. Кроме того, построенная основа имела и высокую научную ценность: накопленные в ней пространственные данные дали возможность вывести в 1940 г. одни из лучших в мире параметров фигуры Земли, обеспечившие успешный старт отечественных космических программ, а в 1962 г. – вывести параметры нормальной Земли ПЗ-62, имевшие мировой приоритет по точности» (аббревиатура ПЗ-62 принадлежит Л.А. Кашину [1] – авторы).

Наконец, **десять лет назад**, после полувека использования и в связи с результатами последнего уравнивания, СК-42 была официально отменена, и взамен введена новая государственная система координат СК-95, фактической и повсеместной реализацией которой сегодня является созданная в 20 веке ГГС 1–4 классов.

Подробная история построения классической ГГС России и СССР изложена в монографии видного деятеля отечественной геодезии и картографии, бывшего заместителя руководителя Главного управления геодезии и картографии СССР Л.А. Кашина [1]. Возвращаясь к цитированному выше источнику [3]: «... построенная наземными технологиями плано-высотная основа составляет выдающееся научно-техническое и культурное достояние народов Российской Федерации, достояние, требующее уважения, а значит – и сохранения».

О современной Государственной геодезической сети РФ

Современная ГГС РФ состоит не только из классической сети 1–4 классов, она включает в себя очень важные сегменты современной спутниковой сети трех уровней (ФАГС, ВГС и СГС-1), которым, естественно, отдается приоритет по потенциальным возможностям. С течением времени классическая ГГС, вобрав в себя современные измерения, станет как бы сетью сгущения первых трех уровней ГГС. Но сегодня для многих, в том числе неосвоенных территорий России, альтернативы классической координатной сети нет. И в любом случае, именно она обеспечивает единство и историческую преемственность системы отсчета для всех без исключения современных геодезических (в том числе, спутниковых) и топографических работ на всей территории России.

Отечественная система СК-95 обеспечивает легальный статус для результатов измерений, выполненных с опорой на пункты ГГС. Разумеется, пользователи спутниковых средств измерений используют в непосредственной работе координаты в глобальных системах (WGS-84, ITRS, IGS), но представление результатов наблюдений необходимо делать в узаконенной государством системе координат, как это принято и в других странах, в частности, в США (национальная система отсчета NAD83). Аналогично СК-95, NAD83 была получена путем уравнивания 250000 геодезических пунктов, включающих 600 спутниковых доплеровских пунктов, которые обеспечивали согласование с геоцентрическим началом отсчета. Как показало сравнение, координаты пунктов российской ГГС были получены в несколько раз точнее, чем в геодезической сети США. Так, отклонения прежних от вновь полученных из совместного уравнивания координат ГГС достигли порядка 30 м [1], а у американцев – 90 м и более [6]. Взаимное положение пунктов отечественной ГГС получено также в разы точнее американского аналога.

Сегодня координаты пунктов ГГС в системе отсчета СК-95 определены с точностью, обеспечивающей решение большинства практических задач. Взаимное положение плановых координат смежных пунктов ГГС определено со средними квадратическими ошибками 2–3 см. Такая точность получена благодаря технологии, ориентированной на обеспечение картографирования всех масштабов, вплоть до 1:500, а вовсе не 1:25000, как полагают некоторые специалисты [2]. Это, разумеется, результат осредненной математической оценки, и реально возможны единичные случаи выхода за пределы этой точности. Однако, широко внедряемые сегодня кустовые (локальные) реализации высокоточных сетей координирования не могут обойтись без привязки к единой общегосударственной системе, несмотря на некоторые возникающие при этом профессиональные трудности. Надо ясно понимать, что сепаратные координатные системы, (сто лет назад отставленные геодезистами России в сторону), будут иметь очень ограниченное применение. Обратим внимание, что Национальная геодезическая служба США намеревается продолжать совершенствовать и использовать NAD83, как официальную государственную систему отсчета вплоть до того момента, когда она перестанет отвечать требованиям картографирования и навигации [6].

Следует особо сказать о довольно распространенных неверных представлениях о якобы низком качестве классической государственной сети 1–4 классов. Почему многие пользователи спутниковой аппаратуры оценивают его таким образом? Общим ответом будет: из-за недостаточного опыта и недостаточной ясности в коренных понятиях. Вот конкретный пример: мнение, будто «*координаты пунктов ГГС имеют ошибки порядка дециметров*». Такие огульные заключения обычно делаются по результатам

некорректного взаимного согласования координат СК-95 и конкретных («мгновенных») наблюдаемых значений, полученных в «априори более точных» глобальных системах ITRS или WGS84. С другой стороны, и сегодняшняя практика спутниковых работ обнаруживает многочисленные случаи недопустимого расхождения не только и не всегда с измерениями 20 века, но даже и с современными, повторными или смежными, спутниковыми измерениями по причине где промахов, где отсутствия инструкций, а где просто непонимания пользователями всей сложности новых глобализированных технологий. "Нестыковки" результатов типичны при всякой смене технологий и поэтому не удивительно, что сегодня они обнаруживаются многими исполнителями по всей стране. Разрешение конфликта результатов независимых друг от друга спутниковых работ значительно облегчается при наличии пунктов классической сети, и это часто помогает избежать затратных переделок.

Точное преобразование координат СК-95 в глобальные пространственные системы отсчета остается пока еще нерешенной проблемой. Причинами этого являются отсутствие свода точных значений геодезических высот пунктов ГГС, с одной стороны, и отсутствие точных значений параметров преобразования, с другой. Для строгого решения этой проблемы необходимо иметь точные значения аномалий высот (или, иными словами, высот квазигеоида над эллипсоидом Красовского); с этой целью сегодня в ЦНИИГАиК разрабатывается новая глобальная модель квазигеоида, более детальная и точная, чем предшествующие. Не имея пока этой модели, точность преобразования, приемлемую для решения геодезических задач, можно обеспечить лишь для территорий размером порядка сотен кв. км. С этой целью вычисляются локальные – только для данной территории – значения искомым параметров, причем в таком не вполне строгом преобразовании используются не геодезические высоты, а нормальные, получаемые из нивелирования. Как показывает опыт, *минимально возможные* ошибки такого рода преобразований составляют первые см в плане и немного грубее по высоте. Фактическая точность результата, конечно, зависит от класса, «возраста» и обстоятельств использования исходного пункта ГГС и исходного хода нивелирования.

Существуют и более «осязаемые» проблемы, вызванные необходимостью использования СК – 95. Основным фактором, влияющим на качество наблюдаемых сегодня координат того или иного пункта ГГС, является накопленное за десятки лет физическое воздействие на его материальный центр, имеющее природный и/или антропогенный характер. Ведь измерения, включенные в общее уравнивание ГГС и являющиеся базой СК-95, выполнялись с начала прошлого столетия до 1980-х годов. Значит, даже самым «свежим» основным геодезическим работам в ГГС уже более 30 лет. Сказанное вовсе не означает, что от пунктов ГГС надо отказываться, проблема состоит в модернизации, «омоложении» ГГС, и эта

работа, хотя и медленно, ведется. Часто «решающее слово» принадлежит геодезисту-полевому: это – его конкретное действие по обновлению пункта, чтобы возможность последующей модернизации его координат не была упущена. Сегодня геодезическое использование отдельных пунктов классической ГГС иногда просто невозможно без дополнительных затрат на «омоложение»: на отыскание нижнего центра взамен «пропавшего» верхнего, на расчистку обзора (видимости), на постановку охранных оградок и табличек. Эти затраты оправданы – не в сиюминутной «системе координат», конечно, а в более глубоком профессиональном и культурном плане. Честь и хвала тем профессионалам, которые используют имеющиеся у них возможности для сбережения исторического наследия геодезистов России (рис. 1).



Рис. 1. Центр пункта ГГС (СК-95) «Кабози» до и после завершения реконструкции.
Фото В.Б. Капцюга (2005 г.) и А.Ю. Виноградова (2009 г.).

Что имеем, не храним...

Напомним, что в 70-е годы в СССР выполнялись массовые работы по обновлению инфраструктуры ГГС. При этом выполнялся снос уже пришедших в негодность деревянных геодезических знаков, на пунктах устанавливались металлические пирамиды, используемые в основном для отыскания пунктов и их защиты от повреждений, определялись азимуты направлений на ориентирные пункты, видимые с земли. Государство внимательно относилось и находило средства для поддержания ГГС в рабочем состоянии.

Профессионалы хорошо понимают бесспорную производственную и научную необходимость в сбережении пунктов классических сетей. Проблема сохранения построенной в 20 веке государственной инфраструктуры координатного обеспечения (пунктов традиционных ГГС и ГНС) сегодня стала острой, особенно на территориях городов и районов интенсивного хозяйствования (чаще – хозяйничанья). Утрата пунктов ГГС и ГНС приняла массовый характер. Необходима не просто законодательная «охрана», а эффективная защита и действенный механизм содержания физических знаков, закрепляющих заложенные на местности пункты традиционных ГГС и ГНС.

Некоторая правовая основа для защиты пунктов ГГС и ГНС сегодня имеется. В 1995 г. Государственной Думой был принят Федеральный закон «О геодезии и картографии» (от 22.11.1995 г. № 209-ФЗ), в статье 16 которого говорится:

1. Астрономо-геодезические, геодезические, нивелирные и гравиметрические пункты, наземные знаки и центры этих пунктов (далее – геодезические пункты), в том числе размещенные на световых маяках, навигационных знаках и других инженерных конструкциях и построенные за счет средств федерального бюджета, относятся к федеральной собственности и находятся под охраной государства.

Снос наружных знаков или перезакладка центров геодезических пунктов проводятся только с разрешения федерального органа исполнительной власти в области геодезии и картографии или его территориальных органов.

2. Собственники, владельцы и пользователи земельных участков, на которых размещены геодезические пункты, обязаны уведомлять федеральный орган исполнительной власти в области геодезии и картографии и его территориальные органы о всех случаях повреждения или уничтожения геодезических пунктов, а также предоставлять возможность подъезда (подхода) к геодезическим пунктам при проведении геодезических и картографических работ.

...4. Положение об охранных зонах и охране геодезических пунктов утверждается Правительством Российской Федерации.

«Положение», о котором говорится в статье 4 цитируемого Закона № 209-ФЗ, утверждено постановлением Правительства РФ от 07.10.1996 г. № 1170; в нем уточнено понятие «охранная зона геодезического пункта», которая по своей сути подпадает под действие Земельного кодекса РФ (от 25.10.2001 г. № 136-ФЗ), именно, его ст. 17 (о федеральной собственности на землю); п.п. 3.3, 3.9 и 4 ст. 23 (об ограничении права пользования земельным участком); п. 5.5 ст. 27 (об ограничении оборота земельных участков).

Согласно ст. 3.1 Федерального закона «О введении в действие Земельного кодекса Российской Федерации» (от 25.10.2001 г. № 137-ФЗ), в целях разграничения государственной собственности на землю к федеральной собственности относятся:

«земельные участки, занятые зданиями, строениями, сооружениями, находящимися в собственности Российской Федерации».

Несмотря на действующие государственные правовые акты, относящие земельные и иные участки, на которых расположены государственные геодезические пункты, и сами эти пункты, к федеральной собственности, специалисты, выезжающие на съез-

мочные площадки, зачастую сталкиваются с утратой этих пунктов, что влечет нехватку опорных точек для производства съемок и измерений. Одной из причин такого грубого нарушения федеральных законов №№ 137-ФЗ и 209-ФЗ является низкий уровень правового обеспечения административных решений по земельной и иной недвижимой частной собственности, в которых не выделен должным образом такой вид федеральной собственности, как сооружения технической инфраструктуры координатного обеспечения и их охранные зоны на земле, в лесах, на отдельных зданиях в городах и населенных пунктах. Во многом из-за этого постоянно растет число случаев физического уничтожения новыми собственниками геодезических знаков, центров и реперов, что наносит значительный урон настоящей и будущей координатной инфраструктуре государства, в конечном счете – качеству и безопасности жизни. Еще одна причина этих обстоятельств – фактическая безнаказанность уничтожения данного вида федеральной собственности, не только с корыстной целью, но и просто по неведению или нежеланию считаться с их существованием. Ветераны геодезической службы вспоминают, что в военные годы обеспечению сохранности пунктов ГГС чрезвычайно способствовало упоминание Народного комиссариата внутренних дел (НКВД) на маркировочных надписях геодезических знаков и центров. В США за повреждение центра геодезического пункта предусматривалось заключение под стражу или штраф 250 \$, что указывалось даже на марке центра геодезического пункта наряду с адресом, куда нужно сообщать о соответствующих нарушениях закона (рис. 2). Не хотелось бы думать, что только страх ответственности является единственно возможным выходом из сложившегося положения.

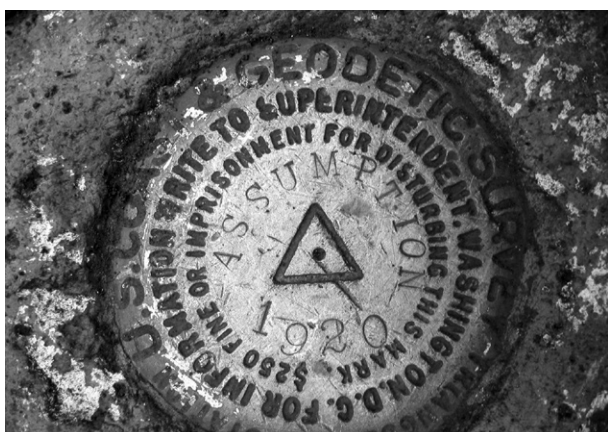


Рис. 2. Марка центра пункта ГГС США [7]

Без прошлого – нет будущего

Давно и всем известна истина: без прошлого нет будущего. Многие государства мира имеют серьезные причины, чтобы сохранять классические геодезические, нивелирные и гравиметрические сети. В частности – причины чисто утилитарного (геодезического) характера, когда такие центры и репе-

ры используются в качестве носителей новых геопространственных данных, а прежние их значения – для определения тенденций изменений во времени и возможности взаимного преобразования прежних и новых характеристик.

Например, во Франции во время сеансов наблюдений на пунктах новой спутниковой сети «большое число» пунктов национальной триангуляции также наблюдалось с использованием GPS [5]. Это позволило получить новые координаты старых пунктов и составить детальные модели поправок между системами отсчета, реализованными новым спутниковым и классическим методами. Впоследствии пункты классической сети получили новые координаты и используются по их основному назначению. Кстати будет добавить, что в этой стране образцовой культуры сохраняются и даже «новоделаются» вещественные знаки прежних геодезических работ; в частности, в Париже обозначена историческая линия Парижского меридиана [4], измерение которого в 18 веке помогло с определенностью установить истину в спорах о наличии полярного сжатия Земли.



Рис. 3. Штатив с мемориальной доской над центром пункта «Мякипяллюс»; центр – марка в скале, заложена В.Я. Струве в 1826 году. Фото В.Б. Капцюга, 2000 г.

Проблемы сохранения исторического наследия исключительно важны и для нашей страны, имеющей огромный и печальный опыт забвения, уничтожения или воинствующего презрения к своей истории. Но, не выходя из «координат» геодезического

подхода, укажем лишь на общеизвестный факт, что Россия имеет огромное географическое пространство, изученное еще далеко не достаточно, а сегодня во многом «вышедшее из-под контроля», и поэтому очень важно сберечь геодезическую инфраструктуру, обеспечивающую историческую преемственность картографирования. Можно добавить и то, что выполнение многих картографо-геодезических проектов, не «озаданных» необходимостью в сверхточностях, будет гораздо экономичнее с использованием существующей ранее созданной координатной основы, чем их реализация с построением новых геодезических сетей. Заметим, что надежное закрепление геодезического пункта на местности составляет более 70% финансовых затрат на его полную реализацию (рекогносцировка, закрепление, наблюдения, вычисления, внесение в каталоги). Безусловно, перспективные оперативные технологии уже позволяют уменьшать число наземных опорных пунктов, используя, например, точные координаты (эфемериды) спутников глобальных радионавигационных систем. Тем не менее, необходимость работы в единой государственной системе отсчета не позволяет отказаться от использования традиционных наземных координатных основ, главным образом потому, что карты и планы единого государства требуют единых систем координат и высот.

Бывает, что небольшим, но богатым государствам приемлем вариант полного отказа от традиционной плановой геодезической сети. В таком случае построение новой координатной основы и полное переиздание картографической продукции не потребует столь больших затрат, как, например, в таких государствах, как Россия или Соединенные Штаты Америки.

Знакомясь с историей создания и характерными особенностями ГГС и ГНС России, невольно приходишь к мысли о том, что насущной цели их сохранения сильно способствовал бы дополнительный охранный статус. По мнению авторов, рано или поздно традиционные сегменты государственной планово-высотной основы должны быть объявлены **объектом** (возможно, единым) **культурного наследия народов Российской Федерации**. В этом смысле внесение в 2005 г. в Список Всемирного (!) культурного наследия так называемой «Геодезической дуги Струве» (трансграничная совокупность 34 бывших пунктов русско-скандинавского градусного измерения 1816–1855 гг. и его памятных мест) дает четкий знак времени и ориентир для общественного действия. Кстати будет заметить, что старейший пункт ГГС России – Мякипяллу на острове Гогланд (рис. 3, центр 1826 г., широта 60.04.27, долгота 26.58.11) – является уникальной частью единого международного объекта культуры под названием «Геодезическая дуга Струве». Как и этот всемирно признанный объект, наши традиционные ГГС и ГНС обладают многими характерными признаками объектов культуры, перечисление и разговор о которых является предметом особой статьи.

Авторы данной публикации твердо считают, что государственная геодезическая сеть России требует к себе лучшего отношения, чем это имеет место сегодня. Поздравляя всех профессионалов отрасли с юбилейными событиями, авторы также обращают их внимание на недопустимость стихийно сложившейся ситуации и необходимость принятия действенных мер по обеспечению сохранности и модернизации, обеспечению дальнейшего использования традиционных сегментов государственной геодезической сети, как важных элементов геоинформационной инфраструктуры.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Кашин Л. А. Построение классической астрономо-геодезической сети России и СССР (1816–1991 гг.). Научно-технический и исторический обзор. – М.: Картгеоцентр – Геодезиздат, 1999. – 192 с.
2. Комосов Ю. А., Кузовков О. Н. Концептуальные вопросы к проекту Концепции развития отрасли геодезии и картографии // Геодезия и картография. – 2010. – № 2. – 49–54 с.
3. К столетию Государственной Геодезической сети – заявление Санкт-Петербургского общества геодезии и картографии (<http://www.gisa.ru/65675.html>)
4. Моженок Э. С. Памятник Парижскому меридиану // Геопрофи. – 2007. – № 6. – 59–65.
5. Kasser M., Breton J. Necessity to Work in a Reference Frame in France / Report on FIG Working Week 2003. – Paris, France, April 13–17, 2003. – 7 p. (http://www.fig.net/pub/fig_2003/TS_5/TS5_1_Kasser_Breton.pdf)
6. National Geodetic Survey: Frequently Asked Questions (<http://www.ngs.noaa.gov/faq.shtml>)
7. National Readjustment of NAD 83 (http://www.powershow.com/view/d6e6-YjdjM/National_Readjustment_of_NAD_83)