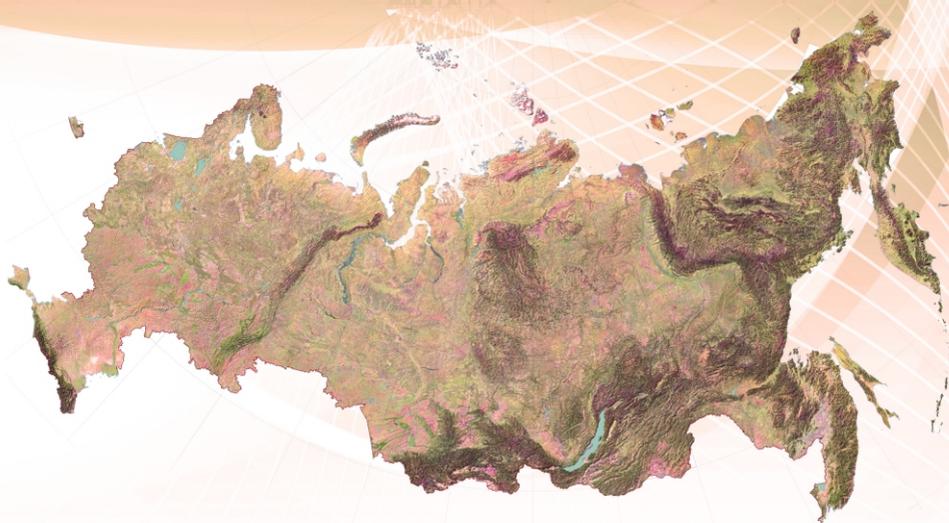


МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

**по использованию систем спутниковой навигации
при производстве ГСР-200 и работах по созданию
Госгеолкарты-1000/3**



**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2014**

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЮ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ИМ. А.П. КАРПИНСКОГО» (ФГУП «ВСЕГЕИ»)

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
по использованию систем спутниковой навигации
при производстве ГСР-200 и работах по созданию
Госгеолкарты-1000/3



САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2014

УДК 550.814(202)(035.3)

Методическое пособие по использованию систем спутниковой навигации при производстве ГСР-200 и работах по созданию Госгеолкарты-1000/3. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2014. 32 с.

ISBN 978-5-93761-214-4

В пособии описываются особенности работы с навигаторами применительно к практике ориентирования на местности и привязке объектов наблюдения при проведении геологосъемочных и поисковых маршрутов. Пособие содержит описание, последовательность, методику, технологические приемы работы со спутниковыми навигаторами в полевых условиях с использованием прямоугольной системы координат, принятой для государственных топографических карт, вариантов экспорта данных в ГИС и дальнейшего использования полученных данных при составлении цифровых геологических карт.

Ил. 26, лит. 1 назв.

С о с т а в и т е л и

М. А. Шишкин, С. Ю. Петров, С. В. Калаус

Редактор *М. А. Шишкин*

Одобрено и рекомендовано к утверждению НРС Роснедра
(8 ноября 2013 г.)

ISBN 978-5-93761-214-4

- © Федеральное агентство по недропользованию, 2014
- © Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского», 2013
- © Шишкин М. А., Петров С. Ю., Калаус С. В., 2013
- © Картфабрика ВСЕГЕИ, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. Описание работы с навигатором	7
1.1. Ввод настроек	9
1.2. Использование GPS при проведении геологических маршрутов	12
1.3. Экспорт данных из навигатора	18
1.4. Импорт данных в навигатор с компьютера	30
Использованная литература	32

ВВЕДЕНИЕ

Спутниковая привязка объектов наблюдения и опробования в полевой геологической практике является в настоящее время неотъемлемой частью работы, использование которой необходимо для качественного составления как первичного картографического материала, так и в дальнейшем тематических слоев картографического полотна. В прошлом для этого применялись спутниковые навигаторы, использующие американскую систему GPS (англ. – глобальная система позиционирования). В настоящее время в связи с введением в действие российской навигационной системы ГЛОНАСС (Глобальная навигационная спутниковая система) на рынке появились приборы, совмещающие в себе функции приема и обработки сигналов GPS и ГЛОНАСС (например, GARMIN ETREX GLONASS, модели 10, 20, 30 и др.). В работе они идентичны предыдущим моделям, работающим на основе системы GPS. При этом при использовании обеих систем GPS и ГЛОНАСС количество спутников, с которых принимаются сигналы, увеличивается на 24 по сравнению с использованием только системы GPS. Тем самым уменьшается вероятность потери сигнала из-за естественных преград (скалы, кроны деревьев и т. д.), а точность определяемых координат возрастает. Для потенциального пользователя положительным аспектом в использовании системы GPS\ГЛОНАСС является также более детальная точность в определении местоположения на территории Российской Федерации и значительное увеличение скорости обработки сигнала (на 20% быстрее)*.

*Ввиду идентичности работы с общедоступными бытовыми навигаторами, оснащенными системой GPS и GPS/ГЛОНАСС, в дальнейшем для сокращения используется более привычный пользователю термин «GPS-приемник» или сокращенно «GPS».

Позиционирование на местности и последовательность действий при привязке пунктов подробно описаны в инструкциях к спутниковым навигаторам и дополнительных разъяснений не требуют.

Однако не все пользователи GPS-навигаторов понимают, что внутренние координаты, в которых работает GPS-навигатор, неизменны, а те или иные проблемы с точностью вынесения данных на российские топографические карты связаны с правильным применением проекционных преобразований.

Современные бытовые спутниковые навигаторы (GPS) работают в международной географической системе WGS-84*, которая и была разработана на основе анализа спутниковых данных.

В России в настоящее время в качестве государственной принята система координат Пулково-1995**, однако большинство топографических карт, используемых на практике, составлены в принятой в СССР системе координат Пулково-1942***. Ввиду того, что WGS-84 и Пулково-1942 основаны на разных датумах****, неизбежно искажение положения объектов при их вынесении по координатам, полученным в системе WGS-84 на топографическую основу, созданную на основе Пулково-1942, а также при экспорте цифровых данных с GPS на цифровые карты, созданные путем оцифровки растровых карт, созданных в системе координат Пулково-1942. Различие в определении местоположения объектов на конкретной карте может достигать 200 м и более.

Настоящее пособие описывает, как избежать подобных искажений при вынесении объектов наблюдения на карту или определении координат цели при использовании отечественных топографических карт.

*WGS-84 (World Geodetic System 1984) – глобальный датум, использующий геоцентрический общемировой эллипсоид, вычисленный по результатам точных спутниковых измерений. Используется в системе GPS. В настоящее время принят как основной в США.

**Пулково-1995 (СК-95, Система координат 1995) – локальный датум, использующий эллипсоид Красовского, в настоящее время принят как обязательный для территории России.

***Пулково-1942 (СК-42, Система координат 1942) – локальный датум, использующий эллипсоид Красовского, максимально подходящий к европейской территории СССР.

****Понятие «датум» используется в геодезии и картографии для наилучшей аппроксимации к геоиду в данном месте. Датум задается смещением референц-эллипсоида по осям: X, Y, Z, а также поворотом декартовой системы координат в плоскости осей на угол rX , rY , rZ .

Вторая задача пособия – описание методики привязки собственно геологических данных для более эффективного их использования при решении картосоставительских задач.

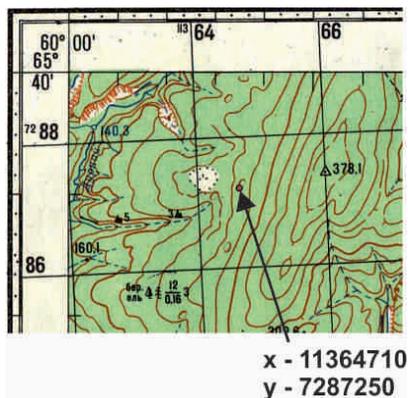
Предложены наиболее удобные, апробированные на практике варианты экспорта данных с GPS в наиболее распространенную в отрасли ГИС ArcGis, в которой составляются авторские комплекты Госгеолкарт-200/2 и 1000/3 и варианты загрузки (импорта) данных из ГИС в GPS.

1. ОПИСАНИЕ РАБОТЫ С НАВИГАТОРОМ

Как правило, в стандартном варианте спутниковый навигатор настроен на определение координат в градусах (градусы, минуты, секунды) или десятичных градусах. Точное вынесение объектов наблюдения или задание местоположения цели в таком формате координат при использовании традиционных топографических карт, которые создавались в СССР и создаются по сей день в России в прямоугольной проекции Гаусса-Крюгера, весьма затруднено, так как градусная сетка расположена по краям карты, нередко затерта, а иногда и обрезана.

Более простым и эффективным является вынесение объектов наблюдения и (или) задание цели в прямоугольной системе координат в метрах с использованием нанесенной на любую стандартную топографическую карту километровой сетки (рис. 1).

Рис. 1. Привязка объекта наблюдения в прямоугольных координатах в метрах на карте масштаба 1 : 100 000.



При этом можно использовать для привязки местоположения даже небольшие фрагменты карт (в том числе без рамки), имеющих километровую сетку. Достаточно лишь знать значения для

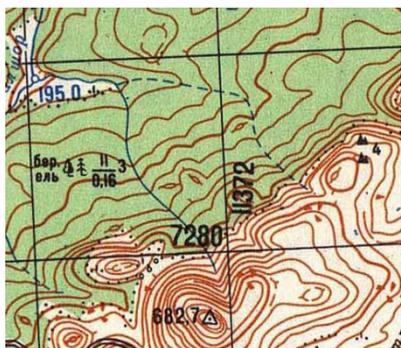


Рис. 2. Подписи километровой сетки внутри полотна топографической карты.

сетки, которые могут быть один раз взяты с полной карты и (или) рассчитаны от имеющихся подписей на полотне карты (рис. 2).

Аналогичные прямоугольные координаты может выдавать любой GPS-навигатор.

Для этого необходимо перенастроить Ваш спутниковый навигатор на отображение данных позиционирования в прямоугольной системе координат (рис. 3).

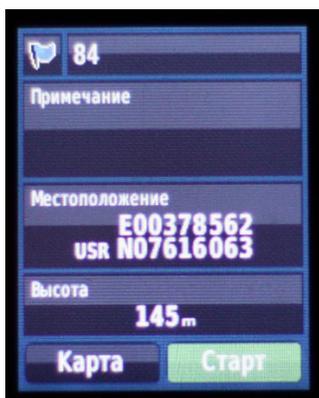


Рис. 3. Отображение координат объекта в прямоугольных координатах на экране навигатора: вверху – координата X (без номера зоны), внизу – координата по Y*, единицы длины – метры.

*Во всех навигаторах, как и в ГИС, принято независимо от системы координат: X – долгота, Y – широта.

1.1. Ввод настроек

Через меню войти в разд. «Настройки» и в строке «**Формат координат**»* выбрать «**Произвольная UTM**» (или «**Пользовательская сетка**», затем «**UTM****»).

Далее выбрать:

– центральный меридиан (Central meridian) соответствующей шестиградусной зоны по Гауссу-Крюгеру (например, для 11-й зоны это будет E 063°00,000');

– масштаб (**Scale**) +1.000 000;

– условное смещение по долготе или на восток (**East Fasting**) + 500 000***;

– условное смещение по широте или на север (**North Fasting**) – 0.

Таким образом, на навигаторе будет установлена пользовательская прямоугольная система координат, аналогичная применяемой на государственных топографических картах стандартной разграфки в системе координат Гаусса-Крюгера (рис. 4). Именно она будет отражаться в координатах привязываемых объектов. Такой подход крайне удобен, так как позволяет легко выносить на карту местоположение (рис. 1) и наоборот – вносить необходимые точки в GPS, используя стандартную километровую сетку топо-



Рис. 4 Вид окна настроек навигатора параметров «Произвольной сетки» («UTM»).

*В некоторых моделях навигаторов эта опция реализуется в разд. «Единицы».

**Необходимо понимать, что произвольная UTM будет вначале сформирована на базе сфероида WGS-84.

***Установить смещение с номером зоны, на большинстве GPS, как правило, не удается, из-за недостатка разрядности на дисплее.

графических карт (начиная от масштаба 1:25 000 и до масштаба 1:200 000).

Однако ввиду того, что внутреннее определение координат навигатором ведется на основе WGS-84, при вынесении точек на карту появляется вышеуказанная погрешность 150–200 м (иногда более). Для того, чтобы ее минимизировать, необходимо изменить параметры системы координат (дата WGS-84) применительно к Пулково-1942, в которой составлена топографическая карта. Для этого необходимо в строке «**Система координат**» («**Датум карты**») выбрать «**User**» (рис. 5) и внести поправки: **DX** – смещение эллипсоида по оси X; **DY** – смещение эллипсоида по оси Y; **DZ** – смещение эллипсоида по оси Z.

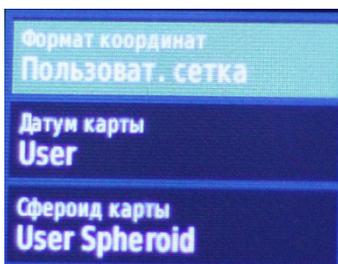


Рис. 5. Вид окна навигатора для выбора опций изменения настроек Датума и Сфероида карты.

Затем в следующей строке «**Сфероид карты**»* выбрать «**User Spheroid**» и ввести поправки:

DA – разница в длине между большими полуосями (a) эллипсоидов WGS-84 Красовского;

DF – масштабированная разность сжатий $(f_1 - f_2) * 10\,000$ эллипсоидов WGS-84 и Красовского.

В настоящее время в основном предлагается использовать либо международные поправки, либо поправки ГОСТ 51794-2001. Первые используются в частности в программном обеспечении ESRI, вторые – российские.

Значения поправок приведены ниже, по данным сайта GIS-LAB.

Международные поправки** : DX + 28 м, DY (–130 м), DZ (–95 м), DA (–108 м), DF = 0.004808.

*В некоторых моделях навигаторов все поправки вводятся в опции «**Датум карты**» «**User**» (рис. 6).

Рекомендованы агентством NIMA (National Imagery and Mapping Agency**) – подразделение американского Министерства обороны.

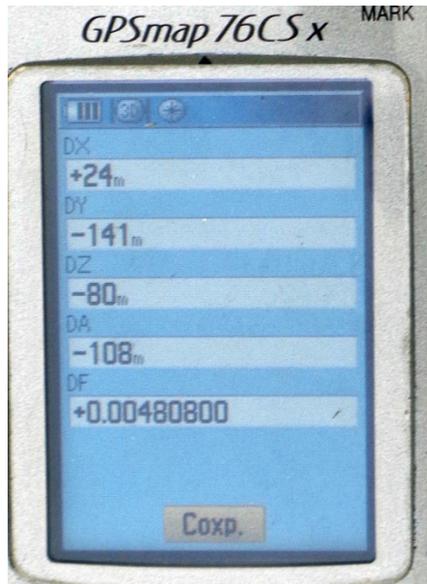


Рис. 6. Вид окна навигатора с введенными поправками по ГОСТ 51794-2001.

Поправки ГОСТ 51794-2001: DX + 24 м, DY (-141 м), DZ (-81 м), DA (-108 м), DF = 0.004808.

Однако, как показывает практика, в некоторых районах ни первые, ни вторые не дают удовлетворительного результата при вынесении привязанных GPS объектов на конкретную карту. Вероятно, это связано с тем, что указанные выше поправки имеют усредненный характер и рассчитывались в целом для эллипсоидов.

Поэтому для повышения точности позиционирования геологической практики рекомендуют использовать индивидуальные параметры для конкретной территории для получения максимально точного результата.

Для уточнения параметров на конкретной территории и более того – применительно к имеющейся у Вас топооснове, необходимо выбрать несколько типичных опорных точек, для которых есть известные координаты (например, тригопункты, устья скважин с инструментально установленными координатами), либо снять их в координатах карты (для характерных точек на местности, например, места слияния мелких рек и ручьев, тригопункты и т. п.) и сравнить данные координаты с координатами, полученными по навигатору (при установленных начальных параметрах WGS-84). Разница по оси абсцисс (X) и оси ординат (Y) и будет

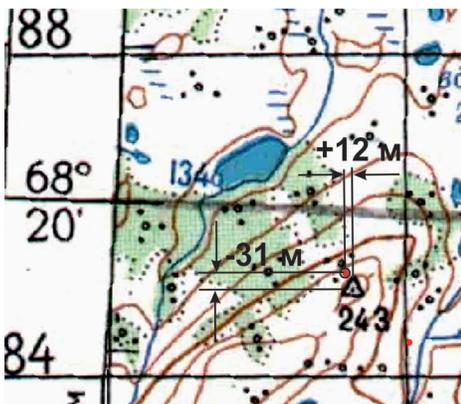


Рис. 7. Разница в фактическом положении тригопункта (отм. 243) и его положением, построенным на карте (красная точка к северо-северо-западу) по координатам, полученным с помощью GPS, и есть искомая разница $DX +12$ м и $DY -31$ м для данного района и данной топографической карты (подразумевается графическая точность вынесения и измерения).

необходимой невязкой, которую необходимо учесть при введении (DX и DY) для Вашей местности и имеющейся карты (рис. 7). Поправки DA и DF оставляются в этом случае стандартными.

Таким способом обычно удается увеличить точность привязки объектов на карте до первых метров. Однако необходимо понимать, что в любом случае она существенно зависит также от точности графического вынесения и снятия координат на карте и соответственно масштаба карты.

1.2. Использование GPS при проведении геологических маршрутов

В настоящее время спутниковая привязка объектов наблюдения и пунктов опробования прочно вошла в практику геологосъемочных и поисковых работ. Как правило, для такого вида работ достаточно возможностей у относительно недорогих бытовых навигаторов*.

Привязка точечных объектов относительно проста и выполняется по стандартным правилам, описанным в инструкции к навигатору.

*Точность обычной привязки геологических наблюдений и опробования при маршрутных геологических наблюдениях традиционно принимается равной 0,5 мм в масштабе карты. То есть для рабочей карты масштаба 1:100 000 она примерно равна 50 м. Рядовой современный бытовой GPS-навигатор позволяет обеспечить точность привязки в 5–10 раз выше при условии правильного использования описанных выше проекционных преобразований.

Важно, чтобы имена точек привязки и номера пунктов опробования были одинаковые для геологической документации и навигатора*. Это позволит избежать ошибок при составлении карты фактов. Проблем здесь нет, так как современные навигаторы содержат все необходимые варианты шрифтов и разделительных знаков.

Координаты всех точек привязки обязательно переписываются из навигатора в полевой дневник во избежание их утраты в случае потери навигатора или выхода его из строя (такое тоже возможно).

В начале дневника обязательно приводятся сведения об используемой Вами системе координат и введенных поправках, для того, чтобы можно было понять смысл координат, записанных в полевой дневник (рис. 8).

При привязке маршрута возможно два варианта. Первый – сплошная автоматическая запись хода, второй – привязка только точек поворота линии маршрута.

Первый способ неудобен по двум причинам. Во-первых, быстро заканчивается ресурс аккумуляторов в навигаторе, во-вторых, проложенный маршрут трудно сопоставить с геологическим описанием в полевом дневнике, так как фиксируются любые отходы, круги на точке и т. п. Данный вариант рекомендуется только в случае необходимости вынесения на карту точного положения дороги, тропы, прослеживании сложного контакта или другого линейного объекта на местности.

При втором варианте фиксируются только точки наблюдения, точки поворота хода и точки смены интервалов описания, а также пункты опробования. Это позволяет дополнительно фактически инструментально определить длину интервала для описания в полевом дневнике. Между точками привязки навигатор может отключаться для экономии ресурса аккумуляторов. Для нумерации точек поворота и точек, фиксирующих смену интервала, рекомендуется следующая схема.

Например, точка наблюдения имеет номер 36. Первая точка поворота (точка маршрута по ЭБЗ) будет иметь номер 36-1, следующая 36-2 и т. д. до следующей точки наблюдения 37 (рис. 9).

*Как показывает опыт, несоблюдение этого правила уже через неделю-другую приводит к полной потере смысла привязанных точек, сохраненных в памяти навигатора, и в итоге – к путанице в привязанных данных.

Все азимуты приведены к истинным
 Привязка точек наблюдения по GPS
 Система координат прямоугольная:
 Формат координат: Телузоватемская сетка
 Датум карты: Uset
 Сфероид карты: WGS-84
 Проекция: UTM Единицы - метры.
 Числовое смещение по долготе - 500 000 *)
 Числовое смещение по широте - 0
 Масштаб - 1.0
 Начало отсчета долготы - 69°
 (осевой меридиан)
 Исходное широта - 0
 Введенные поправки к датуму:
 DX + 00024 м
 DY - 00141 м
 DZ - 00080 м
 DA - 00108 м
 DF + 0.004808 м
 Приложение. Значение коэфиц. зоны - 12
 Вписывалось в координаты в полевую книжку
 вручную

Рис. 8. Пример заполнения страницы полевой книжки со сведениями по использованным настройкам GPS.

Такой вариант удобен также тем, что фактически одновременно задается и номер интервала описания для базы первичных данных*. Первый интервал между собственно точкой наблюдения (36) и точкой поворота или смены пород (36-1) описывается в

*«Требования к составу и структуре сопровождающих и первичных баз данных ГК-200/2 и ГК-1000/3». Федеральное агентство по недропользованию, ВСЕГЕИ. СПб (находятся в стадии апробации).

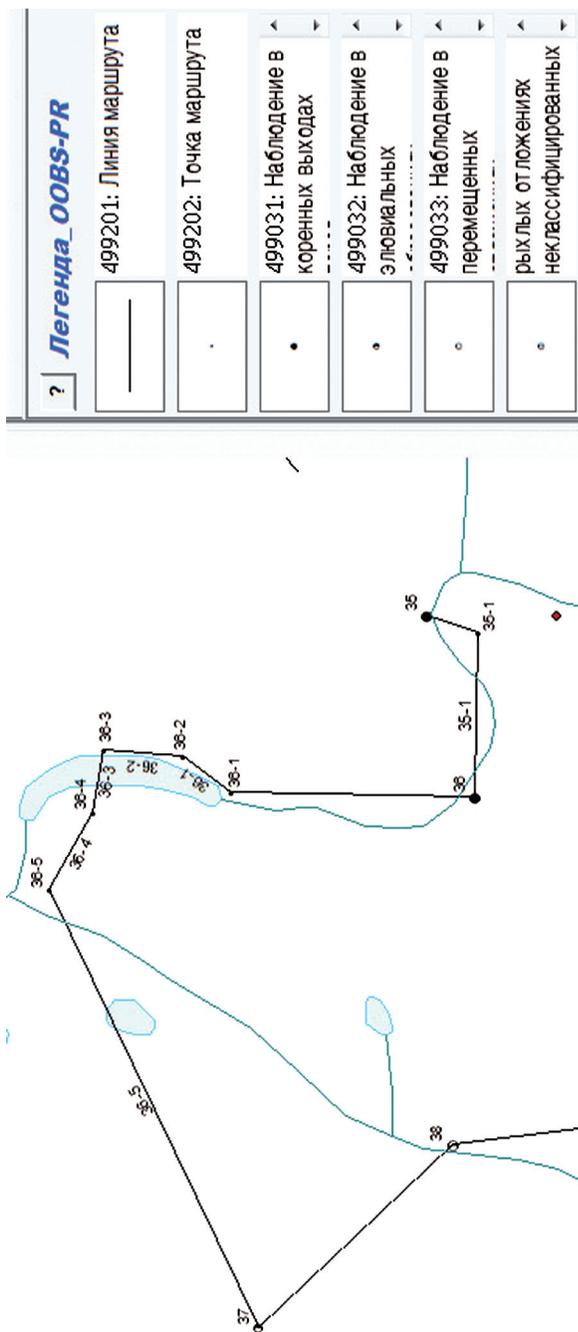


Рис. 9. Пример нумерации точек наблюдения и точек маршрута (при изменении направления маршрута между точками) при использовании GPS, а также нумерации интервалов для описания в базе первичных данных.

точке наблюдения, второй – между точками 36-1 и 36-2 – будет иметь номер 36-1 и т. д. При необходимости, аналогично фиксируются важные точки точечного описания на линии маршрута между основными точками.

Для точного определения расстояний интервалов описания (в данном случае речь не идет о детальном описании разреза) и азимута хода рекомендуется использовать возможности GPS-навигатора.

Для этого необходимо в меню «Настройка» – «Направление», в закладке «Отображение» выбрать «Градусы (цифры)» (рис. 10).

При открытии «Менеджера маршрутных точек» в нем будет отображаться расстояние и азимут от последней отмеченной точки (на которой Вы находитесь) до предыдущей отмеченной точки и других ближайших точек (рис. 11).

Такой способ позволяет полностью устранить традиционные ошибки при определении длин интервалов и азимутов ходов в полевой книжке и добиться практически идеального соответствия карте фактического материала, составленной на основе данных спутниковой привязки.

Привязку точек опробования рекомендуется осуществлять параллельно с фиксацией точек наблюдения, даже если точка опро-

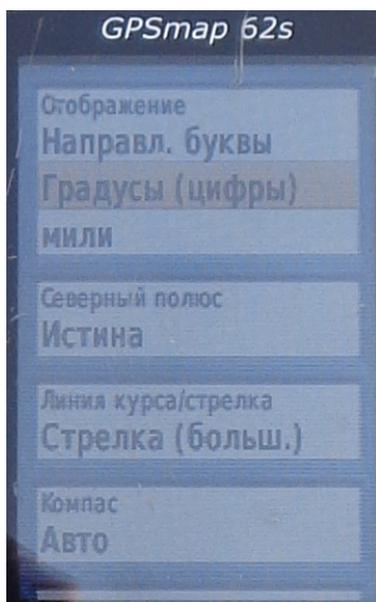


Рис. 10. Вид панели навигатора с выбранной опцией отображения направлений в градусах.



Рис. 11. Вид открытого окна «Менеджера маршрутных точек».

В данном случае Вы находитесь на точке излома линии маршрута 134-4.

Расстояние до точки предыдущего излома (или смены интервала описания) 134-3 и соответственно длина интервала будет 564 м, а азимут на нее – 252°.

В полевую книжку записываем как азимут хода обратный азимут 72° (252 минус 180).

бования и точка наблюдения совпадают. Это облегчит в дальнейшем составление электронной карты опробования.

Для того чтобы не было путаницы в номерах точек и пробах, номера проб рекомендуется писать через дробь: 134/1, 134/2 и т. д. А также сразу использовать буквенные аббревиатуры типа: обр. 134/3 – образец, СА 134/4 – проба на силикатный анализ, мф 135/5 – проба на микрофауну и т. п. Современные навигаторы вполне это позволяют.

Координаты отбора проб аналогично номерам точек вписываются в полевую книжку, во избежание их утраты в случае потери навигатора или выхода его из строя.

Навигатор удобен также для выхода на необходимую точку в маршруте, в лагерь, к месту встречи маршрутных групп и т. п. и проведения маршрута по заранее определенной последовательности пунктов наблюдения. В этом случае координаты необходимых точек снимаются с карты (рис. 1) и вводятся в навигатор вручную или импортируются из ГИС в соответствии с описанной ниже в разд. 1.4 операции импорта данных.

В дальнейшем маршрут осуществляется по опции «Go to» (или «Find» «Старт» или «Find» «Поехали» в зависимости от модели

навигатора) к конкретной точке, выбранной из списка. При движении необходимо помнить, что навигатор показывает правильное направление только в движении, при остановке расчет азимута прекращается, и Ваши повороты на месте не пересчитываются. Правильное направление к цели появляется только после начала движения.

Однако есть крайне простой вариант определения правильного направления движения к цели после остановки. Необходимо просто войти в «**Менеджер маршрутных точек**» и считать правильный азимут направления на цель. Затем определить его по геологическому компасу и сразу начать движение в правильном направлении. Через некоторое время навигатор также покажет правильное направление движения и позволит более точно скорректировать маршрут.

1.3. Экспорт данных из навигатора

Есть несколько методов выполнения этой операции: стандартными средствами ArcGis и с помощью дополнительных модулей. Самый распространенный – экспорт точек в таблицу Excel, последующее её редактирование, сохранение в качестве таблицы dbf и создания на основе её слоя событий (процесс общий для Arcmap и Arcview). Также можно проделать эту операцию путем экспорта точек в программе MapSource, которая идет в комплекте с GPS-приемником в формат DXF (Autocad). Данные методы привычные, но относительно трудоемкие по сравнению с теми способами, которые будут описаны ниже.

Самая главная особенность при загрузке данных с GPS-приемника – **данные экспортируются в геоцентрической мировой системе координат WGS-84**, невзирая на возможное отображение координат в системе Pulkovo 1942 (или иной другой) на экране GPS. **Поэтому в любом случае изначально при экспорте или в дальнейшем надо конвертировать данные в необходимую систему.**

1.3.1. Экспорт данных с GPS с применением программы Global Mapper

Одним из оптимальных способов для экспорта данных с GPS представляется широко распространенная программа Global Mapper*.

Достоинства этого метода по сравнению с другими следующие:

- поддержка почти всех известных форматов GPS навигаторов;
- распознает подключенные к компьютеру навигаторы;
- возможность конвертации точки сразу в share-файлы с rtf привязкой;
- простота использования.

Рекомендуется следующая последовательность работы. Через внешний кабель (обычно прилагается в комплекте) GPS подключается к USB-порту компьютера. При подключении GPS к компьютеру он распознается как внешнее запоминающее устройство (рис. 12).

После этого открываем карту памяти GPS, как обычный внешний диск, и на нем раскрывается структура данных (рис. 13).

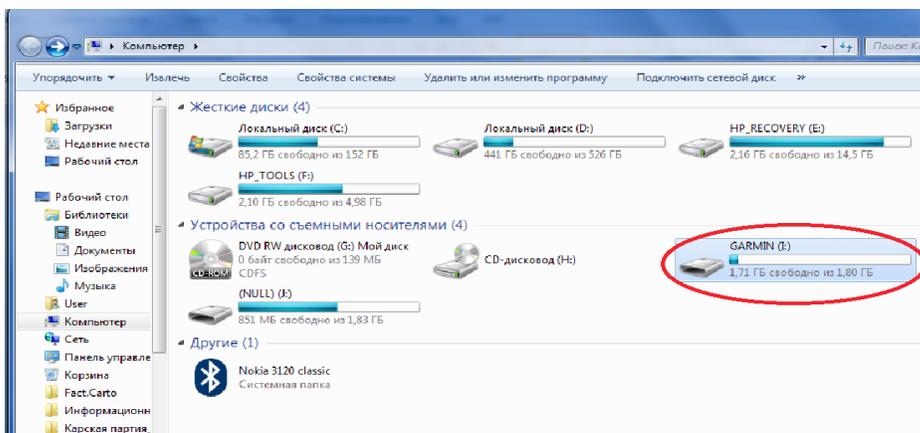


Рис. 12. Вид системы с подключенным GPS (обведен красным).

*Программный продукт компании Global Mapper Software LLC, позволяющий просматривать, конвертировать, преобразовывать, редактировать и распечатывать различные карты и векторные наборы данных. Может работать в реальном времени, загружая данные с GPS-приёмника. Global Mapper поддерживает множество форматов, имеет большое количество инструментов и опций.

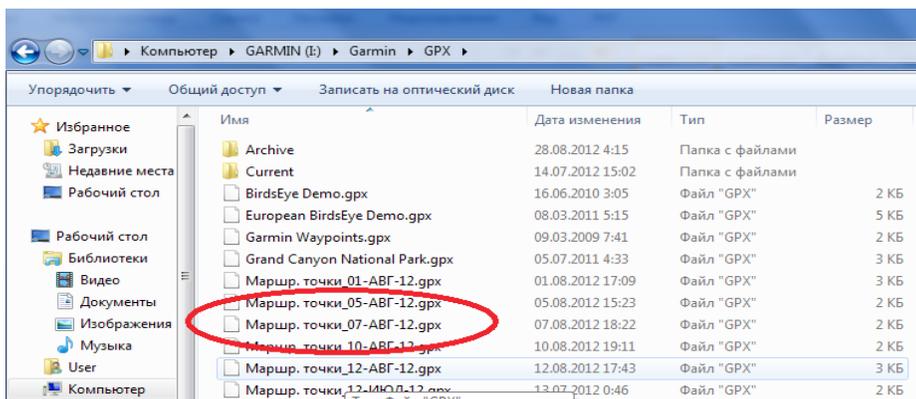


Рис. 13. Структура данных на карте памяти GPS.

На различных моделях GPS структура папок может отличаться. Стандартный формат записи данных привязки – *.gpx*.

В данном случае файлы сформированы по датам, что облегчает работу с данными. На более старых версиях GPS создается один файл, в котором содержится весь массив данных по точкам. В ранних моделях GPS не идет распознавание устройства как внешнего накопителя, в таких случаях файл *.gpx надо сформировать с помощью сторонних программ, таких как MapSource.

Далее копируем нужные вам файлы в свою директорию на компьютере.

Открываем программу Global Mapper. Заходим в директорию **Open Your Own Data Files** (рис. 14).

Выбираем нужный файл (или несколько файлов). И загружаем их на экран (рис. 15).

По умолчанию они загружаются в географической системе координат, в десятичных градусах, с использованием датума WGS-84. Это проверяется через вкладку **Tools** и далее **Configure** (рис. 16). В этой же вкладке надо выставить **Projection – Gauss-Kruger (6 degree zone)** в поле **Zone** выставить свою зону. Номером зоны является число, полученное в результате вычитания числа 30 из числа номенклатуры карты миллионного масштаба этой

***GPX (GPS eXchange Format)** — это текстовый формат хранения и обмена данными GPS, основанный на XML. GPX является свободным форматом и может быть использован без каких-либо лицензионных отчислений.

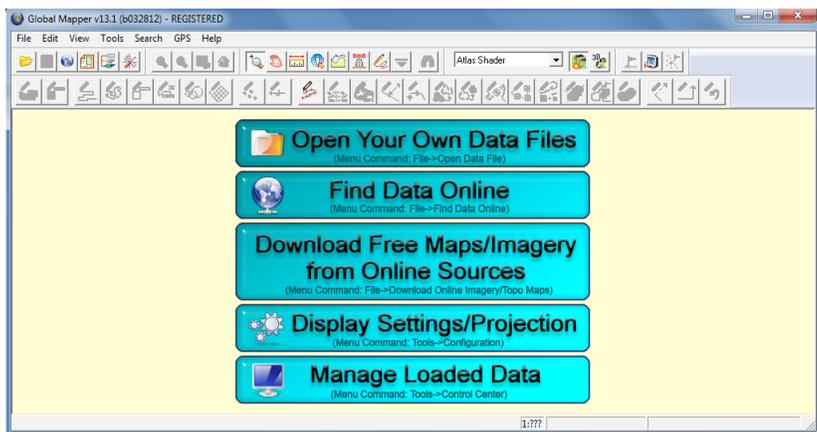


Рис. 14. Вид начальной страницы программы Global Mapper.

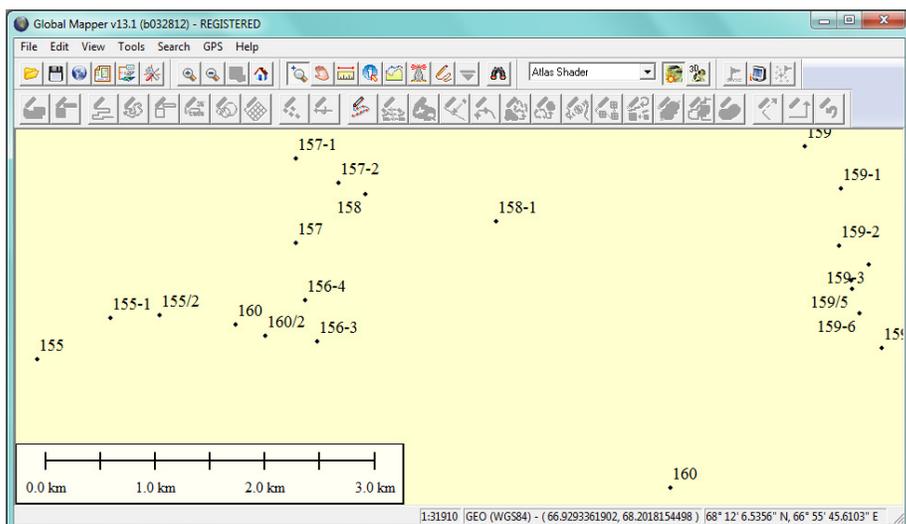


Рис. 15. Вид экрана с загруженными точками в географической системе координат.

территории. Например, работы ведутся на листе Р-44-XX, тогда номер зоны для него будет равен выражению 44 минус 30, то есть зона 14-я. Это правило действует почти для всей территории России. Для остальных территорий правило несколько изменяется:

всего существует 60 зон по всему радиусу Земного шара, соответственно, если номенклатура листа меньше 30, например R-1 (Чукотка), то надо прибавлять 30, если больше 30 (как описано выше), то надо вычитать 30. Для листов с номенклатурой 30 зона будет 60. Во вкладке **Datum** поставить **S-42 (PULKOVO 1942), Planar Units – Meters**. После этих изменений можно переводить точки в векторный формат «shape».

Далее **File > Export Vector Format** (рис. 16). Появляется сообщение, что экспортируемым точкам будет присвоена проекция экрана. Соглашаемся.

В открывшемся окошке выбираем формат **Shapefile**. Затем в появившемся окне выбираем объекты экспорта, в данном случае это точки (ставим галку около **Export Point**), указываем имя файла и директорию, куда сохранить экспортированные данные (рис. 17).

В итоге создается шейп-файл, готовый для загрузки в ArcGis (или ArcView).

При открытии файла в ArcGis появляется сообщение, в котором предлагается выбрать вариант трансформации системы координат файла из географической в координаты фрейма. Как показывает опыт, это не дает существенного прироста точности и от него необходимо отказаться, согласившись на вариант по умолчанию.

В итоге, в данном случае, координаты точек переходят на основе датума WGS-84 (введенные поправки GPS при экспорте не учитываются) и поэтому смещаются относительно своего реального положения на топографической карте.

Аналогичная проблема возникает и для точек, экспортированных из GPS через Excel или AutoCad.

Существует предельно простой и эффективный способ учесть Ваши поправки к датуму при работе в ГИС.

Для этого необходимо создать **dbf-таблицу с введенными вручную** координатами нескольких (2–3) точек с GPS с учтенными поправками и на ее основе файл событий (или дополнительный точечный шейп-файл). А затем, используя функцию векторной трансформации («**Spatial Adjustment**») в ArcGis, сместить все объекты векторного слоя точек и линии маршрутов, экспортированных из GPS, к их реальному местоположению, по введенным контрольным точкам. Таким образом, можно добиться полного соответствия координат отображаемых на экране GPS (с введенными поправками), которые внесены в полевую книжку с координатами точек на электронной карте.

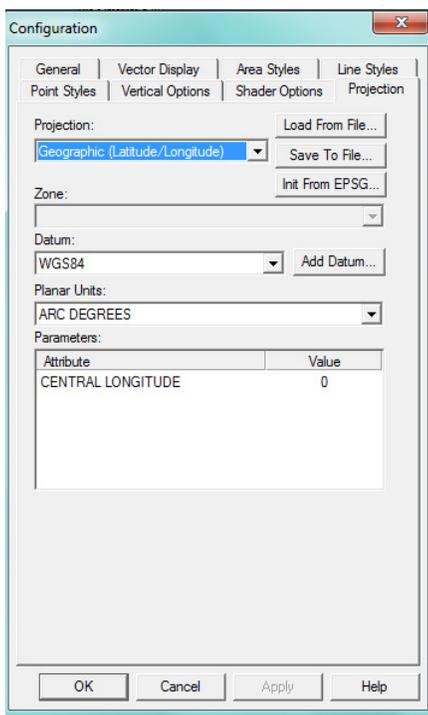
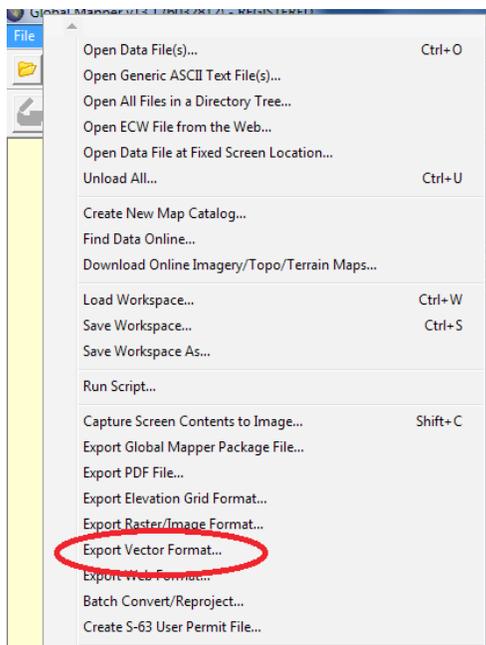
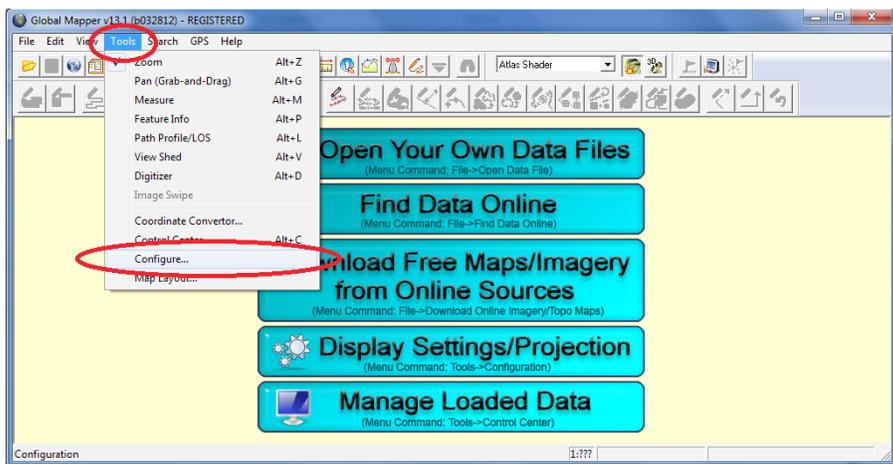


Рис. 16. Проверка проекции и экспорт данных.

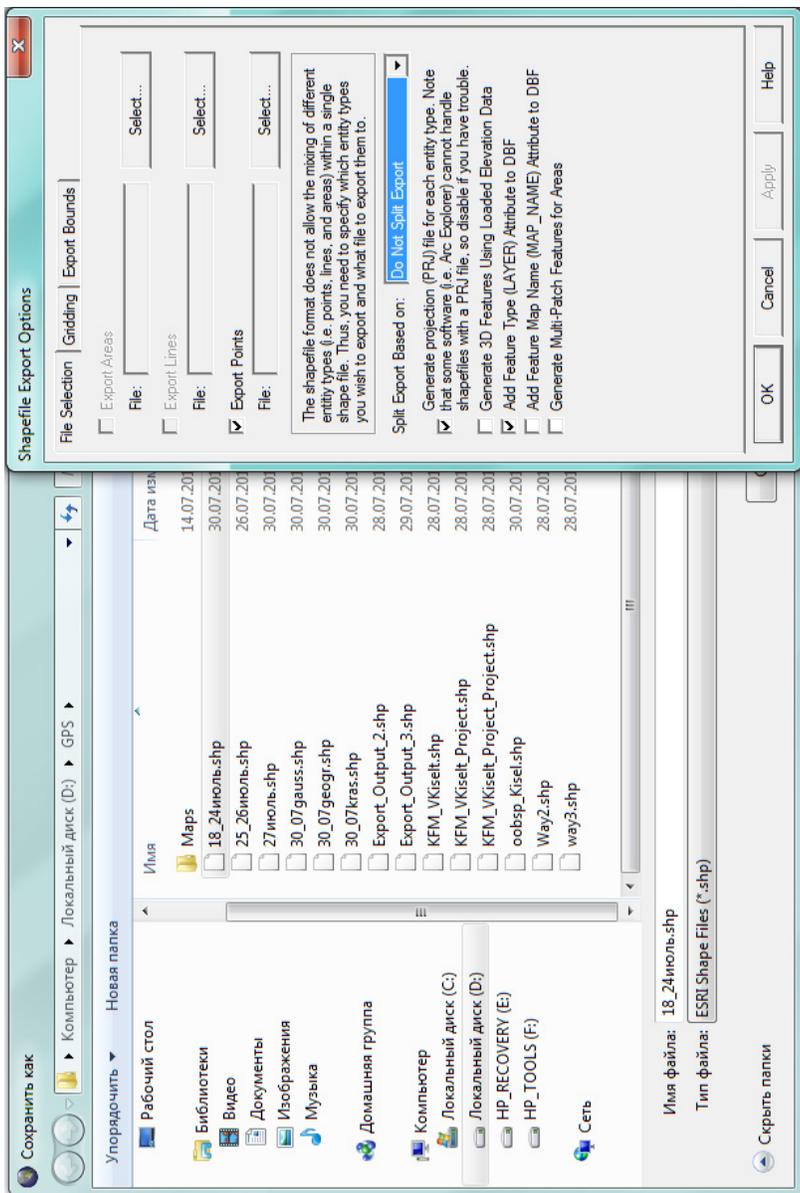


Рис. 17. Экспорт данных в шейп-файл.

1.3.2. Подключение дополнительного модуля к Arcstar и Arcview

Наиболее точной и относительно удобной для решения поставленной задачи, т. е. загрузки, конвертации и экспорта в шейп-файл, является программа DNR Garmin, которая может работать как отдельная программа, а также быть интегрирована в Arcstar и ArcView. Программа является бесплатной для скачивания и пользования.

Ссылка на загрузку DNR Garmin: <http://www.dnr.state.mn.us/mis/gis/tools/arcview/extensions/DNRGarmin/DNRGarmin.html>

Версия программы **DNRGarmin 5.4.1** совместима с ArcView3x и ArcGis9x.

Новые версии программы **DNRGPS 6.0.0.8** и **6.0.0.8** работают с ArcGis10 и выше, но не совместимы с ArcView3x и ArcGis9x.

При работе с ArcView после установки программы необходимо переписать приложение **dnrgarmin.avx** папку EXT32, которая находится по пути: ESRI\AV_GIS30\ARCVIEW\.

После открытия ArcView, через закладку «Модули» подключаем модуль **DNRGarmin-ArcView**, (он появляется в верхнем ряду приложений) и далее работаем согласно выпадающему меню (рис. 18).

Путь установки программы в случае интегрирования в ArcGIS

После инсталляции программы **dnrgarminsetup54.exe** она автоматически прописывает панель расширения DNRGarmin Tool-

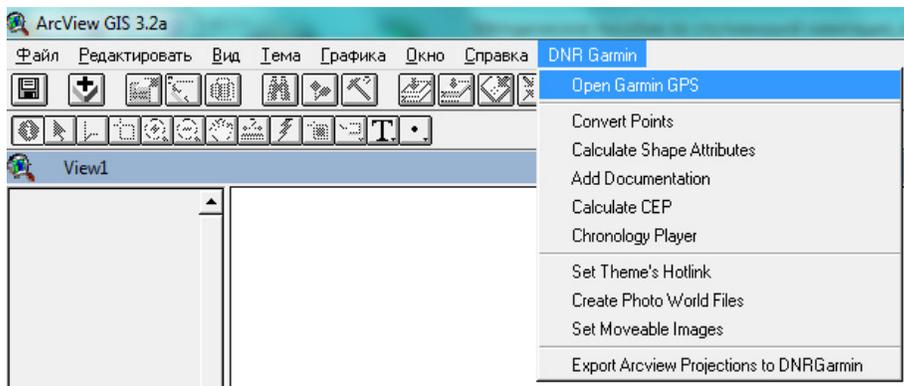


Рис. 18. Модуль и его функции в ArcView.

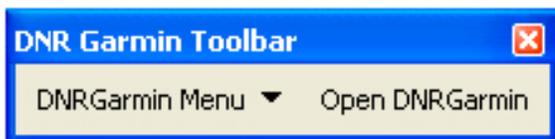


Рис. 19. Панель программы DNR Garmin.

bar в Arcstar. Совершив действия установки, открываем Arcstar, в котором появляется данная панель (рис. 19).

В случае отсутствия на панели модуля DNRGarmin вызовите его вручную (Вид – Панель инструментов).

Открываем модуль (**Open DNRGarmin**), **предварительно** подключив GPS-приемник.

Модуль сразу должен распознать модель GPS, версию прошивки и т. д. Если это не произошло, то откройте вкладку и установите параметр: GPS – Set Port – USB (панель модуля).

Чтобы вывести точки на экран, нажмите на панели модуля: Waypoint – **Download**. **В отдельной таблице** появится список точек. Обратите внимание на проекцию, в которой находятся данные в GPS.

Так как проекционный пересчет еще не был задан, то исходные данные с GPS (lat, long) будут равны пересчитанным (x_proj, y_proj) (рис. 20, 21).

Projection: WGS 84 - No Projection

Рис. 20. Данные о проекции и проекционном пересчете.

GPSTMap60CSX Software Version 2.50 VERBMAP Rec Routable Hwy Basemap, ATL v2 2.00
 Lat 59,9368599 Lon 30,26001524
 Alt EPE

<<< Data Table <<<

Waypoint
 Track
 Route
 RTIME/Wpt

	type	ident	lat	long	y_proj	x_proj	c
1	WAYPOINT	001	66,50362423	64,24972024	66,50362423	64,24972024	
2	WAYPOINT	002	66,26225802	63,72880457	66,26225802	63,72880457	
3	WAYPOINT	007	65,69396088	62,88757171	65,69396088	62,88757171	
4	WAYPOINT	008	65,72534298	62,87871941	65,72534298	62,87871941	
5	WAYPOINT	009	65,65812581	62,96814032	65,65812581	62,96814032	
6	WAYPOINT	010	65,66709386	63,03335186	65,66709386	63,03335186	
7	WAYPOINT	011	65,82833335	62,98673213	65,82833335	62,98673213	
8	WAYPOINT	012	65,88910005	63,24711260	65,88910005	63,24711260	

Рис. 21. Исходные данные равны пересчитанным (lat, long и x_proj, y_proj).

Для того, чтобы программа пересчитывала координаты в необходимую проекцию, надо задать параметры трансформации датума.

Открываем директорию **C:\Program Files\dnr Garmin\proj\nad** и находим там файл **epsg**, открываем его в текстовом редакторе и добавляем в конце эту фразу:

```
# SK42-GOST / SK-42 (3-param, GOST)
<180785> +proj=latlong +ellps=krass +towgs84=23.92,
-141.27,-80.9,0,0,0,0
SK42-RUSGOST, SK-42 (RUS, GOST) - произвольные на-
звания для трансформации датума и системы;
<180785> - уникальный код для проекционного пере-
счета
+proj=latlong - проекция географическая;
+ellps=krass - эллипсоид Красовского;
+towgs84=23.92,-141.27,-80.9,0,0,0,0 - пересчет ли-
нейных и угловых элементов датума WGS-84 в SK-42.
```

Подробнее остановимся на параметрах пересчета. Здесь представлены значения для пересчета в Pulkovo 1942 по ГОСТ 51794-2001. Являются универсальными для всей территории России. Для того, чтоб упростить Вашу задачу, поясним значения параметров координатного пересчета:

Смещение по оси X (DX) 23.92

Смещение по оси Y (DY) – 141.27

Смещение по оси Z (DZ) –80.9

Так как данный пересчет является 3-х параметрическим преобразованием, угловые элементы не учитываются, более точные параметры пересчета приведены в конце главы.

Сохранив файл **epsg**, входим в директорию **File – Set Projection**, расположенную на панели модуля DNRGarmin (рис. 22).

Во вкладке **«Projection»** графе **«POSC Codes»** введите код 180785, т. е. код пересчета датума, который был использован в сценарии. Автоматически заполнятся остальные поля. В графу **«PRJ Definition»** загрузите с помощью **«Load PRJ»** географический датум Pulkovo 1942. Это – файл **prj**, который будет присвоен слою при экспорте в Arcmap.

Во вкладке **«Waypoints»** Вы имеете возможность подготовить таблицу атрибутов точек для экспорта в Arcmap: убрать лишние поля, переименовать псевдоним поля. Двойным щелчком на имени в поле **«Alias»** вызывается контекстное меню для смены имени

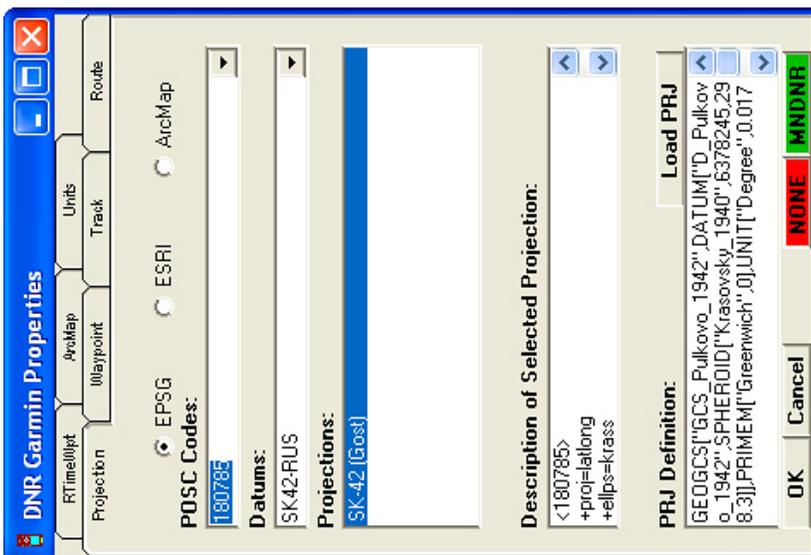


Рис. 22. Вкладка «Projection».

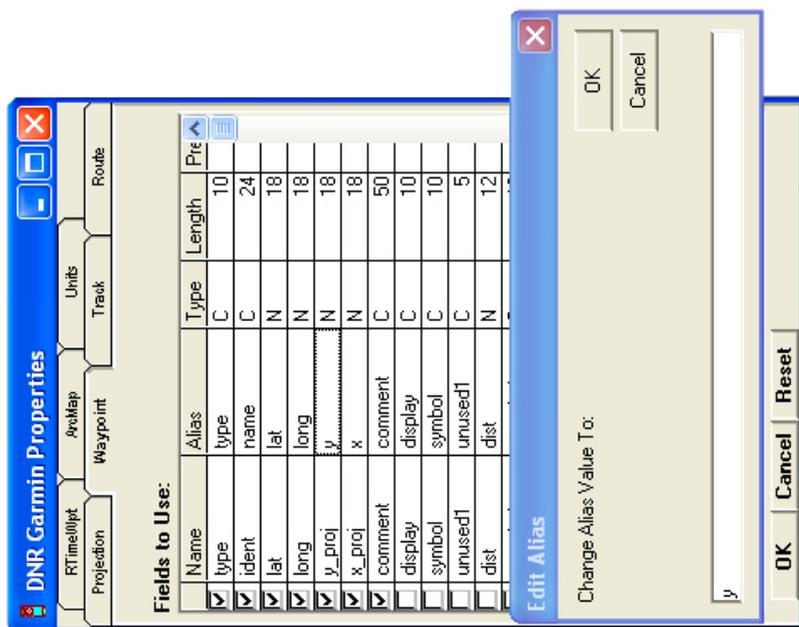


Рис. 23. Редактирование имени псевдонима поля.

поля (рис. 23). Закончив редактирование полей атрибутивной таблицы, экспортируем результаты в Arcmap: **File – Save To – Arcmap – Shapefile Layer** (рис. 24).

Слой автоматически загрузится в проект. В свойствах слоя Вы можете проверить названия полей и их количество в атрибутивной таблице слоя, а также наличие пространственной привязки.

Приятной особенностью программы является то, что при последующем подключении GPS и экспорте точек Ваши параметры пересчета датума сохраняются.

Помимо этого, DNRGarmin работает с дорогами, маршрутами. Доступна функция загрузки на GPS-приемник и онлайн навигации.

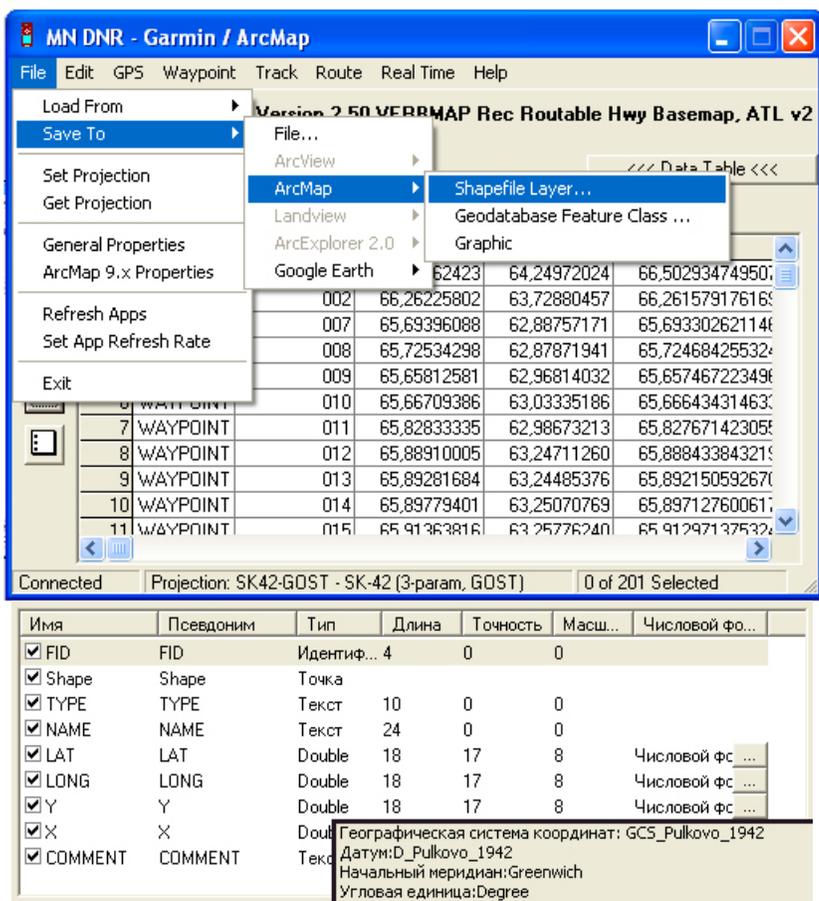


Рис. 24. Экспорт данных в формат shape.

Если Вам необходима высокая точность, можно использовать в записи следующие параметры преобразования датума, учитывающие углы вращения (только не забудьте сменить уникальный код в наборе проекций):

```
# KRASS / Conversion to SK-42<180786> +proj=latlong  
+tllps=krass+towgs84=23.92,-141.27, -80.9,0,-0.35,-  
0.82,-0.12
```

1.4. Импорт данных в навигатор с компьютера

Данная функция крайне удобна для прокладки маршрута или разбивки заранее определенной сети отбора проб и в других подобных случаях.

Импорт точек, созданных в любом ГИС в шейп-формате, наиболее удобно осуществить с помощью описанной выше программы Global Mapper.

Ниже описывается вариант импорта точек из ArcMap в GPS (на примере Garmin GPSmap 62s). Для этого необходимо создать в ГИС точечный шейп-файл с необходимыми точками. Информация о точке должна содержаться в одном поле «Name» атрибутивной таблицы шейп-файла.

Открываем программу и добавляем нужный шейп-файл с точками через функцию «**Open Your Own Data Files**» (рис. 14).

Далее выбираем вкладку «**Tools**» и за тем «**Configure**» (рис. 25).

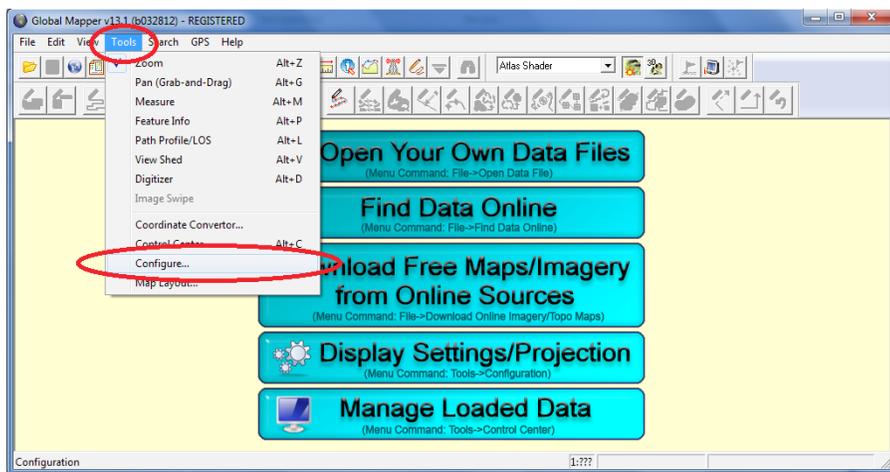


Рис. 25 Вид окна программы Global Mapper при выборе вкладки «Tools».

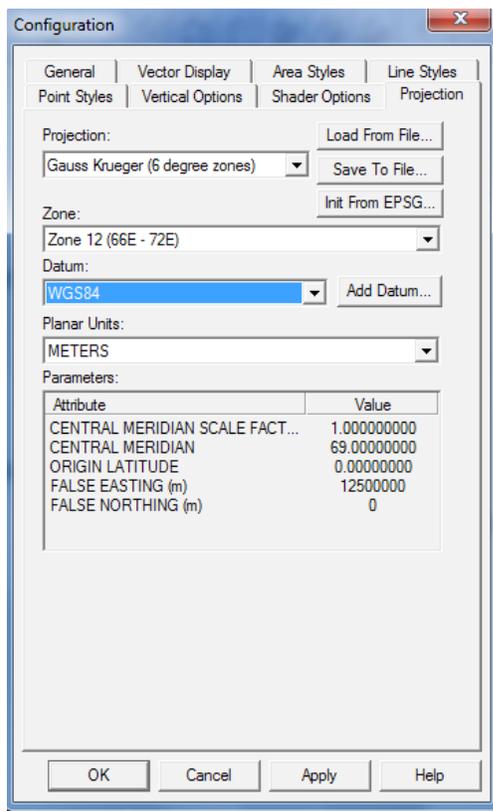


Рис. 26. Выставление проекции на примере файла, имеющего прямоугольные координаты 12-й зоны Гаусса-Крюгера.

Выбираем вкладку «**Projection**» и выставляем нужную нам систему координат (рис. 26). Datum должен быть WGS 84.

После присвоения системы координат файл с точками необходимо конвертировать в формат *.grx и получившийся файл надо переместить на GPS, в папку GPX (для модели Garmin GPSmap 62s) или другую (зависит от модели GPS).

При включении GPS эти данные автоматически загружаются в базу GPS и появляются на экране карты, а и их список – в «Менеджере маршрутных точек».

Для того, чтобы точки корректно встали, если они сняты с карты, созданной в системе координат Пулково-1942, в GPS должны быть введены поправки для данной территории в прямоугольных координатах, как это описано в разд. 1.1.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

Методическое пособие по составлению цифровых карт геологического содержания. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2009.



МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ по использованию систем спутниковой навигации при производстве ГСР-200 и работах по созданию Госгеолкарты-1000/3

Редактор *Е. А. Зотова*

Подписано в печать 19.11.2014. Формат 60×90/16.
Гарнитура Times New Roman. Уч.-изд. л. 2,3.
Заказ 81114010

Всероссийский научно-исследовательский геологический
институт им. А. П. Карпинского
199106, Санкт-Петербург, Средний пр., 74

Картографическая фабрика ВСЕГЕИ
199178, Санкт-Петербург, Средний пр., 72
Тел. 328-9190, факс 321-8153