

УДК 528

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ СОЗДАНИИ ОБЩЕГО ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ ДЕМАРКАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ГРАНИЦЫ

П. Бурбан

АО “Новгород АГП” ОАО “Роскартография”, Российская Федерация, г. Великий Новгород

А. Раткевичс

Латвийский сельскохозяйственный университет, г. Елгава, Латвийская Республика

Ключевые слова: демаркация государственной границы, геодезия, геодезическое обоснование, спутниковые навигационные системы.

Введение

С началом широкого применения в топографо-геодезическом и картографическом производстве глобальных спутниковых систем спектр используемых пространственно-временных координат расширяется, одновременно расширяя и области их применения – в том числе и в сфере делимитации и демаркации государственных границ. Названные технологии значительно облегчают и упрощают топографическое и геодезическое обеспечение выполнения совместных работ по демаркации государственных границ. Вместе с тем, сохраняется необходимость в таких фундаментальных позициях относительно организации геодезического обеспечения демаркационных работ, как разработка и создание общего геодезического обоснования демаркации государственной границы. основополагающие позиции создания общего геодезического обоснования определяют специалисты по геодезии и картографии, назначенные решениями соответствующих правительств в общей межгосударственной Комиссии по демаркации соответствующей государственной границы, которая создаётся на основании заключенного межгосударственного договора об установлении и обозначении на местности общей государственной границы – т. е. проведения демаркации государственной границы. Как подтверждение необходимости соблюдения классических позиций при организации геодезического обеспечения демаркации приводится анализ и обоснование создания общего геодезического обоснования демаркации российско-латвийской государственной границы в 2011–2014 гг.

Материалы и методика

В большинстве случаев мировой практики, в том числе на территории Европы, непосредственные измерения, выполняемые гражданскими спутниковыми навигационными приемниками, имеют единую координатную привязку к координатам геоцентрической системы WGS-84 и к так называемому Мировому времени. Величины измерений в других применяемых геодезических системах при этом получают путём математических трансформаций данных измерений, полученных в вышеназванной геоцентрической системе. Точностные показатели трансформаций зависят

от применяемых трансформационных алгоритмов и их соответствия для применения в конкретной географической позиции, которые базируются на обработке массива практических данных измерений, обеспечивающих высокоточные параметры совмещения положения точек реальной земной поверхности с математической (теоретической) поверхностью эллипсоида вращения. Картографическая же продукция и различные базы данных (далее БД) в разных государствах до сих пор преимущественно создаются в различных системах координат, в том числе и в многочисленных местных системах координат.

Делимитации и демаркации государственных границ выполнялись и до сих пор выполняются фрагментарно, с каждым сопредельным государством отдельно. Работы осуществляются в различное время, под руководством разных межгосударственных комиссий. Геодезическое обеспечение этих работ, как правило, выполняют разные ведомства соответствующих сопредельных государств, которые преимущественно руководствуются и пользуются различными системами координат и стандартами их применения.

Само по себе применение различных систем координат и стандартов в процессе демаркационных работ на одной отдельно рассматриваемой общей государственной границе не является препятствием для качественного выполнения демаркационных работ. Однако при этом необходимо соблюдать условие – специалисты обеих государств должны быть уверены в корректности применения исходных данных, однозначности сравнимости и проверяемости полученных результатов.

Оптимальной считается ситуация, когда сопредельные государства в приграничной территории пользуются одинаковыми геодезическими системами, с точки зрения как геоцентрических координат, так и практики применения картографических координатных систем и проекций. В таких случаях вопросы создания общего геодезического обоснования демаркации государственной границы можно свести к совместному контрольному уравниванию существующих приграничных фрагментов национальных геодезических сетей и проведения совместных контрольно-тестовых измерений в приграничной полосе. В случае, если существуют организации, занимающиеся регулярными процедурами совместного – трансграничного уравнивания своих национальных геодезических сетей, необходимость создания общего геодезического обос-

нования демаркации государственной границы вообще можно исключить из списка работ. В реальной практике указанные предпочтительные случаи почти не встречаются, и даже если применяются похожие геодезические системы, результаты практических измерений и их уравнений не учитывают данных, относящихся к территории соседнего государства. Такая ситуация определяет возможности возникновения недопустимых расхождений в случаях определения координат одного и того же пункта при проведении измерений с использованием геодезических основ соседних государств. При высокоточных измерениях в случае отсутствия совместных уравнений трансграничных измеренных сетевых пунктов даже в единой системе WGS-84 возможна ошибка определения координат в пределах нескольких метров.

В случае демаркации российско-латвийской государственной границы единая геодезическая сеть отсутствовала. Более того, Россия и Латвия успели кардинально изменить ипользовавшуюся ранее на обеих территориях единую советскую координатную систему.

На территории **Российской Федерации** к началу демаркации завершалось создание нового поколения государственной геодезической сети. Новая референсная система координат получила название “Система координат 1995 года”. Она создана методом совместного уравнивания Астрономо-геодезической сети СССР (АГС), Космической геодезической сети (КГС), Допплеровской геодезической сети (ДГС). СК-95 строго согласована с единой государственной геоцентрической системой координат ПЗ-90.

Точность СК-95 характеризуется такими средними квадратическими ошибками взаимного положения пунктов по каждой из плановых координат: 2–4 см – для смежных пунктов АГС; 0,3–0,8 м – при расстоянии от 1 до 9 тыс. км. В декабре 2012 г. в Российской Федерации принята новая национальная геодезическая система координат – ГСК-2011. Это геоцентрическая правая ортогональная система, идентичная и согласованная с ITRF на эпоху 2011.0 в пределах первых сантиметров. Кроме этого, существуют сотни местных систем координат. Например, съемочная сеть и кадастровая карта приграничных районов созданы в местной системе Псковской области.

СК-95 (в стадии завершения) на территории Российской Федерации реализована сетью, состоящей из 50 пунктов Фундаментальной астрономо-геодезической сети (ФАГС), 300 пунктов Высокоточной геодезической сети (ВГС-1) (рис. 1) и 4500 пунктов Спутниковой геодезической сети первого класса (СГС-1) (рис. 2). К сожалению, не все пункты ГГС СССР в непосредственной близости к границе были включены в новую сеть. Поэтому координаты существующей ГГС в этой полосе, кроме СК-95, сохранились и в СК-42.

Латвийская Республика создала собственную геодезическую сеть LKS-92. Система создана на основе WGS-84 с использованием таких параметров эллипсоида GRS-80: $a = 6\,378\,137$ м; $e = 1/298,257222101$.

Геодезическая сеть LKS-92 интегрирована с Европейской системой отсчета времени ETRF89 (ETRS89). На местности она базируется на пунктах триангуляции нулевого класса (бывшие пункты триангуляции первого класса ГГС СССР): Рига, Кангари, Индра и Арайс. В качестве высотной основы использована Балтийская система высот 1977 г. LKS-92 реализована в цилиндрической проекции Меркатора, с осевым меридианом зоны 24 градуса, коэффициент масштабирования – 0,9996. Координаты начальной точки:

$$X = 6\,000\,000 \text{ м}; \quad Y = 500\,000 \text{ м}.$$

Коэффициент аппроксимации вычисляется по формуле:

$$m = 0,9996 + \frac{0,9996 \cdot Y_0}{2R^2},$$

где Y_0 – ордината, приведенная к системе LKS-92 ($Y_0 = Y_0 \text{ км} - 500 \text{ км}$); R – радиус кривизны начального меридиана референц-эллипсоида Латвии.

Реализация системы координат LKS-92 осуществлена национальной сетью позиционирования LatPos. Система LatPos включает в себя 24 постоянно работающих базовых станций глобального позиционирования (GPS), равномерно распределенных по территории Латвии. Среднее расстояние между станциями составляет 70 км (рис. 3). Центр обработки данных находится в Риге.

Каждая базовая станция содержит приемник, способный принимать сигналы, передаваемые системой NAVSTAR (системы GPS министерства обороны США) на двух частотах L1 и L2. Запланирован прием сигналов L5. Работает приём сигналов ГЛОНАСС и GALILEO. Станции оснащены геодезическими антеннами с дроссельными кольцами с куполом над ними, это снижает эффект многолучевого распространения отраженного сигнала, который может повлиять на точность измерений (рис. 4). Приемники, установленные на референчных станциях, помещены в металлические запираемые шкафы для предотвращения несанкционированного доступа. Каждый приемник подключен как к компьютеру, так и к электросети (рис. 4).

Спутниковая база данных, хранящаяся в сети LatPos GPS для постобработки, доступна на сайте: www.latpos.lgia.gov.lv. В условиях реального разнообразия исходных данных для обеспечения работ по демаркации в Совместной комиссии необходимо было выбирать не только базовые опорные сети, но и систему координат и высот, применяемую для оформления совместно разрабатываемых документов демаркации.

В соответствии с “Инструкцией по определению координат и высот пограничных знаков на российско-латвийской государственной границе” (Утверждена Совместной комиссией в Москве 2 декабря 2010 года), координаты пограничных знаков (B, L и x, y) должны быть определены в системе координат WGS-84. Абсолютные высоты пограничных знаков – в Балтийской системе высот 1977 года. Естественно, что и все остальные документы демаркации будут оформляться



Рис. 1. Пункт ВГС



Рис. 2. Пункт СГС-1



Рис. 4. Оборудование станции LatPos



Рис. 3. Расположение базовых станций LatPos (по состоянию на 2013 г.)



Рис. 5. Внешний вид спутниковой геодезической аппаратуры (слева СГА Leica Geosystem 1200GG+ в сборе для полевых измерений на штативе, справа – Topcon GB 500)

в этой системе. Для полноценной реализации этой задачи было решено создать совместное геодезическое обоснование, которое строилось в два этапа. Первый – на базе существующих геодезических сетей двух стран была создана **совместная каркасная геодезическая сеть**, второй – на ее основе создано **общее геодезическое обоснование (ОГО)**.

Создание совместной каркасной геодезической сети

Работа началось с оценки состояния государственных геодезических сетей Российской Федерации и Латвийской Республики. По результатам обследования было установлено, что в пределах километровой зоны, в обе стороны от границы сохранилось необходимое количество пунктов для дальнейшей работы. Однако их неравномерное расположение не всегда обеспечивало геометрические параметры определения координат пограничных знаков.

Используя материалы обследования и восстановления геодезической сети, а также сведения об исходных данных, совместные рабочие группы разработали технический проект по созданию каркасной сети. Количество пунктов и их расположение определялось необходимостью полного покрытия приграничного пространства исходными данными, их надежной связи между собой и геометрически корректным построением фигур триангуляционного ряда. В результате совместная каркасная спутниковая геодезическая сеть (рис. 6) состоит из шести пунктов государственной геодезической сети на российской стороне (три пункта СГС-1,



Рис. 6. Каркасная геодезическая сеть демаркации государственной российско-латвийской границы

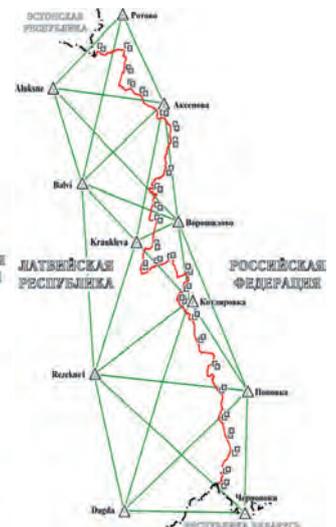


Рис. 7. Сеть общего геодезического обоснования для территории РФ

два пункта второго класса ГГС СССР и один пункт третьего класса – координаты в СК-95) и пяти пунктов спутниковой геодезической сети на латвийской стороне (координаты в системе LKS-92). Из них пункты “Balvi”, “Rezekne1”, “Dagda” являются постоянно действующими GPS/ГЛОНАСС станциями базисной референцной спутниковой сети Латвийской Республики “LatPos”, координаты которых в дальнейшем служили исходными при создании общей каркасной сети. В каркасную сеть

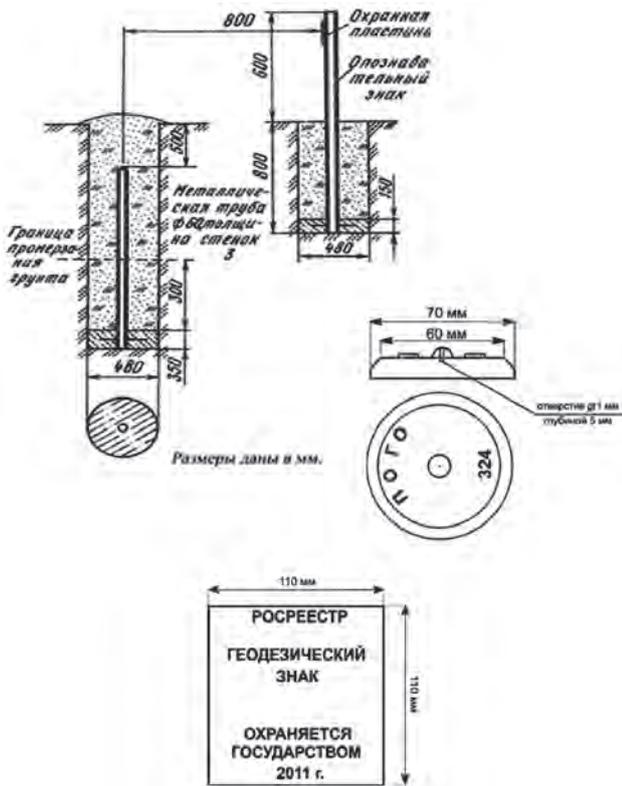


Рис. 8. Центр пункта общего геодезического обоснования

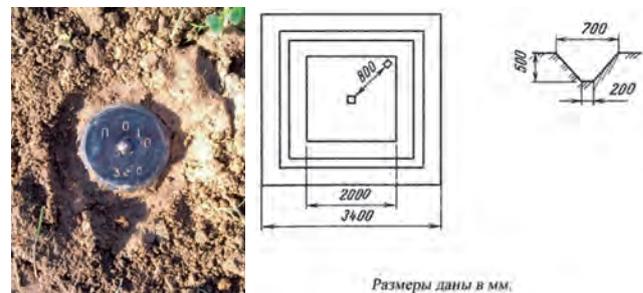


Рис. 9. Внешнее оформление пункта ОГО



Рис. 10. Схема различий в отображении линии границы до и после создания общего геодезического обоснования



Рис. 11. Схема различий в нанесении линии границы до и после создания общего геодезического обоснования на обновленное ортофото и мест геодезически определенных пограничных знаков

включены пункты государственной геодезической сети, имеющие отметку из геометрического нивелирования. Пункты каркасной сети равномерно располагаются вдоль границы и образуют более 20 треугольников. Работы по составлению рабочего проекта, разработке технологии полевых и камеральных работ по созданию каркасной сети и всех последующих геодезических работ выполняла Совместная рабочая группа по геодезическим и картографическим работам. Встречи групп проходили поочередно на обеих территориях, при участии и сопровождении пограничных уполномоченных или их сотрудников.

После утверждения рабочего проекта сети Комиссией Совместная рабочая группа согласовала время и порядок совместных измерений на каркасной сети. Готовность групп к измерениям подтверждалась по телефону накануне. Этому предшествовала подготовительная работа по организации совместных действий и совместимости спутниковых приемников, программе наблюдений и др.

Наблюдения пунктов каркасной геодезической сети российская сторона выполняла с использованием двух частотных GPS/ГЛОНАСС приёмников. Всего использовалось девять комплектов.

Латвийская сторона использовала спутниковые приемники Topcon GB 500 контроллер № 5R4586, № 5R4596 (рис. 5). В качестве корректирующей RTK-информации использовали спутниковую сеть постоянно действующих станций "LatPos" под управлением программного обеспечения Leica SNSS Spider. Параметры преобразований СК WGS-84 для перехода от геодезических координат к прямоугольным в проекции UTM, а также локальная модель геоида для перехода к Балтийской системе высот 1977 г. загружались во внутреннее программное обеспечение спутникового приемника заранее.

Спутниковые наблюдения пунктов каркасной сети выполнялись синхронно, согласно Протоколу встречи совместной российско-латвийской Рабочей группы по геодезическим и картографическим работам, сетевым методом с использованием статического режима. Программа спутниковых наблюдений состояла из двояных равных по времени сеансов наблюдений по два часа. Между сеансами наблюдений осуществлялась повторная установка антенны при изменении её высоты около 10 см. Повторное центрирование выполнялось на всех пунктах, кроме пунктов, где были устройства принудительного центрирования. Во время наблюдений обеспечивали бесперебойное питание станции и контролировали ход наблюдений. Данные наблюдений оформляли с записью в журнал (карточку) наблюдений на пункте. После окончания наблюдений и возвращения на базу полевые данные копировались на устройства длительного хранения. Создавалась одна рабочая и одна резервная копия на разных физических дисках.

Работа команд в режиме приграничной территории порождала многочисленные условности и сложности в процессе взаимодействий. Всё выполнялось по согла-

сованию с пограничными службами двух стран. Четкая организация всех участников процесса позволила выполнить все намеченные программы наблюдений. После завершения измерений стороны обменялись информацией о выполнении программы по техническим средствам связи и установили дату встречи Совместной рабочей группы для рассмотрения результатов измерений и составления технического отчета.

Предварительная обработка выполнялась с целью оперативной оценки качества измерений в сети, определения их пригодности для дальнейшей обработки либо необходимости повторных или дополнительных наблюдений. Основными критериями контроля являлись:

- разрешение неоднозначности по всем линиям сети;
- оценка точности по внутренней сходимости результатов обработки;
- сходимость результатов по замкнутым построениям в сети.

После предварительной обработки результатов измерений пунктов каркасной спутниковой сети состоялась встреча Совместной рабочей группы для обсуждения итогов наблюдений, на которой пришли к соглашению, что программа наблюдений каркасной сети выполнена в полном объёме. Произведён обмен результатами измерений в виде файлов обменного формата (RINEX) версии 2.11 и исходными данными для выполнения совместного уравнивания. Произведено предварительное уравнивание пунктов каркасной сети каждой стороной и выполнена оценка полученных результатов по контрольным разностям. Российская сторона на этом этапе в качестве опорных пунктов для уравнивания использовала геоцентрические координаты в системе ETRS-89 базисных референсных станций RIGA (Латвия) и VLNS (Литва), связи с которыми пунктов Ротово, Аксеново и Черновоки определены с использованием материалов наблюдений СГС последних лет. Латвийская сторона использовала координаты пунктов из сети "LatPos". Величины контрольных разностей не превысили 5–6 см в плане и по эллипсоидальным высотам. Результаты предварительного уравнивания показали достаточно хорошую сходимость. Вместе с тем латвийская сторона подробно проинформировала, что сеть "LatPos" имеет надежные точностные характеристики (среднеквадратические ошибки положения по совокупности не превышают, по данным латвийской стороны, 1 см) Станции Balvi, Rezekne1, Dagda расположены почти в три раза ближе, чем RIGA и VLNS, к государственной границе, что снижает тропосферную составляющую при обработке спутникового сигнала и повышает надежность результата. Российская сторона рабочей группы приняла решение использовать при обработке в системе WGS-84 (ETRS-89) координаты опорных пунктов Balvi, Rezekne1, Dagda, предоставленные латвийской стороной. Обмен данными выполненными спутниковыми измерениями производился с временными интервалами записи в два часа. Совместную обработку и уравнивание каркасной спутниковой геодезической сети выполнено на очередной

встрече Совместной латвийско-российской рабочей группы. Уравнивание выполнялось с использованием программы Leica Geo Office (LGO) ver. 7.0 в геоцентрической системе координат WGS-84 (ETRS-89) в такой последовательности:

1. Предварительная обработка с формированием сети.
2. Установка параметров уравнивания, предварительный автоматический анализ сети перед уравниванием средствами LGO.
3. Исправление выявленных ошибок.
4. Ввод исходных координат на контрольных пунктах.
5. Уравнивание, получение отчетов по уравниванию и внутренним условиям сети (невязки треугольников в сети).
6. Анализ отчетов, оценка точности полученных результатов.

Каждый этап обработки и уравнивания выполнялся под обоюдным визуальным контролем экспертов обеих сторон Совместной рабочей группы, к последующему этапу переходили только после достижения результата, удовлетворяющего обе стороны. Перед началом обработки в LGO был создан проект с подсоединенной координатной системой, в него подгружены данные измерений, выполнен визуальный контроль каждого пункта на достоверность названия пункта, типа антенны и значения ее высоты. Подгружены по ссылкам Информационно-аналитического центра Российского космического агентства и Европейского космического агентства точные эфемериды на весь временной период наблюдений с суточным перекрытием его в сторону начала и окончания. Введены метеорологические параметры, выбраны методы расчета ионосферной и тропосферной задержек. Обработку и вычисление спутниковых измерений выполняли по таким параметрам:

- обработка выполнена в ручном режиме с разрешением фазовых неоднозначностей базовых линий по двум частотам L1 и L2;
- угол отсечки для спутников, используемых в вычислениях, равен 15°.

В ходе предварительной обработки и решения векторов была сформирована сеть, выполнен предварительный автоматический анализ сети перед уравниванием средствами LGO. Предварительный автоматический анализ каркасной сети грубых ошибок не выявил, выхода за пре-

делы допусков не было зафиксировано, данные по векторам спутниковых связей из двух одновременных периодов измерений на каждой из сторон каркасной сети в пределах допуска. Средние квадратические ошибки определения координат каркасной сети относительно опорных пунктов приведены в табл. 1. Установлено, что средняя квадратическая ошибка определения координат составила 0,7 см, что значительно ниже допуска.

Создание общего геодезического обоснования

С целью обеспечения определения координат непосредственно пограничных знаков российско-латвийской государственной границы с необходимой точностью, на базе каркасной сети, создана сеть пунктов общего геодезического обоснования (ОГО) (рис. 7).

Пункты общего геодезического обоснования располагаются парами равномерно вдоль государственной границы в километровой приграничной полосе с обеспечением взаимной видимости. Расстояние между пунктами в паре 250–400 м. Среднее расстояние между парами вдоль линии границы не превышает 10 км. Всего заложено и определено по 28 пар пунктов ОГО на территории каждой из сторон. Центры пунктов общего геодезического обоснования оборудовали в соответствии с правилами, установленными в государствах, где располагался соответствующий пункт (рис. 8). Внешнее оформление пунктов показано на рис. 9.

Каждая из сторон планировала и выполняла наблюдения по своей программе, но согласованной в Совместной рабочей группе. Как и в случае создания каркасной сети, стороны обменивались результатами наблюдений пунктов ОГО. Используя уравниваемую каркасную сеть, выполнили окончательное уравнивание пунктов общего геодезического обоснования.

Контроль внутренних геометрических условий выполняли методом замыкания треугольников. Всего образовано 217 геометрических фигур. Периметры условных треугольников имели значения в пределах от 7 до 215 км. Максимальная невязка в сети до ее распределения составила 15 см. После уравнивания невязки распределились так, как указано в таблице:

Пределы, см	0–1	2–5	6–10	10–15	Максимальная
Количество	78	127	10	2	13,2 см

Таблица 1

Таблица точности определения СКО каркасной сети

Название пункта	СКО по широте, м	СКО по долготе, м	Совокупная СКО, м	СКО высоты, м	Общая СКО, м
п. тр. Котляровка	0,0009	0,0006	0,0011	0,0054	0,0055
п. тр. Ворошилово	0,0009	0,0006	0,0011	0,0054	0,0055
п. тр. Аксеново	0,0009	0,0006	0,0011	0,0057	0,0058
п. тр. Рогово	0,0010	0,0007	0,0012	0,0060	0,0061
п. тр. Черновоки	0,0011	0,0007	0,0013	0,0064	0,0065
п. тр. Поповка	0,0011	0,0007	0,0013	0,0068	0,0070
Крауклева	0,0015	0,0010	0,0018	0,0089	0,0091
Средняя	0,0011	0,0007	0,0013	0,0065	0,0066

Максимальная невязка до ее распределения в сети выявлена для одной фигуры и составила 0,1949 м. Но, вместе с тем, среднеквадратические ошибки (СКО) местоположения для образующих эту фигуру пунктов после распределения невязок и уравнивания составили по совокупности 0,0175 и 0,0327 м.

Максимальная величина среднеквадратических ошибок (СКО) урavnенных значений координат определяемых пунктов общего геодезического обоснования составила 0,0425 м, что значительно ниже (точнее) установленной “Инструкцией по определению координат и высот пограничных знаков на российско-латвийской государственной границе” величины 0,15 м.

Результаты создания **совместной каркасной геодезической сети** и на ее основе – **общего геодезического обоснования** в дальнейшем позволили с высокой точностью, достоверностью и однозначностью провести как координирование пограничных знаков и элементов линии границы, так и обработку материалов аэро- и космических съёмки. Обеспечено высокоточную основу для создания демаркационной карты, в том числе для однозначного определения места расположения линии границы, проходящей по рекам и во-

дотокам. Анализ измерений и взаимных контрольных измерений не выявил ошибок, выходящих за пределы установленных допусков.

Влияние создания **совместной каркасной геодезической сети** и на ее основе – **общего геодезического обоснования** однозначно прослеживается при сравнении картографических основ, применяемых в виде ортофотокарт, созданных до начала работ по демаркации и в конце процессов демаркации, после создания общего геодезического обоснования демаркационных работ. На рис. 10 представлен фрагмент прохождения линии границы по реке Зилупе между пограничными столбами № 119 и № 120. Здесь визуально видно систематическое смещение проектной линии границы и линии границы, определенной по материалам аэросъёмки, трансформированной в ортофотоплан с применением данных общего геодезического обоснования (рис. 11).

Оценивая обнаруженные расхождения не только на представленном участке границы по реке Зилупе, но и другим пограничным рекам, отмечено схожую ситуацию, в которой расхождения варьируются в пределах от метра до 20 метров. В расхождениях по всей границе доминирует юго-юго-западное направление.

Таблица 2

Значение СКО определения координат пунктов ОГО

Всего пунктов	СКО по широте, м	СКО по долготе, м	Совокупная СКО, м	СКО Опр. высоты, м	Общая СКО, м	Максимальная СКО, м
242	0,0026	0,0035	0,0031	0,0136	0,0140	0,0425

Насчёт приведенного примера возможны возражения – подверженность воздействию персональных ошибок интерпретаторов и сравнительно неточные, относительно непосредственных высокоточных, геодезические измерения, но тенденции, направления и величины прослеживаемых сдвигов по всей линии границы на хорошо просматриваемых (дешифрованных) водотоках можно определить как систематические. И приведенный признак указывает на обоснованность затрат по созданию совместной каркасной геодезической сети и общего геодезического обоснования.

Заключение

В результате проведенного анализа можно сделать такие выводы:

Несмотря на внедрение новейших спутниковых технологий в процессы геодезического обеспечения работ по демаркации государственных границ, классическая необходимость в создании общего геодезического обоснования демаркации государственной границы остается актуальной.

Классический процесс и технологии создания общего геодезического обоснования демаркации государственной границы не противоречат применению новейших технологических решений, достижений и возможностей в геодезии.

Применение новейших достижений в технологиях геодезических измерений, в том числе применение спутниковых технологий, позволяет получить более качественные показатели создаваемого общего геодезического обоснования демаркации государственной границы, создав предпосылки для повышения качественных и точностных показателей разрабатываемых документов, касающихся демаркации государственных границ.

Исключить необходимость создания общего геодезического обоснования демаркации государственной границы возможно только в случаях, когда в сопредельных государствах, проводящих демаркацию совместной границы, существует и согласованно поддерживается общая геодезическая основа, в том числе и при использовании новейшими геодезическими технологиями.

Литература

1. Антонович К. М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии. – М. : ФГУП “Картгеоцентр”, 2005. Том 1. – 333 с.; Том 2 – 359 с.
2. Бурбан П. Ю. Опыт использования спутниковых технологий и данных дистанционного зондирования Земли при демаркации государственной границы // Земля Беларуси. – Минск. – 2012. – № 3. – С. 6–8.

3. Бурбан П. Ю. Геодезическое обеспечение демаркации точки стыка государственных границ // Современные достижения геодезической науки и производства: сб. научн. тр. – Львов, 2013. – С. 35–39.
4. Генике А. А. Глобальная спутниковая система определения местоположения GPS и ее применение в геодезии / Генике А. А., Побединский Г. Г. – М.: Картгеоцентр-Геодезиздат, 1999. – 271 с.
5. Результаты построения государственной геоцентрической системы координат Российской Федерации в рамках ФЦП “ГЛОНАСС” / Горобец В. П., Демьянов Г. В., Майоров А. Н., Побединский Г. Г. // Геодезия и картография. – 2012. – № 2. – С. 53–57.
6. Инструкция о картографо-геодезическом обеспечении демаркации Государственной границы Республики Беларусь / Комитет по земельным ресурсам, геодезии и картографии при совете Министров и Государственный комитет пограничных войск Республики Беларусь. – 20.12.2004 г. – № 50/14.
7. Кашаев В. И. Нормативные документы по обеспечению делимитации и демаркации государственной границы Российской Федерации // Кашаев В. И., Шкурков В. В. // Геодезия и картография. – 2003. – № 19. – С. 24–26.
8. Основные положения по топографо-геодезическому и картографическому обеспечению демаркации государственной границы Российской Федерации. – М.: Роскартография, 2003.
9. Параметры Земли 1990 года (ПЗ-90). – М., 1998. – 36 с.
10. Руководящий технический материал по картографическому обеспечению делимитации государственной границы Российской Федерации. (ГКИНП (ГНТА)-05-255-01. – М.: Роскартография, 2001.
11. Руководство пользователя по выполнению работ в системе координат 1995 года (СК-95) ГКИНП (ГНТА)-06-278-04. – М.: ЦНИИГАИК, 2004. – 137 с.
12. Хаимов З. С. Определение действительной точности высокоточного нивелирования // В кн.: Геодезия и картография 9.2000. – М.: Картгеоцентр – Геодезиздат. – С. 19–27.
13. Krikštaponis B. (2001) Analysis of the Geodetic Vertical Networks Development by Digital Levels: Summary of Doctoral Dissertation / Vilnius Gediminas Technical University, technological sciences, measurements engineering.
14. Skeivalas J., Gecyte S., Alekniene E. (2008) Error's Models of Geodetic Vertical Network // In: 7th International Conference Environmental Engineering, May 22–23. – 2008. – Vilnius. – P. 106–111.
15. Celms A., Bimane I., Reke I. (2014) European Vertical Reference System in Baltic Countries // In: International Scientific Journal BALTIC SURVEYING – Vol. 1.

**Сучасні технології для створення
спільного геодезичного обґрунтування
демаркації державного кордону**

П. Бурбан, А. Раткевич

Розглянуто актуальність створення загального геодезичного обґрунтування демаркації державного кордону, а також сучасні технології геодезичних вимірювань для його реалізації.

**Современные технологии при создании
общего геодезического обоснования
демаркации государственной границы**

П. Бурбан, А. Раткевич

Рассмотрено актуальность создания общего геодезического обоснования демаркации государственной границы, а также современные технологии геодезических измерений для его реализации.

**Modern technologies for creation
of general geodetic demarcation of the border**

P. Burban, A. Ratkevichs

The article discusses the relevance of creating a common geodetic demarcation of the state border, as well as modern technologies of geodetic measurements for its implementation.

GEO
BUSINESS 2016

THE GEOSPATIAL EVENT
BUSINESS DESIGN CENTRE
LONDON • UK 24 – 25 MAY

<http://geobusinessshow.com>