

В октябре 2021 г. коллектив АО «Восточно-Сибирское аэрогеодезическое предприятие» (АО «ВостСиб АГП») отметит 75 лет с момента его создания. Основные виды деятельности предприятия, осуществляемые на территории Сибирского и Дальневосточного федеральных округов, охватывают геодезические, картографические, аэрофотосъемочные и кадастровые работы, а также все виды инженерных изысканий — инженерно-геодезические, инженерно-геологические, инженерно-гидрометеорологические и инженерно-экологические.

О работах, выполненных ВостСиб АГП за 70 лет, и традициях сотрудников отмечать события, связанные с историей создания предприятия, рассказывалось в журнале «Геопрофи» № 6-2016 (с. 48–52).

В этом номере журнала по предложению генерального директора предприятия Сергея Федоровича Мазурова мы размещаем материал о внедрении спутниковых геодезических технологий на предприятии в период с 2002 по 2017 гг. Этот материал подготовлен в апреле 2017 г. Александром Ивановичем Сидоренко, старшим инженером по новым технологическим разработкам. Являясь активным участником описываемых событий, он в публицистическом стиле рассказывает об опыте выполнения спутниковых геодезических наблюдений и их обработке, об организациях, с которыми ему приходилось взаимодействовать, о тех специалистах, к кому он обращался с вопросами, возникшими при освоении и применении оборудования и программного обеспечения. Хочется отметить, что многие из этих специалистов являются авторами журнала: В.И. Кафтан, Джавад Ашджаи (1949–2020), А.Ю. Янкуш (1971–2020), А.Н. Майоров (1960–2012), В.Я. Иодис, а компании — его партнерами: JAVAD GNSS, «ГНСС плюс», КБ «Панорама», «Оптэн Лимитед», «ИнжГео» (Краснодар), «Талка-ТДВ» и др.

Представляет интерес личное мнение Александра Ивановича о программном обеспечении для обработки спутниковых ГНСС-измерений, которое он осваивал и применял в своей работе: Pinnacle (Ensemble), Justin, Giodis, TGO, LGO, GrafNav/GrafNet и др.

А.И. Сидоренко проработал на предприятии более 50 лет и в настоящее время находится на заслуженном отдыхе. Знакомясь со статьей, невольно представляешь себя сидящим у костра с интересным собеседником и опытным специалистом, преданным профессии и не равнодушным к своему делу, как и большинство сотрудников Восточно-Сибирского аэрогеодезического предприятия.

Учитывая большой объем материала, в полиграфической версии журнала размещена только часть статьи. Полный текст статьи в авторском варианте размещен на сайте журнала www.geoprofi.ru.

Редакция журнала



СПУТНИКОВАЯ ГЕОДЕЗИЯ. ЭПИЗОДЫ*

А.И. Сидоренко

В 1975 г. окончил Новосибирский институт инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии (в настоящее время — Сибирский государственный университет геосистем и технологий) по специальности «астрономо-геодезия». С 1968 г. по 2019 г. работал на Предприятии № 1 ГУГК при СМ СССР (с 2012 г. — АО «Восточно-Сибирское аэрогеодезическое предприятие»).

Пишу этот очерк и в какой-то момент спохватился, что создаю не технический отчет, предназначенный для специалистов, а рассказ в вольном жанре о делах давно минувших дней. И вспомнил собственные размышления в самом начале взрослой жизни

об особенностях нашей профессии, в которую попал совершенно случайно. А именно. Молодость моя пришлась на годы «развитого социализма», в которые на просторах нашей Родины постоянно шли всяческие «стройки века», и весьма

распространенным журналистским штампом было — «геолог-первооткрыватель», «геолог-первопроходец». Или фотография: стоит геолог с картой и подпись «Там, где не ступала нога человека». И наш мини-поселок на Радищева в Иркутске

* При оформлении статьи использованы фотографии и рисунки А.И. Сидоренко.

у местного населения именовался «У геологов», хотя геологи появились там несколько лет назад, когда мы занялись изысканиями.

Так к чему это я? Вот прочитал я в детстве все книги Г.А. Федосеева, а также военного топографа В.К. Арсеньева «В дебрях Уссурийского края» и «Дерсу Узала». В этих книгах очень хорошо описана природа суровых краев, в которых работали авторы и их товарищи, всякая местная романтика и экзотика вроде тигров или медведей-людоедов, Улукиткан, Дерсу Узала и т. д. А вот о самой работе геодезиста и топографа из этих книг представления не получишь никакого, да собственно, авторы и не ставили перед собой такой цели. То есть о нашей профессии более или менее отчетливое представление имеют только те, кто с ней сталкивался.

Помню, отец мне как-то сказал: «Вот смотрю я, Сашка, на тебя — вроде неглупый человек. А что за профессию ты выбрал дурацкую! Шастаешь где-то по полгода, не понять, чем занимаешься!» Ну, я, конечно, объяснил научно-популярно какая у нас интересная и важная профессия. На что последовало что-то вроде: «Ой, да брось ты! Я же ни один год на стройках работал! Лазит по территории какой-то полупьяный замухрышка с нивелиром. Единственная ценность, что он отметки реперов знает, а его работу любой мастер сделает!»



Над Харанором в ожидании команды на выезд

Такое вот представление о нашей профессии у широких кругов населения.

В практическую работу по спутниковой геодезии меня, старшего инженера по новым технологическим разработкам, занесло в 2002 г., благодаря Михаилу Семеновичу Козодоеву, который работал начальником ОТК предприятия.

В то время спутниковая геодезия для нас была уже не в новинку. Совместно со специалистами ЦНИИГАиК на закрепленной за предприятием территории была создана сеть пунктов ФАГС и ВГС. Также совместно с ними была выполнена опытно-производственная работа по спутниковому определению высот реперов нивелирования I класса, показавшая вполне приличные результаты. Руководству ЦНИИГАиК, правда, не хватило храбрости довести эту работу до уровня регламентирующего документа, что до сих пор осложняет отношения с заказчиками. Иркутская и Усольская экспедиции выполнили крупный проект по развитию специальной реперной сети вдоль Восточно-Сибирской железной дороги (ВСЖД).

▼ Первая «гастроль»

В 2002 г. «образовался» первый вариант нефтепровода Восточная Сибирь — Тихий океан (ВСТО-1) компании «Юкос» — от Ангарска, южнее Байкала, вдоль Транссиба, Китайско-Восточной железной дороги и на Маньчжурию. Входящее в моду воздушное лазерное сканирование для изыскания трассы проводила компания «Оптэн Лимитед». ЦНИИГАиК взялся определить координаты и высоты наземных базовых станций и направил на эту работу несколько специалистов со своими спутниковыми приемниками. Главное управление выделило еще четыре двухчастотных GPS/ГЛОНАСС приемника Legacy E. Этот приемник был разработан компанией Javad Navigation Systems (JNS)

под руководством Джавада Ашджаи.

Первый этап этой работы включал определения координат и высот базовых станций воздушного лазерного сканирования из спутниковых наблюдений. Задача нашей команды была достаточно простой — доехать до нужной базовой станции, установить приемник, включить — выключить, скачать информацию и отправляться на следующую точку. Крайней точкой являлся пункт триангуляции за станцией Харанор в Забайкалье. Так неожиданно-негаданно я попал в места моей службы в армии. Полевые работы мы закончили быстро и без проблем. Вычисления делал сотрудник ЦНИИГАиК Владимир Иванович Кафтан, у которого я и получил элементарные понятия об обработке спутниковых геодезических измерений.

Второй этап — сопровождение лазерного сканирования — наша команда (состоящая из двух отдельных групп) делала уже без ЦНИИГАиК совместно с летно-съёмочной группой компании «Оптэн Лимитед». Координатором действий определили Ю.М. Юрина, который жил вместе с летной группой и обеспечивал связь с нами для синхронной работы. Крайняя точка моей группы — тот же пункт на горе над Харанором, у второй группы — возле Забайкальска, у самой границы с Китаем. Место, в котором находилась их точка, на топографической карте носило странное название, если мне память не изменяет, — «Долина смерти».

Отработали мы сравнительно быстро, погода и другие, не зависящие от нас обстоятельства, почти не мешали. Боги почему-то благосклонно отнеслись к экологически опасной авантюре, которой являлась ВСТО-1. К концу сентября мы вернулись в Иркутск.

Официально на этом наша задача была выполнена. Но, как говорится, в сухом остатке за

нами остались четыре комплекта прекрасных, надежнейших двухчастотных приемника Legasy E (кстати, до сих пор работают) и, как бесплатное приложение к ним, великолепная программа постобработки спутниковых измерений Pinnacle, разработанная группой российских специалистов при непосредственном участии Джавада Ашджаи.

В моей жизни всегда очень важное, порой определяющее место занимали случайности. И эта, совершенно неожиданная «гастроль» по «юкосовской трассе» во многом определила направление последующей практической работы. Руководство решило не отдавать приемники в экспедицию, а оставить на предприятии.

Вскоре начались сначала периодические, а через пару лет постоянные наблюдения на пункте ФАГС, рабочий центр которого был заложен на крыше 13-ти этажного здания, где располагается предприятие.

А сразу по возвращении с «юкосовской трассы» я занялся освоением программы Pinnacle по материалам обработки сети базовых станций, которую делал В.И. Кафтан. Освоение шло методом «тыка», путем проб и ошибок и с помощью тогда еще машинописной, очень корявой документации на программу. В конце концов я добился приемлемых результатов. С тех пор и по сегодняшний день Pinnacle, можно сказать, моя «любимая игрушка».

▼ Развитие темы

Вскоре первоначальные понятия по работе с программой Pinnacle пригодились мне на практике. Опять же с подачи М.С. Козодоева у нас появилась относительно небольшая работа, подходящая для спутниковых определений. Она была связана с привязкой межевых знаков для паспортизации автодороги Тулун — Братск. Мы посмотрели карты, исходные и определяемые пункты, прикинули возмож-

ности, набрали команду и где-то в начале июня 2003 г. приступили к измерениям.

Работали очень плотно. На ночь останавливались недалеко от дороги, и я обрабатывал дневную информацию, чтобы проверить, можно ли двигаться дальше. ЭВМ у меня тогда была для этого самая убогая — так называемый «ровербук для российских дорог». Батарейка у него очень слабая, работать приходилось от автомобильного аккумулятора через самодельный преобразователь. Первая вечерняя обработка вызвала у меня состояние, близкое к тихой панике. Пунктов за день мы отнаблюдали прилично. Условия для спутниковых наблюдений, мягко говоря, случайные. Pinnacle в процессе вычисления векторов формирует протокол с подробнейшей информацией обо всех нюансах решения. На основании анализа протокола принимаешь решение о пригодности измерений и завершаешь обработку уравниванием сети или «радуешь» сообщников печальной необходимостью повторить наблюдения.

Самый верхний уровень протокола — это иконка решения, точнее, ее цвет. Зеленый — решение фиксированное, можешь, не напрягаясь, продолжать обработку. Желтый — решение плавающее, надо анализировать. Череп с костями — все, приехали. Так вот, иконка обработки первого дня оказалась зеленая с желтым, т. е. надо анализировать. Раскрыл я протокол. Образовалось большущее дерево всех ветвей решения с подробнейшими комментариями мелким шрифтом на чистой «аглицкой мове». Большая часть этой информации мало что мне говорила и не подсказывала: «А делать-то чего...?» Вот тут-то я несколько и поплыл. Взять себя в руки мне помогли коллеги. Досчитал я все до победного конца с оценкой точности. В общем-то, получилось все в пределах допусков.

Так и дошли до Братска, где меня ожидал еще один сюрприз. Мы делали работу в СК-42, а сдавать заказчикам надо было в местной системе координат. Написал простенькую программу для перевычисления и вывода в форме ведомости хода. Это оказалась очередная определяющая случайность в моей жизни — по возвращении я начал писать программу перевычисления координат.

Программирование прикладных задач стало еще одним видом моей производственной деятельности.

Так закончилась наша очередная «гастроль». Расплачиваясь за выполненную работу, заказчик мне сказал:

— Видите, Александр Иванович, я ведомость не закрываю.

— И что это значит?

— А это значит, что вы еще к нам приедете.

И действительно, на таких же условиях мы делали зимой работу по ЛЭП в Черемхово и по трассе Черемхово — Свирск, а весной 2004 г. — по автодороге Братск — Усть-Кут.

Примерно в то же время у генерального директора нашего предприятия окончательно оформилась идея о создании группы быстрого реагирования



Мой рабочий кабинет



Один из пунктов по дороге Братск — Усть-Кут

для проведения неожиданно возникавших работ небольшого объема, требовавших оперативного выполнения. Он предложил мне быть постоянным техническим руководителем и непосредственным исполнителем такого рода работ по спутниковой геодезии. То есть аналогичные работы, крупные по объему и в комплексе с другими видами работ, будут выполнять экспедиции, а там, где выгоднее обойтись малыми силами, — поручать моей команде. Подбор соучастников на конкретную «гастроль» осуществлялся по профпригодности, возможности и желанию «проветриться».

Первая, вполне официальная работа нашей «зондеркоманды» — реперная сеть железной дороги на участке Сулемка — Тинская, западнее Тайшета. Закладку пунктов выполнила Тайшетская экспедиция. Их специалисты выполняли наблюдения на исходных пунктах, а по самой реперной сети измерения делали мы. Наблюдения, обработка и сдача материалов прошли спокойно, без приключений.

Где-то через год, после окончания работ на железной доро-

ге, мы выполнили проект, похожий отчасти на тот, что делали по автодорогам для Братска. А именно, определение пар опорных геодезических пунктов для паспортизации ЛЭП «Иркутск-энерго» по всей области. Центры опорных геодезических пунктов закладывали экспедиции на своих участках работ. Координаты определяли мы и по возможности передавали непосредственно исполнителям. Работа шла быстро, без потерь времени, чему способствовало то, что с участка на участок переезжали зачастую ночью. Заканчивали мы этот проект уже в начале зимы в Заларинском, Черемховском и Усольском районах.

В 2003 г., да и в последующие годы, время от времени выполняли небольшие экспериментальные работы, прежде всего, на территории города Иркутска с целью приучить топослужбу управления архитектуры к неизбежности принятия работ, выполненных методом спутниковой геодезии, а также пробные измерения по плано-высотной подготовке (ПВП) железной дороги.

▼ Плано-высотная подготовка ВСЖД

Нашему предприятию удалось заключить очень крупный договор по съемке Восточно-Сибирской железной дороги, включающей создание ортофотопланов всего пути и стереотопосъемку крупных станций в масштабе 1:2000. Участки под плано-высотную подготовку были «нарезаны» всем экспедициям. Измерения на всех участках выполняли методом электронной тахеометрии, кроме участка от Гончарово до Слюдянки, который делал по спутниковой технологии С.В. Моисеев из Иркутской экспедиции. Работа шла медленнее, чем хотелось. В конце концов генеральный директор предприятия решил подключить к этому нашу команду.

При выполнении ПВП спутниковыми наблюдениями есть

такая особенность. А именно, изначально всегда считалось, что спутниковые определения высот уступают по точности определению координат. А.Ю. Янкуш («ГНСС плюс») на занятиях по работе с программой GrafNav для вычисления траекторий по спутниковым измерениям приводил такую графическую интерпретацию: «Вот смотрите, для определения в плане нам доступны все 360°, а для определения высоты — только выше плоскости горизонта, т. е. 180°».

Кроме того, спутниковые определения дают эллипсоидальную высоту, т. е. чисто математическое понятие. А для получения высоты над физической поверхностью Земли нужно знать высоту геоида в данной точке. «Зашитая» в Pinnacle модель геоида EGM96 имела плотность через 15', т. е. примерно через 29 км, что явно слишком грубо. Но есть у меня, похоже, ангел-хранитель. Наткнулся на сайт в Интернете с вывеской «Геофизический геоид РАН (Геоид-2000)». Там была выложена красивая коричнево-зеленая карта на всю Россию в изолиниях и заливке по шкале. Периодичность сетки через 5', точность высоты геоида — 1 мм. Есть инструмент on-line вычисления в нужной точке и возможность «выгрузки» фрагмента в текстовый файл. Просмотрел я карту геоида по всему региону ВСЖД. Аномалий не видно, значит, можно пользоваться. «Выгрузил» я регион, перекрывающий всю трассу железной дороги. Переструктурировал в формат Pinnacle, загрузил и посчитал все реперы и пункты с надежными отметками, которые у меня были. Сходимость вполне приемлемая, в пределах 10 мм, для ПВП на метровое сечение более чем достаточно. Позвонил на всякий случай в ЦНИИГАиК А.Н. Майорову (он был специалистом по геоидам), который подтвердил, что эта модель геоида вполне приличный инструмент. Так что на железную доро-

гу мы отправились во всеоружии и обошлись без нивелировки для определения высот опознаков.

Делали мы этот объект в течение года несколькими заходами: от Черемхово и на запад «до упора», от Танхоя до Петровска-Забайкальского и от Улан-Удэ до Наушек. Проблем в процессе не возникало, ничего «триллерного» не происходило. Медведи-людоеды и озверевшие аборигены не нападали — даже как-то неинтересно. Что, конечно, тогда напрягало, так это постоянная возня с аккумуляторами и для приемников, и для ноутбуксов. Тогда у нас были только автомобильные аккумуляторы разных систем. Где-то пару лет спустя наткнулся на фирму «Мастер-Связь», которая продавала сухие аккумуляторы различной емкости, на которые мы и перешли.

По возвращении с очередного заезда результаты ПВП передавали в стереоцех. Я тогда еще был там «играющим тренером» на ЦФС «Талка». Помогали опознавать точки, ждали результатов и снимков на очередной участок.

В этом же году по предложению С.Ф. Мазурова набирали информацию на пунктах ВГС в Тайшете и Братске в период выполнения залетов Ан-30 для определения центров снимков АФС.

Работа нашей «зондеркоманды» по ВСЖД, пожалуй, была самой крупной по объему и дала мне разнообразный материал для оттачивания навыков постобработки в программе Pinnacle, чем я систематически занимался в промежутках между очередными «гастролями».

Работа по определению опознаков для АФС продолжилась вскоре на большом по объему объекте по созданию ортофотопланов сельских населенных пунктов, ортофотопланов для мониторинга по Южному Прибайкалью и городу Иркутску. Организационно эта работа шла



Поселок Таежный. Спутниковые наблюдения на опознаке

уже не через нашу «зондеркоманду» переменного состава, а через землеустроительный отдел предприятия, и я к ним присоединился в качестве специалиста по обработке спутниковых определений.

▼ Привязка базовых станций воздушного лазерного сканирования

Вторая крупная работа нашей команды, ставшая первой в серии аналогичных, — это привязка базовых станций воздушного лазерного сканирования и контрольных точек трассы по второму варианту нефтепровода Восточная Сибирь — Тихий океан (ВСТО-2) севернее Байкала, вдоль трассы БАМ.

Пролог этой работы состоялся где-то в мае-июне 2005 г. Появились у нас на предприятии несколько московского вида персонажей. С.Ф. Мазуров дал ЦУ обеспечить гостей информацией о пунктах вдоль БАМа, добавив, что, вот, ребята научат вас как надо работать, и показал план-график, нарисованный этими «орлами». По этому «плану «Барбаросса» они собирались выполнить воздушное лазерное сканирование участка БАМ от Тайшета до Тынды и Невера, если мне память не изменяет, за две недели! Разложили мы дежурные карты вдоль трассы. Полюбовались «орлы» на них и тихо ушли. И больше не приходили.

А где-то уже в июле Сергей Федорович предложил мне про-

катиться по БАМу и привязать базовые станции уже выполненной этой «конторой» лазерного сканирования трассы ВСТО-2. Что, собственно, произошло? Когда эти ребята посмотрели на реальное расположение пунктов ГГС относительно трассы, то им как-то сразу и категорически расхотелось на них «опираться». Поступили они простенько и со вкусом. В качестве базовых станций использовали любой удобно расположенный местный предмет, над которым центрировали спутниковый приемник. По набранной в процессе сопровождения сканирования информации от пунктов IGS вычислили траектории в WGS-84. Через наш пункт ФАГС трансформировали координаты в СК-42 и в таком виде понесли сдавать результаты съемки в проектный институт. Там не оценили по достоинству столь «прогрессивный» подход и потребовали найти стороннюю организацию, которая бы «почеловечески» привязала их творчество к геодезической сети.

Генеральный директор предприятия согласился на эту работу и поручил ее нам. Работа выполнялась в два захода: первый — Тайшет — Братск, второй — Нюя — Тында — Невер. Первый как-то мне не запомнился. Работа как работа: спокойно, быстро и без проблем. Технологию построения сети я выбрал в виде цепочки вытянутых диагно-

нальных четырехугольников, вершинами которых являлись пункты ГГС или пункты сетей сгущения, реперы ГВО и определяемые базовые станции. И в каждом четырехугольнике две контрольные точки на трассе ВСТО-2. Впоследствии такая схема стала типовой на аналогичных работах.

Закончив первый участок, вернулся в Иркутск. Отправил результаты заказчикам и практически без паузы выехал на следующий. А именно, в Верхне-Марково, на нашу полевую базу партии, выполнявшей изыскания трассы ВСТО-2. Моя «зондеркоманда» на сей раз должна была состоять из сотрудников Иркутской экспедиции. В общем-то, знакомые все лица. Генеральный директор в качестве «командирского танка» выделил мне «Ниву-Шевроле». Так что ехал я от Иркутска до Верхне-Марково, как «белый человек». Пообщавшись на базе партии с ребятами, имевшими опыт работы по БАМу, получил от них категорический совет отправить мой «командирский танк» обратно, потому что он гарантированно развалится где-нибудь за Северомуйском, а может и раньше. ПриБАМовская автодорога местами напоминала прифронтовую. Самый хороший транспорт для нее — это «КАМАЗ» или «Урал». «УАЗик», в общем-то, тоже без гарантии, особенно на бродах.

Вопрос с «командирским танком», правда, «рассосался» сам собой следующим образом. Заказчику не понравилась связь между смежными базовыми станциями у поселка Чунского и Братска. Из-за отсутствия приемлемой автодороги вдоль железной дороги между этими пунктами, чтобы не терять времени на лишние переезды, я сделал ее из косвенных построений. Идея об обязательном измерении вектора между смежными пунктами сети идет еще со времен GPSurvey, плавно перейдя в менталитет разработчиков TGO, и до сих пор «отравляет

жизнь». Хотя все больше в практику входят высокоточные методы абсолютных определений. Так что, прежде чем начинать работу по БАМу, нам пришлось в облегченном составе прогуляться по маршруту Братск — Тайшет, дабы соблюсти чистоту этой идеи. На спуске у Семигорска у машины обломилось левое переднее колесо, ее потащило через дорогу, и мы свалились в кювет. Вытащил нас на дорогу встречный грузовик. Закрепили колесо, и, прихрамывая, «Нива-Шевроле» дотацилась до пункта ВГС в Братске. Обсудили ситуацию, водитель отправился штопать «командирский танк» для возврата в Иркутск. Уже когда мы ехали по приБАМовской дороге на «УАЗ-452», я не один раз возносил хвалу создателю за эту потерю. А вектор измерили, расхож-

дение с первым результатом в координатах получилось от 5 до 8 мм.

Работа вдоль БАМа — одна из самых интересных моих поездок, прежде всего, с туристической точки зрения. Технически работа была несложная. А местность исключительно живописная: перевал Даван над Байкальским тоннелем, спуск к Северобайкальску, дорога вдоль Байкала под мысовыми тоннелями, перевал над Северомуйским тоннелем. Очень красивые места у Кодарского хребта, особенно озеро Леприндо, горы у станции Янчукан и еще множество уникальных уголков.

Дорога вдоль БАМа — очень разная от участка к участку. То вполне цивилизованная — асфальт, бетон, разметка. То вдруг без всяких полутонов и переходов — полный кошмар —



Над Байкальским тоннелем



Ручей на перевале Даван

камни, ямы, необъятной ширины и непредсказуемой глубины лужи, рухнувшие или держащиеся на последних гвоздях мосты. Взамен упавших мостов — стихийно образовавшиеся броды подозрительной глубины, проезд с разрешения железнодорожников по рельсам мостов или на платформе, как через Олекму от станции Хани. Нам повезло, что мы попали в маловодный сезон, — все броды «таблетка» прошла уверенно.

Ну, это, так сказать, туристические впечатления. А в техническом смысле запомнилась мне эта работа своеобразным выбором мест расположения и закрепления некоторых базовых станций. По-видимому, исполнители руководствовались, прежде всего, возможностью оставить приемник и антенну на время работы без присмотра. Вполне понятное желание: очень скучно «тупо» болтаться у приемника, чтобы его кто-нибудь «не прихватизировал», пока вертолет «утюжит» трассу. К примеру, в каком-то из поселков базовую станцию разместили на крыше железнодорожного вокзала. И там меня постигла «конфузия». Начальник вокзала, как нормальный человек, дал мне ключ от выхода на крышу. А на вокзале в это время работала комиссия из РЖД во главе с каким-то важным чином. Он поднял крик по поводу нахождения посторонних на режимном объ-

екте. Мои верительные грамоты его не убедили. «Вытер ноги» об начальника вокзала и пошел писать акт о вопиющей потере бдительности. Пришлось мне ограничиться «взятием» опознака на хорошо читаемом контуре.

А в Тынде базовую станцию разместили аж на территории «зоны». Когда я стал уточнять по связи как туда добраться, мне было велено наплевать на это дело, так как потребуется официальное разрешение МВД, а это долго и нудно. Так что Тынду мы обошли, ограничившись контрольными точками.

Ближе к окончанию командировки природа грубо напомнила нам о том, что мы, вообще-то, находимся на Севере, а не где-нибудь на Полтавщине. 28 августа экипаж нашей «таблетки» работал в окрестностях станции Ларба. Стоял отличный солнечный день. Ночевать мы расположились у моста через реку Ларбу на маленьком пляже. Загорали, купались. А ночью подул ветер, пошел дождь, к утру повалил мокрый снег. Ехали по дороге, заваленной мокрым снегом и окруженной согнувшимися под его тяжестью деревьями. В таких же условиях тащились через перевал по дороге Тында — Невер к нашей последней базовой станции у поселка Соловьевск.

По такой же схеме спутниковых наблюдений нашей командой были выполнены еще две



Остатки временной объездной железной дороги

аналогичные работы. Это определение базовых станций и сопровождение воздушного лазерного сканирования трассы ВСТО-2 по маршруту Усть-Кут — Талакан — Ленск — Олекминск — Алдан — Тында.

На участке Усть-Кут — Талакан работала компания «Аверс» из Петропавловска-Камчатского к великому моему облегчению — уж очень там тяжелый пейзаж. А нам досталось остальное. На участке Талакан — Ленск — Олекминск — Алдан я отвечал за проектирование, исполнение и обработку измерений. Лазерное сканирование делали специалисты компании «ИнжГео» из Краснодара. Эпизодически они же участвовали в наземных спутниковых определениях вместе с нами. Непосредственными исполнителями наблюдений были ребята из Якутского АГП и из Нерюнгринской экспедиции. Работали мы на вертолете Ми-8 компании «Дельта К» из Чюльмана.

Участок от Тынды до Алдана делала команда тогда еще существовавшего филиала Забайкальского АГП из Улан-Удэ. Работали они на автотранспорте. В Алдане мы состыковались, и я



29 августа на дороге между Ларбой и Тындой

забрал у них материалы для окончательной обработки. К моему великому удовольствию, специалистом по спутниковым измерениям в этой команде оказался такой же фанат Pinnacle, как и я, и работали они на приемниках JNS. Очень аккуратная, грамотная работа — сети объединились без малейших проблем.

Также вместе с «ИнжГео» выполнили работу по проектируемой железной дороге Нарын — Лугокан в Забайкалье. Я туда не поехал. На моей совести была окончательная обработка измерений, оформление и сдача.

Следующая аналогичная работа — это трасса газопровода Сахалин-Хабаровск. Непосредственным исполнителем была Иркутская экспедиция нашего предприятия и группа специалистов из Костромы.

Существенную помощь для планирования работы нам оказал Михаил Маркович Свидерский — тогда главный инженер Дальневосточного АГП. Зашли к нему перед поездкой. У Михаила Марковича на рабочем столе стояло два компьютера, на один из которых, с большим монитором, были подключены базы данных на интересующую нас территорию. Вывел он на экран пейзаж из свежих космоснимков на нашу трассу, добавил пункты. Мы их подробно просмотрели. Он рассказал, на какой стоит ехать, на какой нет — год назад было обследование. Дал «хвосты» координат, сказав, чтобы оформили должным образом заявку, и еще много полезной информации об ожидающей нас местности.

Работу выполняли в два этапа. Первый — определение базовых станций, второй — сопровождение. Первый мы практически закончили к приезду летно-съемочной команды компании «Оптэн Лимитед». Забавное у нас знакомство состоялось с ее представителями. Заходят они к нам в номер и как-то

несколько агрессивно интересуются состоянием дел.

— Да, в общем, — говорю, — закончено. Завтра соберу все, проверю и отдам вам.

Очень это их удивило. И когда они убедились, что все в порядке, то такая была реакция, прямо-таки слезы счастья пролились. Поинтересовался я причиной столь сильной радости.

— Да, — говорят, — первый раз с таким столкнулись. В лучшем случае только начинали работать, а здесь такой сюрприз!

Отдал я им координаты базовых станций, определили для них калибровочный участок в координатах UTM — Pinnacle это позволяет. Они откалибровались и начали летать, а я на «командирском танке», в качестве коего была у меня «таблетка», шастал в бригады за флешками с информацией. Участок Хабаровск — Комсомольск отработали быстро. Комсомольск — мыс Лазарева с перебоями из-за сложностей вылета из аэропорта Комсомольска — там военный авиазавод. Но все когда-нибудь кончается — закончили и мы, полюбовавшись Татарским проливом в Де-Кастри и низовьями Амура в Богородском.

Совместная работа с «Оптэн Лимитед» шла у нас очень четко. По окончании они, расчувствовавшись, даже «грозились» написать моему начальству хвалебное письмо, чтобы обняли нас перед строем или как-нибудь еще «погордились». Я

отбыл в Иркутск, а группа из Костромы, как и наша, остались на изысканиях.

Те работы, о которых я написал, были выполнены нашей «зондеркомандой» малыми силами и без героических усилий. Мне повезло в том, что все работы заказчики позволяли делать в системе координат СК-42. То есть я имел возможность «опираться» на пункты полигонометрии сетей сгущения, а располагались они, как правило, в доступных для «мирного» населения местах. К тому же практически все они имели отметку из геометрического нивелирования. На пункты триангуляции я «опирался», если они были доступны без особых проблем и имели приемлемые условия наблюдения или от безысходности. Трасса Сахалин — Хабаровск стала последней, где разрешалось использовать СК-42. Ее продолжение на участке Хабаровск — Владивосток уже нужно было делать в СК-95.

То же самое по ВСТО-2 от Невера до Находки. А это значит только пункты триангуляции и реперы нивелирования. То есть подниматься на какую-нибудь гору, ронять сигнал, если он еще не упал, и разрубать площадку. Соответственно, производительность падает в разы.

▼ Работа по рекам

Еще одна необычная работа с применением спутниковой геодезии — это определение про-



Ветряки в Де-Кастри

филя дна реки. С предложением об участии в таких измерениях к нам обратился Юрий Анатольевич Мисюркеев, директор фирмы, занимавшейся прогнозированием наводнений для Байкало-Ангарского бассейна внутренних водных путей. Суть работы заключалась в следующем. У них имелась большая надувная лодка с подвесным мотором и эхолотом, на которую нужно было установить спутниковый приемник с антенной и питанием, чтобы одновременно с измерением профиля дна эхолотом определять точки траектории движения. И вторая часть работы — определение высот свай временных водомерных постов на участке съемки.

Сделали в лодке прочное основание для установки и закрепления штатива и место для аккумулятора. Первый участок — на Ангаре от пристани в Жилкино до устья реки Китой. Второй участок — от устья Китоя до устья Белой. Скорость лодки небольшая, периодичность записи поставил через минуту. Технически работа сложности не представляла ни в наблюдении, ни в обработке. В туристическом плане очень приятная прогулка: не спеша, с заходом в протоки у временных водостоков, в хорошую погоду — лепота!

Аналогичную работу с этой же командой выполнили по Бирюсе, от «мертвого» поселка Гавань выше Бирюсинска и до моста по автодороге М53 у Тайшета.

▼ Изготовление фотоабрисов для калибровки космических снимков

В 2013 г. выполнили небольшую, технически интересную работу по заказу РНИИ КП, суть которой заключалась в следующем. На тестовом участке местности размером 36х36 км вокруг Иркутска нужно было определить 100 опорных точек местности (ОТМ). Они должны были размещаться равномерно по площади участка и находиться на объектах, обеспечивающих долговременную сохранность и хорошо читаемых на космических снимках. Каждая точка должна была располагаться строго в центре фотоабриса размером 1001х1001 пикселей. Фотоабрис допускалось изготавливать, используя открытые ресурсы Спутник Яндекс и Спутник Google. Система координат — UTM, формат абриса — GeoTIFF. Сеть для определения координат ОТМ должна была опираться на два пункта IGS и четыре пункта ГГС. Полевые работы выполняла команда из 5 человек. Разработка методики и сама обработка были на моей совести. Чтобы соответствовать всем требованиям ТЗ, пришлось построить технологическую цепочку, основанную на программах SASPlanet, Global Mapper, Photoshop, «Панорама», MapInfo и программе собственной разработки Мираж-4-Р.

Полученный результат удовлетворил заказчика, институт выразил пожелание работать с

нами по этой теме дальше, поскольку она имела перспективы. Дабы не открывать Америку заново, я написал подробное методическое руководство. Однако развития эта тема не получила из-за отсутствия финансирования.

Вот, пожалуй, самые интересные, на мой взгляд, работы по спутниковой геодезии, в которых я принимал непосредственное участие, как видно, достаточно разные по назначению и условиям выполнения. Они дали мне большой и разнообразный набор измерительной информации для постобработки, чем я и занимался оперативно по ходу их выполнения, а также после, в спокойной обстановке для совершенствования навыков работы с программами.

Собственно, и в настоящее время эпизодически принимаю участие в обработке спутниковых измерений разного назначения. Как я уже упоминал в самом начале очерка, моя любимая программа постобработки была и остается Pinnacle. Очень жаль, что коллектив разработчиков разбежался. Часть из них ушла в Торсон и на их совести хорошая программа Торсон Tools, часть осталась в JAVAD GNSS и ими созданы программы Justin и Giodis. Тем не менее, запас прочности у Pinnacle (Ensemble) приличный, и по сей день на нашем предприятии это основная программа постобработки спутниковых определений.

▼ Эпилог

Хочу напомнить читателю, что все написанное мною выше, это личные впечатления и воспоминания, а не очерк о развитии спутниковой геодезии на нашем предприятии. У меня для этого просто нет материалов. А в самом общем виде могу сказать следующее. Основной объем топографо-геодезических и изыскательских работ выполнялся и выполняется в полевых подразделениях. Это Иркутская экспедиция — ОКЭ № 3, впоследствии



Правый берег Ангары напротив Ангарска



ИТГП, а ныне УИИ, и Усольская экспедиция — ОКЭ № 1, а сейчас УТГП, а также созданный с началом и активизацией работ по земельному кадастру землеустроительный отдел. И если в начале периода этим занимались отдельные специалисты, такие как, к примеру, Сергей Владимирович Моисеев, и относились к спутниковой геодезии как к чему-то особенному, то сейчас это обычная повседневная работа.

Объективные причины этого — небольшое количество спутниковых приемников в начальном периоде. Да и выполнить правильно постобработку, скажем, в GPsurvey, не в пример сложнее, чем в Topcon Tools или Giodis.

Но постепенно приемников стало вполне достаточно: это в основном различные версии Leica GX, выпускаемые ЭОМЗ. Объем памяти приборов и

емкость их батарей стали такими, что можно не беспокоиться о планировании наблюдений: запишем все, потом разберемся. Возможности ноутбуков сейчас не хуже, чем у стационарных компьютеров: это уже не «ровербук для российских дорог». Постепенно и заказчиков приучили относиться к результатам спутниковых измерений более-менее лояльно. Например, в управление архитектуры города Иркутска мы предоставили два отчета почти на уровне диссертации по спутниковым определениям пунктов полигонометрии от нашего пункта ФАГС.

Правда, кажущаяся простота спутниковых измерений (а что тут сложного: кнопку нажал, кнопку отжал, «слил» в компьютер, посчитал) иногда приводит к «конфузиям». Но в целом, на достигнутом уровне ситуация терпимая.

 **КБ ПАНОРАМА**
Геоинформационные технологии
gisinfo.ru

ГИС

современные технологии цифровизации

ГИС Панорама версия 14
Расширенные инструменты пространственного анализа и обработки геоданных из открытых источников

Банк данных ЦК и ДЗЗ версия 6
Ведение федеральных и региональных фондов пространственных данных

Комментарии

Спутниковая геодезия

Официально такого раздела геодезии вроде бы не существует, вернее трактуют его достаточно широко. Для меня как практика спутниковая геодезия это технологическое понятие, то есть совокупность специальных инструментов, приемов работы с ними и программного обеспечения, позволяющая определять с необходимой и предсказуемой точностью координаты точек земной поверхности и траекторий движения наземных, воздушных и водных транспортных средств. Основой всего этого безобразия является группировка специальных геодезических спутников. Наиболее известные - это американская NAVSTAR и опирающаяся на нее система глобального позиционирования GPS и наша система ГЛОНАСС. Параметры орбит спутников с максимальной точностью отслеживаются с наземных станций. Глобальной наземной основой для собственно определения координат нами, геодезистами, является сеть наземных базовых станций с постоянно работающими на них спутниковыми приемниками. Координаты этих станций определены с максимальной точностью в мировой системе координат WGS-84, постоянно уточняются и вместе с измерительной информацией находятся в открытом доступе в Интернете. Находятся и работают базовые станции этой сети и на территории нашей страны. Не помню точно - сколько их, кажется, штук 70.

Сейчас они в ведении РАН. У нас в Иркутске к примеру в институте ВНИИФТРИ три рядом расположенных пункта, входящих в глобальную сеть IGS.

ГЛОНАСС, в первую очередь предназначавшаяся для военных, опирается на собственную группировку спутников и как на собственные базовые станции и пункты ФАГС, так и на станции глобальной сети IGS.

Ну а мы, геодезисты, пользуемся специальными спутниковыми геодезическими приемниками, с помощью которых различными способами определяем координаты и высоты.

Самые простые приемники, не технически конечно простые, а в пользовании - это повсеместно распространенные навигаторы. От маленьких карманных до автомобильных с хорошим цветным дисплеем и активной картой местности. Для геодезистов навигатор - это вспомогательный инструмент. С помощью его отыскивают на местности пункты геодезической сети и выполняют различные рекогносцировочные работы.

Основной инструмент на начало периода, в котором мне приходилось работать, - это одно- или двухчастотный спутниковый приемник. Приемник или несколько приемников устанавливаемые над центрами пунктов наблюдаемой сети, синхронно принимали и записывали в память сигналы с пролетающих спутников. Затем информация с приемников скачивалась в файлы и обрабатывалась программами постобработки. Это основной способ определения координат пунктов геодезической сети – статика.

Такой же приемник устанавливался на автомобиль, самолет или вертолет и вел запись сигналов в движении, программами постобработки по записанной информации определялись координаты точек траектории. Этот режим называется кинематика.

Сочетание этих двух режимов в одном называется «Stop and Go» - «Стой-Иди» - работающий в режиме кинематики приемник на короткое время останавливается на определяемой точке, переводится в режим статики, затем опять в кинематику и так до конца маршрута. Программа постобработки вычисляет координаты точек остановки.

Дальнейшее развитие способа кинематики это «Real Time Kinematic» - кинематика в реальном времени. В этой технологии работает пара приемников – база и ровер. База - это приемник, установленный на базовой станции с известными координатами. Приемник оснащен передающим радио- или GSM-модемом и специальным программным обеспечением, непрерывно вычисляющим поправки к местоположению ровера. Ровер снабжен принимающим модемом и программным обеспечением выводящим на дисплей ровера текущие координаты. В последнее время все большее распространение находит технология PPP – precise point position, вычисление в режиме постобработки положения пункта без использования базовых станций, только обработкой информации набранной приемником на определяемом пункте в течение длительного времени (минимум нескольких часов) и точных эфемерид спутников.

Впервые мы познакомились с этой технологией при освоении программы GrafNav/GrafNet. Применить ее на практике нам не пришлось из-за отсутствия заказов на аэрофотосъемку.

Спутниковая геодезия развивается очень быстро, сейчас это основная технология определения координат любого уровня точности от государственных геодезических сетей до изысканий и кадастра.

ФАГС, ВГС, СГС-1

В настоящее время в Российской Федерации ведутся работы по развитию государственной геодезической сети (ГГС) и обновлению опорных геодезических сетей. С одной стороны, многие пункты ГГС оказались утрачены, а с другой — государственная система координат СК-95, созданная на основе традиционных наземных геодезических методов измерений, уже не может в полной мере удовлетворять многочисленных потребителей. Необходима государственная система пространственных координат, опирающаяся на пункты новых геодезических сетей, измерения на которых должны выполняться с помощью геодезических технологий, основанных на глобальных навигационных спутниковых системах (ГНСС).

Создаваемая ГГС должна состоять из трех уровней:

- фундаментальной астрономо-геодезической сети (ФАГС);
- высокоточной геодезической сети (ВГС);
- спутниковой геодезической сети 1-го класса (СГС–1).

Несколько десятков пунктов ФАГС с расстояниями между ними в 650–1000 км, а также несколько сотен пунктов ВГС с расстояниями между смежными пунктами от 150 до 300 км уже созданы и являются фундаментом государственной геоцентрической системы координат. На основе ФАГС и ВГС создаются фрагменты более плотной сети геодезических пунктов — СГС–1. Расстояния между смежными пунктами СГС–1 должны составлять 20–30 км. Поэтому пункты именно этой сети формируют каркас, на который смогут опираться геодезические сети для различных приложений — от опорных межевых сетей до геодезических сетей, предназначенных для строительства и эксплуатационного содержания гражданских и промышленных объектов.

Развитие СГС–1 является масштабной государственной задачей. Ожидается, что количество пунктов, включенных в нее, составит несколько тысяч. Отдельные фрагменты СГС–1 могут покрывать территорию субъекта Российской Федерации и иметь протяженность в несколько сотен километров, а с учетом необходимой привязки к пунктам ФАГС и ВГС, даже превышать тысячу километров. При этом к точности определения координат пунктов СГС–1 предъявляются высокие требования. Средняя квадратическая ошибка (СКО) определения положения пунктов СГС–1 относительно ближайших пунктов ВГС и ФАГС не должна превышать 1–2 см в районах с сейсмической активностью 7 и более баллов и 2–3 см в остальных регионах страны.

Очевидно, что для достижения столь высоких характеристик точности измерения на пунктах СГС–1 должны выполняться только двухчастотными геодезическими приемниками ГНСС (GPS/ГЛОНАСС). Но, кроме того, особое внимание необходимо уделять программному обеспечению, используемому для обработки измеренных данных.

Воздушное лазерное сканирование

Лазерное сканирование – технология, позволяющая создать цифровую трехмерную модель объекта, представив его набором точек с пространственными координатами. Технология основана на использовании лазерных сканеров, измеряющих координаты точек поверхности объекта с высокой скоростью порядка нескольких десятков тысяч точек в секунду. Полученный набор точек называется «облаком точек» и после соответствующей постобработки может быть представлен в виде трехмерной модели объекта, плоского чертежа, набора сечений, поверхности и т.д.

Более полную цифровую картину невозможно представить никаким другим из известных способов. Процесс съемки полностью автоматизирован, а участие оператора сводится лишь к подготовке сканера к работе.

Существует два варианта технологии – воздушное лазерное сканирование и наземное. При воздушном на носитель (обычно вертолет) устанавливается комплект оборудования в составе сканера, цифрового аэрофотоаппарата и спутникового геодезического приемника для координирования точек траектории. В соответствии с составом оборудования технология применяется при съемке площадных и линейных объектов. Компания «Оптэн Лимитед», с которой мы работали на некоторых объектах, одна из первых у нас в России выполняла работу также по линиям ЛЭП для определения провиса проводов.

Базовая станция воздушного лазерного сканирования – координированная точка на земле вблизи траекторий полета носителя. Это может быть удобно расположенный пункт геодезической сети либо специально определяемая точка. Синхронно со сканированием на базовой станции работает спутниковый геодезический приемник. От координат этой базовой станции при постобработке вычисляются координаты облака точек.

Программы постобработки

Хочу поделиться своими впечатлениями о программах, с которыми мне приходилось иметь дело. В целом о программах можно сказать следующее. В конечном итоге все программы дают вполне сопоставимые результаты. У каждой есть свои плюсы и минусы, свои особенности, основанные на собственных «тараканах» в голове у разработчиков.

Полевые работы по спутниковым определениям, по сравнению с классической геодезией при хорошо составленном рабочем проекте и сработавшейся команде сложностей не представляют. А вот постобработка программами время от времени преподносит сюрпризы.

Так вот, о программе постобработки спутниковых определений Pinnacle. Разработчик программы Джавад Ашджаи, тогда входивший со своей компанией в фирму Торсон, выбрал довольно-таки необычный способ локализации программы – если спутниковый приемник покупался у них в компании, то его идентификатор зашивался в базу программы, то есть приемник авторизовывался и она работала в любом проекте, где присутствовал хотя бы один такой приемник. То есть, отдельно программу приобретать было не надо. Это позволило широко распространить ее среди наших специалистов. В том числе и я получил возможность с ней работать. Когда мне пришлось обрабатывать уже собственные наблюдения, порой выполненные в неблагоприятных условиях, что вызывало проблемы при обработке, очень помогали консультации по телефону разработчиков программы. Авторы программы наши русские специалисты, очень открытые для общения. Озвучишь внятно тему, следует развернутый четкий ответ, или что-нибудь вроде:

- А, понял! Это не я, это Леха знает. Леха, иди сюда, тут мужик интересуется!

Приходит Леха и снимает проблему.

На современном уровне с консультациями JAVAD GNSS несколько сложнее, письменная система вопросов-ответов для авторизованных клиентов. С ней я столкнулся, когда осваивал их современную программу Giodis. Хотя по-своему тоже хорошая система, просто нужно внятно изложить, что ты собственно хочешь. Хороша эта система тем, что пока излагаешь суть проблемы, борясь со своим природным косноязычием, глядишь и сам поймешь, что к чему, и спрашивать не надо.

Вот по такой методике шло у нас освоение программы Pinnacle. А где-то год-два спустя, будучи в Москве, коллега зашел в компанию JAVAD GNSS, получил ряд полезных советов, в том числе по «Stop and Go», что очень пригодилось на съемке намертво заросшей ЛЭП, где-то в глухой Куйтунщине. И позднее в работах нашего землеустроительного отдела эта технология применялась достаточно активно. И еще дали ему полноценную документацию по программе.

По мере накопления практического опыта измерений и их обработки, для сравнения возможностей освоил также наиболее распространенную в России программу постобработки TGO (Trimble Geomatic Office). Затем по предложению нашего директора программу GrafNav/GrafNet компании NovAtel, заточенную под высокоточную обработку траекторий полета. А когда JAVAD GNSS прекратила поддержку Pinnacle, то чтобы иметь альтернативу освоил обработку в программе LGO (Leica Geo Office) версий 5.0 и 7.0, которая поставлялась нам вместе с приемниками Leica GX, собиравшимися на заводе ЭОМЗ.

А позднее, приобрели мы на всякий случай по ключу современных программ постобработки JAVAD GNSS Justin и Giodis. Кстати, Иодис Виктор Янович - автор программы Giodis - сын астронома Иодиса, работавшего у нас в 8-й экспедиции. Так что мир геодезии довольно-таки тесен. Контакт у меня с ним был очень хороший. На минимально прожиточном уровне программы были освоены, тем не менее я по-прежнему остаюсь приверженцем Pinnacle.

В завершение разговора о программах мои впечатления об упомянутых продуктах. Pinnacle я ставлю выше всех перечисленных программ не потому что это моя «первая любовь», а прежде всего за очень мощный инструмент выбора варианта решения и развитую систему протоколов и отчетов по всем шагам работы программы. Это позволяет детально анализировать обработку и управлять ей. И очень удобный интерфейс из трех одновременно присутствующих в окне программы панелей: панель сырых данных, панель решений и панель уравнивания сети. Виктор Янович говорил, что эти панели решение самого Джавада Ашджаи.

А по поводу возможностей управления вариантами решения был у меня такой эпизод. Обработывал сеть наблюдавшуюся в очень плохих условиях, и решение «Auto», т.е. в варианте, который программа выбирает сама, мне не понравилось. Стал я комбинировать другие варианты, анализировать результаты и решил проконсультроваться у разработчиков. Изложив ситуацию, сформулировал я вопрос примерно следующим образом:

- Можно ли таким способом улучшить решение?

На что последовал примерно следующий ответ:

- Давайте договоримся о терминологии. Я бы сказал не улучшить решение, а спасти решение. По-видимому, у Вас нет возможности повторить наблюдения, выполненные в плохих условиях. Это так?

- Да, так.

- Ну тогда это единственное, что Вам остается делать. А вообще, о вариантах решения хочу сказать следующее. Практически все факторы, влияющие на качество решения, формализуются. Т.е., можно составить соответствующий алгоритм и зашить его в программу. Свою программу мы разрабатывали, имея опыт работы с другими известными программами, и постарались его учесть. Так что рекомендую все-таки выбирать вариант обработки «Auto», потому что, выбирая другие варианты, можно необоснованно отключить влияние того или иного фактора.

И еще хочу отметить входящую в состав Pinnacle очень хорошую подпрограмму обработки аэрофотосъемочной кинематики «Event Editor», которая вычисляет координаты центров аэрофотоснимков по метке, переданной в приемник в момент срабатывания затвора АФА. По предложению генерального директора, С.Ф. Мазурова, установили мы один приемник Javad Lexon H на борт аэрофотосъемочного Ан-30. То есть, закрепили на самолет специальную антенну, измерили элементы ее центрировки относительно АФА и подключили приемник к электронно-командному прибору аэрофотокамеры. Научили оператора включать-выключать приемник и отправились летать. Первый раз помню, включил я приемник сам и выпрыгивал из самолета, когда он начал вырывать со стоянки.

Обработка пробных полетов над Иркутском, наложение вычисленных центров на карту с визуальным контролем по полученным аэрофотоснимкам показала хорошие результаты. И опять же Сергей Федорович предложил использовать эту технологию на стереотопосъемке ВСЖД по очень необычной схеме. Он предложил в качестве базовых станций для вычисления траектории и центров АФС использовать пункт ФАГС Иркутск, пункты ВГС Тайшет и Братск с постоянно работающими во время производства полетов приемниками. Я отнесся к такому подходу скептически. Считалось, что кинематика не дает высокой точности определения местоположения и базовые станции размещали как можно ближе к объекту съемки. А тут расстояния Иркутск - Тайшет, Иркутск - Братск более 600 км. На что Мазуров сказал что-то вроде:

- А ты пробовал?

- Нет, не пробовал.

- Ну так попробуй, мало-ли кто чего сказал!

Ну вот, взяли и попробовали. По завершению полетов обработал все маршруты от каждого пункта. Окончательный результат вычислил как средневесовое по среднеквадратическим ошибкам каждого центра выданным программой. Надо сказать, что на этом объекте использование центров при стереотопосъемке не вышло за рамки экспериментальной обработки трех участков, выполненной в программе ЦФС «Талка».

Несколько позднее на крупном объекте по созданию ортофотопланов на Южное Прибайкалье координаты центров по ГНСС-определениям вполне успешно применялись как само собой разумеющееся.

Кстати, о «роли личности в истории». Занимаясь вопросами разработки и внедрения в практику новых технологий давно уже пришел к выводу что успехи в этом направлении зависят, прежде всего, от интереса к этому первых руководителей. С конца 90-х годов и по настоящее время инициатором и «бульдозером» продвижения в жизнь новых технических решений и новых для нас видов работ является Сергей Федорович Мазуров. Не могу это не отметить.

И еще один эпизод обработки аэрофотосъемочной кинематики в подтверждение возможностей программы Event Editor of Pinnacle. Летали наши аэросъемщики на Ан-30 по ЛЭП на юге Красноярского края. ПВП аэрофотосъемки и фотограммобработку выполняла компания «Талка-ТДВ», разработчики вышеупомянутой одноименной программы. Произошла между нами какая-то нестыковка и специальных наблюдений на базовых станциях для привязки центров АФС не велось. Отлетали все, приносит мне директор диск с файлами спутниковых измерений на борту Ан-30: «Вот, надо обработать». Предупредив, что за результаты не ручаюсь, обработал траектории от трех пунктов – наш ФАГС Иркутск и пункты международной сети IGS NOVJ (Новосибирск) и NRIL (Норильск). Общее решение получил как средневесовое по ошибкам в WGS-84, СК-42 передал от ФАГС Иркутск. На хорошие результаты не приходилось рассчитывать. Тем не менее, всё обработалось, кроме нескольких дыр из-за отсутствия общих спутников на тот момент. Наложили центры на карту 1:25 000, сопоставили с контурами на снимках. Визуально все о'кэй. Отправил центры в ЦФС «Талка», как ни странно всё обработалось вполне прилично.

TGO (Trimble Geomatic Office)

В начале 2000-х TGO и ее предок GPSurvey были самыми распространенными программами на просторах нашей родины. Практической необходимости осваивать ее у меня не было – Pinnacle прекрасно решал все задачи, с которыми нам приходилось сталкиваться. Решил я с ней познакомиться по двум причинам. Во-первых, из любопытства – а вдруг там есть чего-нибудь интересное и оригинальное. Во-вторых, по причинам, можно сказать личного характера. Не раз приходилось вступать в контакт с другими фирмами, в том числе и заказчиками, специалисты которых работают на TGO.

Дабы проще было разговаривать в сложных ситуациях с возможными оппонентами, решил освоиться и с этой программой. Обработал с ее помощью три проекта разного назначения и получил в первом приближении представление о возможностях и особенностях программы. Кайфа особого не поймал. Программа как программа. Ничего суперкрутого. Интересна она у меня не вызвала, ограничился этим знакомством.

GrafNav/GrafNet (NovAtel)

С программой, как и с представителем компании в России Янкушем Александром Юрьевичем познакомился на научно-технических конференциях. Александр Юрьевич не просто дилер, а грамотный, энергичный специалист, возглавлявший одну из московских фирм, специализирующейся на съемке и обработке траекторий, определяемых приемниками компании NovaTel. Заинтересовался этой программой наш генеральный директор. Предложил мне познакомиться с ней поподробней и подумать об ее приобретении. Как я писал выше о Pinnacle, траектории мы обрабатывали вполне уверенно и без GrafNav/GrafNet и решили купить один ключ чисто из личных соображений – вдруг какой-нибудь из «продвинутых» (или проплаченных) заказчиков потребует, чтобы обработка делалась именно в этой программе. Занялся я ее освоением на материалах ранее отснятых траекторий. Освоение шло со скрипом, но вскоре «Земкадастрсъемка» купила 10 ключей этой программы и А.Ю. Янкуш приехал в Иркутск для проведения обучения.

На занятиях Александр Юрьевич снял все не решенные мной нюансы обработки траекторий. Практически же применить мне ее не пришлось – не было больше у нас заказов по этой тематике. Общее впечатление от программы не восторженное, тем более не смог толком освоить ее раздел GrafNet – обработку геодезической сети. По-видимому - это слабое место программы и А.Ю. Янкуш как-то очень изящно уходил от вопросов по сети к траекториям.

Leica Geo Office (Leica GeoSystems)

Имел дело с версией 5.0 - перевод документации и элементарные приемы работы. С версией 7.0 работал более основательно. Эту программу обкатывал на производственных объектах, что позволило написать подробное методическое руководство и довести его до полевиков. Некоторым из наших специалистов программа понравилась и предпочитают работать в ней. Но большинством используется только для создания файлов в формате RINEX из файлов сырых измерений приемников Leica для обработки в Pinnacle.

Интерфейс программы резко отличается от всех выше упомянутых, достаточно простой и наглядный. Хотя в целом сценарий работы с проектом обработки от настройки системы координат до получения выходного

каталога довольно-таки громоздкий. Мне кажется, это из-за любви разработчиков программы к такому понятию как проект. Это заметно при разовой обработке, при постоянной работе все достаточно просто.

При подключенном Интернете есть возможность загрузки в проект данных по пунктам IGS. Имеется способ решения SPP – single point position – способ абсолютного вычисления координат, что-то вроде активно раскручиваемого сейчас способа PPP - precise point position. Очень удобный инструмент трансформирования из WGS в выходную систему координат по опорным пунктам – подпрограмма Datum/Map. В Datum/Map возможно применение пяти различных способов трансформирования. Наиболее близкий к Pinnacle способ Two Step. Удобная Excel-подобная таблица выходного каталога с настраиваемыми колонками.

Очень полезный инструмент программы подготовка кодов снимаемых объектов с сохранением в отдельный проект, т.е., что-то вроде классификатора. В сочетании с хорошим контроллером приемника удобно делать съемку, с доработкой отснятого плана в AutoCad. Общался с топографом, хорошо освоившим этот вариант технологии, по его словам, теперь его от LGO за уши не оттащишь.

Giodis (JAVAD GNSS)

Первое знакомство с программой восторга не вызвало, она в принципе была плохо приспособлена для обработки больших последовательно нарастающих сетей. Однако контакт с разработчиками установился очень хороший и программу быстро довели до вполне приемлемого уровня. Программа была обкатана мной на нескольких больших сетях вдоль объектов изысканий. Работать с ней легко, интерфейс простой и наглядный, результаты всех шагов обработки отображаются в таблице легко выгружаемой в Excel. Очень хорошие фильтры на входе, протокол загрузки данных в проект состоит из строчек типа – такая-то эпоха отключена из-за таких-то причин. То есть в проект попадают только данные пригодные к обработке. Очень меня порадовало отсутствие в программе такого понятия как вектора при уравнивании замкнутых фигур. В переписке с автором программы В.Я. Иодисом я, тем не менее, посетовал: «А как мы будем сдавать результаты, ведь существует «желтенькая» инструкция». На что Виктор Янович нам посочувствовал, но сказал, что к прошлому возвращаться они не будут.

Вот обкатывал я программу Giodis на реальных уже обработанных в Pinnacle и LGO больших сетях. Есть в интерфейсе Giodis панель управления спутниками из двух страничек - GPS и ГЛОНАСС. На каждой страничке иконки спутников с номерами и окошечками для простановки или снятия флажка о подключении конкретного спутника. И еще кнопка «All», подключающая или отключающая все спутники. Так вот, на страничке GPS по умолчанию подключены все спутники группировки. А на страничке ГЛОНАСС по умолчанию отключены все. Ну я, как истый патриот, верный сын Отечества, конечно же подключал весь ГЛОНАСС. И зачастую результат как-то меня не радовал по сравнению с тем если оставить подключенными только GPS. Как я писал об этой программе на входе у нее фильтры и плохие наблюдения в проект не попадут. Обратился к автору и Виктор Янович мне ответил, что ему тоже хотелось бы, чтобы ГЛОНАСС давал хорошие результаты. Но пока это не так.

Но это было несколько лет назад, на современных наблюдениях программой Giodis считать мне не приходилось, очень надеюсь, что все стало хорошо. Ведь не зря в Россию приехал с верой в ГЛОНАСС доктор Джавад Ашджаи. А это был очень грамотный и талантливый человек.

Вот на этой оптимистической ноте я и закончу свои воспоминания, впечатления и размышления о спутниковой геодезии за период с 2002 по 2017 год, когда и мне довелось участвовать в той или иной степени в этой разновидности геодезических работ.

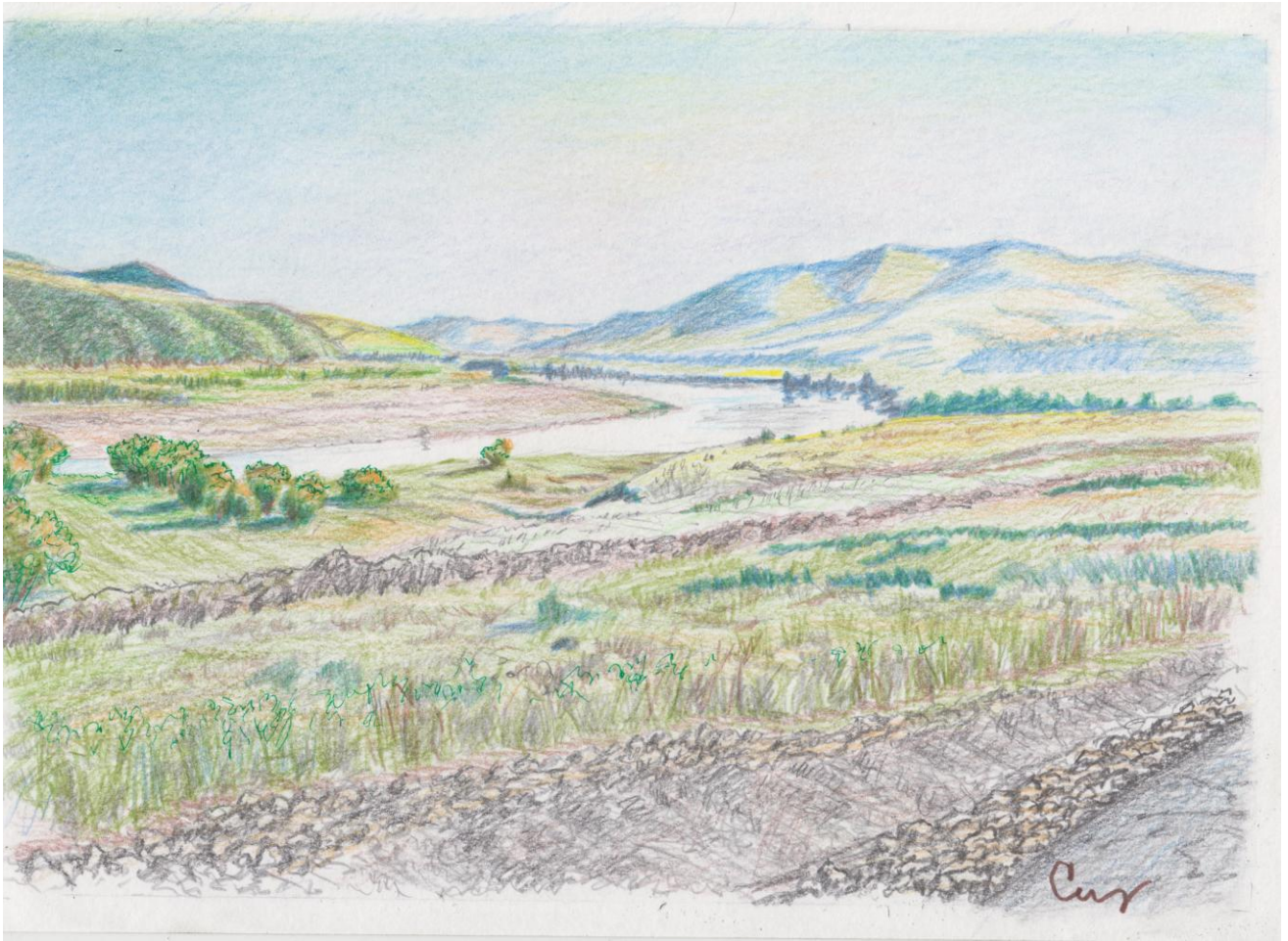
Р.С. Александр Иванович неплохой рисовальщик. Публикуем с его разрешения несколько рисунков по местам его «гастролей».



Вечер у озера



Осень



Река Онон



Харанор (2002 г.)