

**Руководство по эксплуатации
Аппаратура геодезическая спутниковая
AlphaGEO A2 Plus**



Редакция 1.0

Москва, 2024 г.



Штаб-квартира ALPHAGEO

Российская Федерация, 141701, Московская обл., г. Долгопрудный, Лихачевский проезд, д.4, стр.1, офис 416.

E-mail: info@alphageo.ru

Авторские права и торговые марки

© 2024, ООО «АЛЬФАГЕО», ALPHAGEO LLC. Авторские права защищены. ALPHAGEO, логотип – торговые марки компании ООО «АЛЬФАГЕО», зарегистрированные в России.

Логотип и торговая марка Bluetooth принадлежат Bluetooth SIG, Inc. Microsoft, Windows – зарегистрированные торговые марки / торговые марки Microsoft Corporation в США и/или в других странах. Остальные торговые марки являются собственностью соответствующих владельцев.

Гарантийные обязательства на программное обеспечение

Программное обеспечение изделия во всех видах, в т. ч. встроенное в изделие, функционирующее на внешних вычислительных устройствах, поставляющееся во встроенной энергонезависимой памяти и/или на отдельных носителях, конечному пользователю не продаётся, а лицензируется. При наличии отдельного лицензионного соглашения с конечным потребителем использование любого программного обеспечения перечисленных видов определяется условиями указанного лицензионного соглашения конечного потребителя (включая любые вариации условий предоставления гарантии, а также исключения и ограничения), которые обладают приоритетом над условиями данных гарантийных обязательств.

Исключения и отказ от гарантийных обязательств

Упомянутые выше гарантийные обязательства применяются только в случаях и при условиях, если:

1. Изделие было соответствующим образом и правильно установлено, сопряжено с внешними устройствами, совмещено, хранилось, обслуживалось и использовалось в соответствии с действующим Руководством по эксплуатации и техническими условиями;
2. Изделие не модифицировалось и использовалось по назначению.

Гарантийные обязательства не распространяются, и компания ООО «АЛЬФАГЕО» снимает с себя ответственность на отказы или ухудшение работоспособности, связанные с:

1. Совместным использованием изделия с аппаратными или программными продуктами, системами, данными, интерфейсами или устройствами, не изготовленными, не поставленными или не одобренными ООО «АЛЬФАГЕО»;
2. Использованием изделия в условиях, отличающихся от указанных компанией ООО «АЛЬФАГЕО» в качестве допустимых;
3. Запрещёнными установкой, модификацией или использованием изделия;
4. Повреждением, вызванным несчастным случаем, молнией или другим электрическим разрядом, погружением в или воздействием пресной или соленой воды; или пребыванием в нештатных условиях внешней среды;
5. Нормальным износом расходных частей (например, батарей).

ООО «АЛЬФАГЕО» не несет ответственности за результаты, полученные с использованием изделия.

ОБЪЯВЛЕНИЕ ОБ ИЗДЕЛИЯХ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ СПУТНИКОВЫЕ СИГНАЛЫ ОТ СИСТЕМ СПУТНИКОВОГО ДОПОЛНЕНИЯ (SBAS: WAAS/EGNOS и MSAS), OMNISTAR, GPS, BEIDOU, GALILEO, ГЛОНАСС ИЛИ РАДИОМАЯЧНЫХ СИСТЕМ: ООО «АЛЬФАГЕО» НЕ ПРИНИМАЕТ НА СЕБЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА ПАРАМЕТРЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИЛИ ОТКАЗЫ ЛЮБОЙ ИЗ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ ИЛИ ДОСТУПНОСТЬ ИХ СИГНАЛОВ. ПРИВЕДЁННЫЕ ВЫШЕ ОГРАНИЧЕННЫЕ ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА ОПИСЫВАЮТ ВСЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА ООО «АЛЬФАГЕО» И РАЗМЕРЫ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ВОЗМЕЩЕНИЯ, СВЯЗАННЫЕ С ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ КАЧЕСТВАМИ ИЗДЕЛИЯ. ПОМИМО УКАЗАННЫХ ЗДЕСЬ ГАРАНТИЙНЫХ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ, ИЗДЕЛИЕ И СОПУТСТВУЮЩАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ПОСТАВЛЯЮТСЯ ПО ПРИНЦИПУ «КАК ЕСТЬ» БЕЗ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ЯВНЫХ ИЛИ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫХ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ КЕМ БЫ ТО НИ БЫЛО, УЧАСТВОВАВШЕМ В СОЗДАНИИ, ПРОИЗВОДСТВЕ, УСТАНОВКЕ ИЛИ РАСПРОСТРАНЕНИИ, ВКЛЮЧАЯ, НО НЕ ОГРАНИЧИВАЯСЬ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫМИ ОЖИДАНИЯМИ ПРИГОДНОСТИ ИЗДЕЛИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНКРЕТНОЙ ЗАДАЧИ И ПРАВАМИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ. ПРИВЕДЁННЫЕ ВЫШЕ ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА ЗАМЕНЯЮТ ВСЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА ПО ОТНОШЕНИЮ К ЛЮБОМУ ИЗДЕЛИЮ. НЕКОТОРЫЕ ГОСУДАРСТВА И ТЕРРИТОРИИ НЕ ДОПУСКАЮТ ОГРАНИЧЕНИЙ НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ И СОСТАВ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫХ ГАРАНТИЙНЫХ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ, В СВЯЗИ С ЧЕМ ПРИВЕДЁННОЕ ВЫШЕ ОГРАНИЧЕНИЕ МОЖЕТ ВАС НЕ КАСАТЬСЯ.

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ: ОПИСАННЫЕ ВЫШЕ ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА КОМПАНИИ ООО «АЛЬФАГЕО» ПРИМЕНИМЫ К ИЗДЕЛИЯМ, ПРИОБРЕТЁННЫМ НЕПОСРЕДСТВЕННО В КОМПАНИИ ООО «АЛЬФАГЕО».

Ограничение ответственности

ОТВЕТСТВЕННОСТЬ КОМПАНИИ ООО «АЛЬФАГЕО» ПЕРЕД ВАМИ В ЛЮБОМ СЛУЧАЕ ОГРАНИЧИВАЕТСЯ СУММОЙ, УПЛАЧЕННОЙ ВАМИ ЗА ИЗДЕЛИЕ. В НАИБОЛЬШЕЙ СТЕПЕНИ, В СООТВЕТСТВИИ С ПРИМЕНЯЕМЫМ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВОМ, ООО «АЛЬФАГЕО» ИЛИ ЕЁ ПОСТАВЩИКИ НЕ БУДУТ НЕСТИ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА ЛЮБЫЕ КОСВЕННЫЕ, ОСОБЫЕ, СЛУЧАЙНЫЕ ИЛИ ЯВЛЯЮЩИЕСЯ СЛЕДСТВИЕМ ПОТЕРИ, СВЯЗАННЫЕ С ИЗДЕЛИЕМ ИЛИ СОПУТСТВУЮЩИМ ПРОГРАММНЫМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ ИЛИ ДОКУМЕНТАЦИЕЙ ПРИ ЛЮБЫХ ОБСТОЯТЕЛЬСТВАХ (ВКЛЮЧАЯ, В ЧАСТНОСТИ, ПОТЕРЮ ПРИБЫЛИ, ПРОСТОЙ, ПОТЕРЮ ДАННЫХ ИЛИ ПРОЧИЕ МАТЕРИАЛЬНЫЕ ПОТЕРИ), ВНЕ ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТОГО, БЫЛА ЛИ ООО «АЛЬФАГЕО» ЗАРАНЕЕ ПРЕДУПРЕЖДЁНА О ВОЗМОЖНОСТИ ПОДОБНЫХ ПОТЕРЬ И ВНЕ ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСТАНОВЛИВАЮЩЕЙСЯ (ИЛИ УЖЕ УСТАНОВИВШЕЙСЯ) ПРАКТИКИ ДЕЛОВЫХ ОТНОШЕНИЙ МЕЖДУ ВАМИ И ООО «АЛЬФАГЕО». НЕКОТОРЫЕ ГОСУДАРСТВА И ТЕРРИТОРИИ НЕ ДОПУСКАЮТ ОГРАНИЧЕНИЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ НА КОСВЕННЫЕ ИЛИ СЛУЧАЙНЫЕ УБЫТКИ, В СВЯЗИ С ЧЁМ ПРИВЕДЁННОЕ ВЫШЕ ОГРАНИЧЕНИЕ МОЖЕТ ВАС НЕ КАСАТЬСЯ.

Условия замены

Гарантийный срок для данного приемника составляет 12 месяцев с момента покупки. При отказе/поломке изделия в течение гарантийного срока по охватываемым данными гарантийными обязательствами причинам и при условии извещения ООО «АЛЬФАГЕО» об отказе в течение гарантийного срока мы, по своему усмотрению,отремонтируем или заменим отказавшее оборудование, или осуществим денежную компенсацию в размере уплаченных Вами при приобретении денежных средств. Указанные действия будут производиться после возврата отказавшего изделия по стандартной процедуре возврата. Если в течение гарантийного периода оборудование вышло из строя из-за человеческого фактора – гарантия на него не распространяется.

Получение технического обслуживания

Для технического обслуживания изделия свяжитесь с ООО «АЛЬФАГЕО».

Вам понадобятся следующие данные:

- Ваше имя, адрес и контактный номер;
- Документ, подтверждающий приобретение изделия;
- Название и заводской номер изделия.

В период с 11 по 13 месяц с момента приобретения изделия/прохождения предыдущего технического обслуживания необходимо предоставить изделие со всеми комплектующими в офис компании.

Получение гарантийного обслуживания

Для гарантийного обслуживания изделия свяжитесь с ООО «АЛЬФАГЕО».

Вам понадобятся следующие данные:

- Ваше имя, адрес и контактный номер
- Документ, подтверждающий приобретение изделия;
- Гарантийный талон ООО «АЛЬФАГЕО»;
- Название и заводской номер неисправного изделия;
- Описание отказа/неисправности.

Срок службы и хранения

Срок службы изделия: не менее 5 лет.

Срок хранения изделия: не менее 1 года.

Введение

Данное Руководство по эксплуатации используется для подготовки к работе аппаратуры геодезической спутниковой «AlphaGEO A2 Plus» (далее ГНСС-приемник) и содержит информацию по его настройке и правилам эксплуатации.

Так как это новый тип геодезического ГНСС-приемника, то, даже если Вы пользовались ранее подобным типом оборудования, пожалуйста, внимательно прочитайте Руководство по эксплуатации перед началом работ. Если у вас возникнут какие-либо вопросы, вы можете их задать на официальном сайте производителя: www.alphageo.ru или отправить свой вопрос по электронной почте: info@alphageo.ru.

Советы по технике безопасности



Примечание: описанные здесь специальные действия, как правило, требуют особого внимания. Пожалуйста, внимательно прочтите их содержание.



Внимание: описанные здесь специальные действия являются особенно важными. В случае появления сообщения о неисправности дальнейшая эксплуатация может привести к повреждению устройства, потере сохраненных данных, работа системы может быть нарушена, а также поставлена под угрозу личная безопасность.

Перед использованием устройства, пожалуйста, внимательно прочитайте Руководство по эксплуатации. Это поможет Вам в использовании оборудования. ООО «АЛЬФАГЕО» не несет ответственности за невыполнение пользователем правил по работе с устройством, требований Руководства по эксплуатации, или использование неисправного оборудования.

ООО «АЛЬФАГЕО» постоянно стремится к совершенствованию функционала и производительности поставляемого оборудования, улучшая качество обслуживания. Компания оставляет за собой право изменять содержание Руководства по эксплуатации без дополнительного уведомления.

Соответствие между содержанием Руководства по эксплуатации, программным обеспечением и аппаратными средствами не исключает возможности наличия отклонений. Фотографии в Руководстве используются исключительно для иллюстрации и наглядного примера.

Утилизация и переработка

Данное оборудование следует утилизировать отдельно от обычных бытовых отходов. Вы несете ответственность за утилизацию этого и другого электрического и электронного оборудования через специальные пункты сбора, назначенные правительством или местными властями.

Правильная утилизация и переработка помогут предотвратить возможные негативные последствия для окружающей среды и здоровья человека.

Для получения более подробной информации об утилизации отработавшего оборудования обратитесь в местные органы власти, в службу утилизации отходов или в компанию, где было приобретено оборудование.

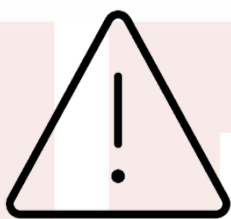
Оглавление

1. Обзор ГНСС-приемника AlphaGEO A2 Plus	8
Краткое знакомство с оборудованием	8
Описание изделия	8
Меры предосторожности при эксплуатации	9
2. Аппаратура геодезическая спутниковая AlphaGEO A2 Plus	11
Краткое описание комплекта поставки	11
Внешний вид ГНСС-приемника	12
Панель управления	13
Условия окружающей среды	13
Активные радиопомехи	14
Принцип работы встроенного лазерного дальномера	14
3. Взаимодействие с приемником	15
Интерфейс управления приемником	15
Светодиодные индикаторы	15
4. Подготовка к работе ГНСС-приемника	15
Зарядка и включение питания	15
Крепление приемника на вехе	16
5. Управление приемником с помощью ПО SurPro6.0	17
Создание проекта и настройка системы координат	17
Подключение к приемнику и настройка ровера	19
Калибровка IMU	21
Порядок работы с модулем IMU	22
Калибровка лазерного указателя	24
Порядок работы с лазерным дальномером	25
Выполнение измерений	27
Настройка записи статики	28
Экспорт данных	30
6. Особенности	31
7. Технические характеристики ГНСС-приемника AlphaGEO A2 Plus	32

1. Обзор ГНСС-приемника AlphaGEO A2 Plus

Краткое знакомство с оборудованием

AlphaGEO A2 Plus – это самый компактный ГНСС-приемник со лазерным дальномером в мире, весом всего лишь 200 г. Лазерный дальномер зеленого цвета позволяет выполнять измерения объектов на расстоянии до 20 метров и остается виден даже в солнечную погоду. Помимо этого, в этом маленьком корпусе уместилась передовая высокопроизводительная OEM-плата Unicorecomm UM980 на 1408 каналов, а также новейший модуль IMU с мгновенной инициализацией. Работа таким технологичным и компактным приемником – одно удовольствие даже в сложных условиях наблюдения.



Советы и предупреждения: В данном Руководстве приводится общая информация. Комплектация при поставке ГНСС-приемника может различаться в зависимости от требований клиента. Конкретная конфигурация обсуждается при покупке.

Прежде чем приступить к работе с ГНСС-приемником, проверьте, не повреждена ли упаковка.

Откройте кейс и тщательно проверьте, соответствует ли комплект поставляемого оборудования спецификации. В случае утраты или повреждения приемника или аксессуаров следует связаться с главным офисом ООО «АЛЬФАГЕО» или местным представительством в регионе. Пожалуйста, внимательно прочитайте Руководство перед выполнением транспортировки и эксплуатации оборудования.

Описание изделия

- Приемник оснащен встроенным лазерным дальномером, позволяющим выполнять съёмку недоступных объектов;
- Удобный форм-фактор компактного ГНСС-приемника для выполнения различного вида геодезических работ;
- Мультисистемный и мультичастотный ГНСС-приемник с поддержкой приема сигналов спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС, GPS, BeiDou, Galileo;
- Имеется встроенный датчик IMU для компенсации наклона вехи;
- Управление может осуществляться контроллером AlphaGEO;
- Контроллер AlphaGEO, работающий под управлением мобильной операционной системы Android, может управлять ГНСС-приемником при помощи полевого ПО SurPro6.0;
- ГНСС-приемник имеет одну функциональную клавишу на корпусе;
- ГНСС-приемник имеет практичный дизайн, легкий вес и прочный корпус;

Меры предосторожности при эксплуатации

Геодезический ГНСС-приемник AlphaGEO A2 Plus имеет стойкий к воздействию химических веществ, а также ударопрочный корпус. Однако, несмотря на это, ГНСС-приемник должен бережно эксплуатироваться в сложных условиях окружающей среды.



Внимание: ГНСС-приемник должен эксплуатироваться и храниться в определенном диапазоне температур. Подробные требования приведены в разделе «Характеристики ГНСС-приемника».

Упаковка и транспортировка: убедитесь, что приемник и все комплектующие размещены в транспортировочной коробке с прибором в правильном положении, чтобы предотвратить повреждение оборудования ударами и вибрациями во время транспортировки. Приемник имеет пыле-влагозащиту стандарта IP67, но при этом важно помнить, что хранение приемника необходимо осуществлять в сухом виде. Если Вы отработали в дождливую погоду, протрите приемник сухой тканью перед тем, как убрать его на хранение в транспортировочную коробку. Приемник и контроллер оснащены встроенной литиевой батареей. Пожалуйста, убедитесь, что во время транспортировки соблюдаются местные законы и правила.

Устройство оснащено лазерным дальномером, лазерное изделие класса I.



Внимание: лазерное излучение класса I – не смотреть в пучок через оптические приборы. Запрещается смотреть прямо в пучок через зрительную трубу тахеометра, теодолита, нивелира и прочих увеличивающих линз и оптических приборов в целях безопасности. Облучение кожи возле апертуры может вызвать ожоги.

Хранение: при использовании и хранении приемника убедитесь, что он находится в условиях с указанным в ТХ приемника диапазоне температур хранения. Перед хранением зарядите батарею приемника до 80% и выключите его. После использования приемника в полевых условиях, его необходимо своевременно упаковать, чтобы предотвратить потерю комплектующих в коробке.

Не разбирайте приемник. В случае неисправности, обратитесь к поставщику оборудования.

Пожалуйста, используйте оригинальное зарядное устройство. При использовании внешнего источника питания необходимо обеспечить правильное номинальное напряжение.

Не используйте приемник и металлическую вежу в грозовые дни, чтобы предотвратить случайные травмы, вызванные ударом молнии.

Для обеспечения корректного приема спутникового сигнала и качественных непрерывных наблюдений необходимо, чтобы измерения производились на открытой местности без каких-либо препятствий выше угла отсечки в 10° (маска возвышения). Линии высокого напряжения, электрические подстанции, телевышки и другое оборудование с сильными электромагнитными помехами следует избегать в радиусе 200 м от источника излучений для уменьшения влияния помех (интерференции) электромагнитных волн спутниковых сигналов. Для уменьшения влияния эффекта многолучевости на результаты наблюдений, приемник должен находиться вдали от стеклянных навесных стен высотных зданий, водной поверхности и других мест с сильным переотражением сигналов электромагнитных волн.



2. Аппаратура геодезическая спутниковая AlphaGEO A2 Plus

Краткое описание комплекта поставки

1. ГНСС-приемник AlphaGEO A2 Plus;
2. **Транспортировочная коробка.** Если приемник влажный после работы в дождь, либо в коробке есть следы влаги, пожалуйста, не упаковывайте приемник сразу, протрите следы влаги сухой ветошью. Если оборудование влажное и у Вас нет возможности просушить его, по возвращении в офис коробку следует открыть и просушить оборудование;



3. **Кабель USB Type-C.** Предназначен для зарядки приемника. Интерфейс USB Type-C расположен на нижней части приемника. Откройте резиновую заглушку, чтобы получить к нему доступ;
4. **Блок питания 5V/2A.** Предназначен для зарядки приемника;
5. **Адаптер 1/4"/5/8".** Данный адаптер (переходник) используется для возможности крепления приемника на стандартной вехе для ГНСС-приемников.

Внешний вид ГНСС-приемника

ГНСС-приемник AlphaGEO A2 Plus имеет тип исполнения «моноблок».



На боковой части приемника расположена кнопка питания для включения/выключения приемника.



Нижняя часть приемника имеет резьбовое крепление 1/4" для установки адаптера и/или крепления на вехе. На нижней части приемника под заглушкой, которая предотвращает попадание пыли и влаги, расположен разъем USB Type-C. Также на нижней части приемника имеется встроенный лазерный дальномер. В целях безопасности не направляйте луч лазера в глаза при использовании оборудования.

Интерфейс USB Type-C: для зарядки устройства.



Примечание: при отсутствии необходимости в использовании USB-разъема, пожалуйста, используйте защитную заглушку для предотвращения попадания пыли и влаги в разъемы. Не используйте оборудование в полевых условиях с открытой/неплотно закрытой защитной заглушкой во избежание попадания пыли/влаги в разъем и выхода приемника из строя.

Лазерный дальномер: для выполнения измерения расстояний, позволяющий использовать приемник без вехи.



Внимание: лазерное излучение класса I – не смотреть в пучок через оптические приборы. Запрещается смотреть прямо в пучок через зрительную трубу тахеометра, теодолита, нивелира и прочих увеличивающих линз и оптических приборов в целях безопасности. Облучение кожи возле апертуры может вызвать ожоги.

Панель управления

На панели управления приемника расположены 4 световых индикатора

Индикатор	Пояснение
	Индикатор питания приемника (зеленый, красный)
	Индикатор Bluetooth (зеленый)
	Индикатор приема/передачи данных (зеленый)
	Индикатор приема спутниковых сигналов (зеленый)

Условия окружающей среды

ГНСС-приемник рекомендуется эксплуатировать в сухих условиях окружающей среды независимо от уровня пыле-влагозащищенности оборудования. В целях повышения стабильности работы и увеличения цикла сервисного обслуживания приемника, следует избегать эксплуатации оборудования в экстремальных условиях, таких как:

- Повышенная влажность;
- Температура выше +75°C;
- Температура ниже -45°C;
- Среда с агрессивными жидкостями или газами.

Активные радиопомехи

ГНСС-приемник не следует устанавливать для выполнения наблюдений в местах с сильными помехами электромагнитных сигналов, таких как:

- Автомагистрали;
- Линии высокого напряжения;
- Генераторы;
- Работающая от электрических двигателей авто и мототехника;
- Источники питания переменного тока;
- Передающие радио, GSM и другие типы сигналов станции (вышки);
- Прочие источники электроснабжения.

Принцип работы встроенного лазерного дальномера

Появление безотражательных электронно-оптических дальномеров произвело революцию в топографо-геодезической съемке, позволив выполнять измерения расстояний по новой технологии без использования отражающих целей и призм. Безотражательный дальномер позволяет геодезистам точно определить расстояние до удаленного объекта без необходимости установки призмы непосредственно в измеряемой точке. Измерения без отражателя открыли новые возможности съемки с одним исполнителем, существенно увеличив производительность и качество его работы и повысив уровень личной безопасности.

Объединив возможности безотражательной технологии измерения расстояний с ГНСС-оборудованием, производительность съемки одним исполнителем возрастет еще больше.

В ГНСС-оборудовании AlphaGEO используется лазерный дальномер, основанный на методе сравнения фаз сигнала. Дальномер передает коаксиальный оптический пучок с модулированной интенсивностью, который отражается от поверхности. После этого определяется разность фаз между переданным и отраженным принятым сигналом, по которой вычисляется расстояние.

Метод измерения разности фаз работает по принципу наложения на несущую частоту модулированного сигнала. Оборудование выполняет измерение постоянного смещения фазы, несмотря на неизбежные изменения в излучаемом и принимаемом сигнале. В результате сравнения фаз опорного и получаемого сигнала определяется только величина сдвига фазы, а целое число циклов остается неизвестным и не позволяет сразу получить измеренное расстояние. Эта неоднозначность разрешается путем многократных измерений модуляции волны, в результате чего определяется уникальное целое число циклов. Как только целое число циклов определено, то расстояние до цели может быть вычислено очень точно.

Дальнейшие преобразования измеренного расстояния позволяют определить точные координаты цели, зная точные угол и направление наклона приемника в момент измерения расстояния, полученные с помощью модуля IMU.

3. Взаимодействие с приемником

Интерфейс управления приемником

Описание работы кнопки на боковой части приемника:

Кнопка	Режим	Действие	Пояснение
PWR	Приемник выключен	Удержание кнопки (3 сек)	Включение приемника
	Приемник включен	Удержание кнопки (3 сек)	Выключение приемника
	Приемник включен	Удержание кнопки (1 сек)	Съёмка точки с использованием лазерного дальномера

Светодиодные индикаторы

Описание светодиодных индикаторов на передней части приемника:

Индикатор	Режим	Индикация	Пояснение
	Кабель питания подключен	Горит красным	Зарядка АКБ
		Горит зеленым	АКБ заряжен
	Кабель питания не подключен	Не горит	Приемник выключен
		Горит красным	Приемник включен, заряд АКБ >20%
		Мигает красным	Приемник включен, заряд АКБ <20%
		Горит зеленым	Соединение по Bluetooth выполнено
		Не горит	Соединение по Bluetooth не выполнено
		Мигает зеленым	Прием данных
	Ровер	Не горит	Данные не принимаются
		Мигает зеленым	Приемник отслеживает спутники
		Не горит	Приемник не отслеживает спутники
		Мигает зеленым	Приемник отслеживает спутники

4. Подготовка к работе ГНСС-приемника

Зарядка и включение питания

Используйте оригинальный блок питания 5V/2A и кабель для зарядки встроенного АКБ приемника во избежание выхода из строя оборудования. Разъем для зарядки встроенного аккумулятора расположен на нижней части приемника и защищен от попадания пыли и влаги резиновой заглушкой. После зарядки АКБ приемника плотно закрывайте разъем для предотвращения попадания пыли и влаги внутрь устройства во время хранения и эксплуатации.



На боковой панели приемника также расположена клавиша питания для включения и выключения приемника. Зажмите клавишу питания на 3 секунды для включения приемника. Для выключения приемника можно использовать ПО SurPro6.0, либо зажать клавишу питания на 3 секунды. Также эту кнопку можно использовать в качестве кнопки съёмки для записи измерений в ПО SurPro6.0.

На нижней части приемника имеется встроенный лазерный дальномер, предназначенный для выполнения измерения расстояний, позволяющий использовать приемник без вехи. В целях безопасности не направляйте луч лазера в глаза при использовании оборудования.

Крепление приемника на вехе

На нижней части приемника также расположено резьбовое крепление $\frac{1}{4}$ ". Если Вы используете приемник со стандартной геодезической вехой для ГНСС-приемников, в комплекте поставки приемника AlphaGEO A2 Plus есть переходник $\frac{1}{4}$ " $\frac{5}{8}$ ". Используйте его для крепления приемника на вехе. Его высота уже включена в высоту приемника, так что при измерениях классическим методом на вехе необходимо указать только длину вехи для корректного расчета отметок точек.



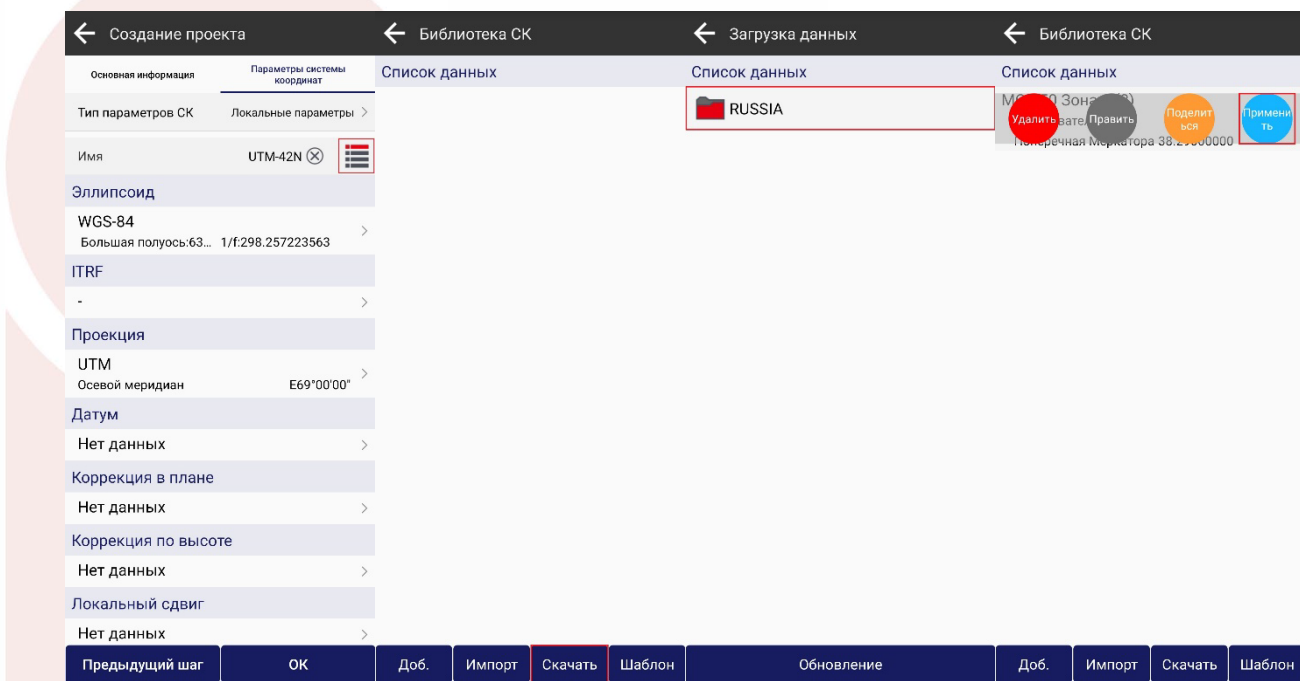
5. Управление приемником с помощью ПО SurPro6.0

Создание проекта и настройка системы координат

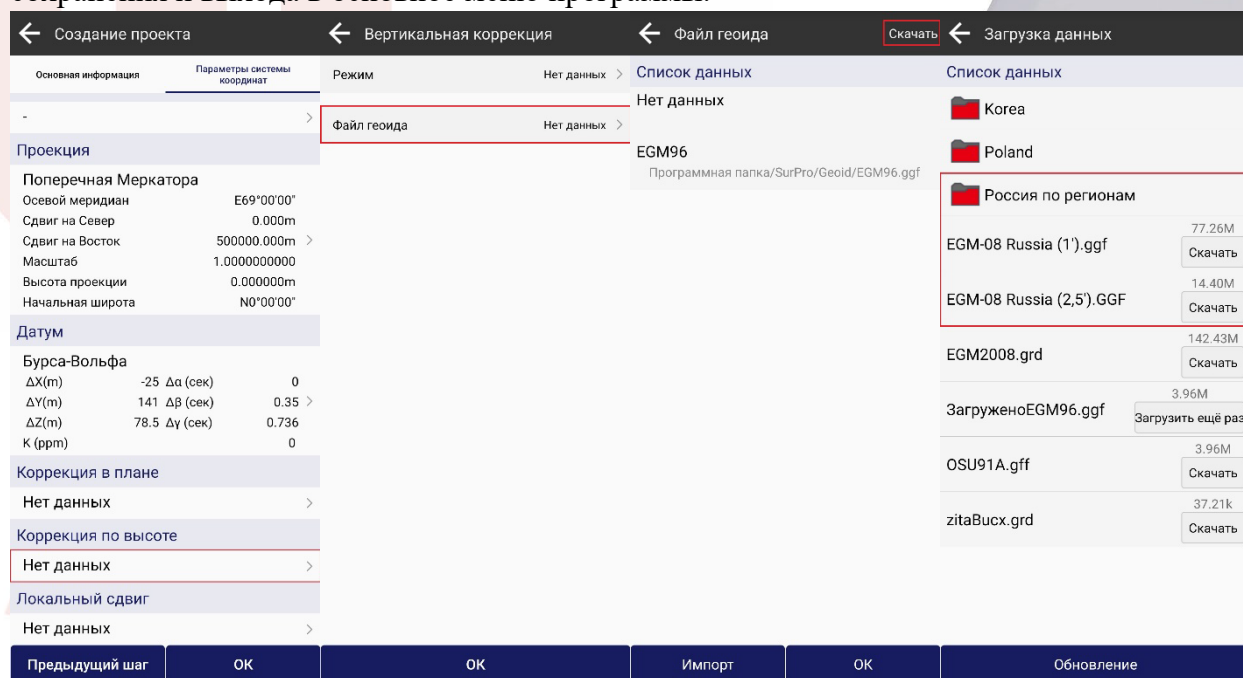
Для начала работы с ПО SurPro6.0 необходимо создать новый проект (если Вы не сделали этого ранее), либо использовать ранее созданный проект. Для создания нового проекта нажмите на ярлык **Проекты** во вкладке **Проект**. Слева внизу будет доступна кнопка **Новый** для создания нового проекта. Введите **Имя проекта** (для задания имени проекта можно использовать символы на кириллице либо латинице, а также цифры). Нажмите кнопку **Ещё** для открытия дополнительных параметров настройки нового проекта и измените необходимые Вам настройки, затем нажмите кнопку **Далее**.

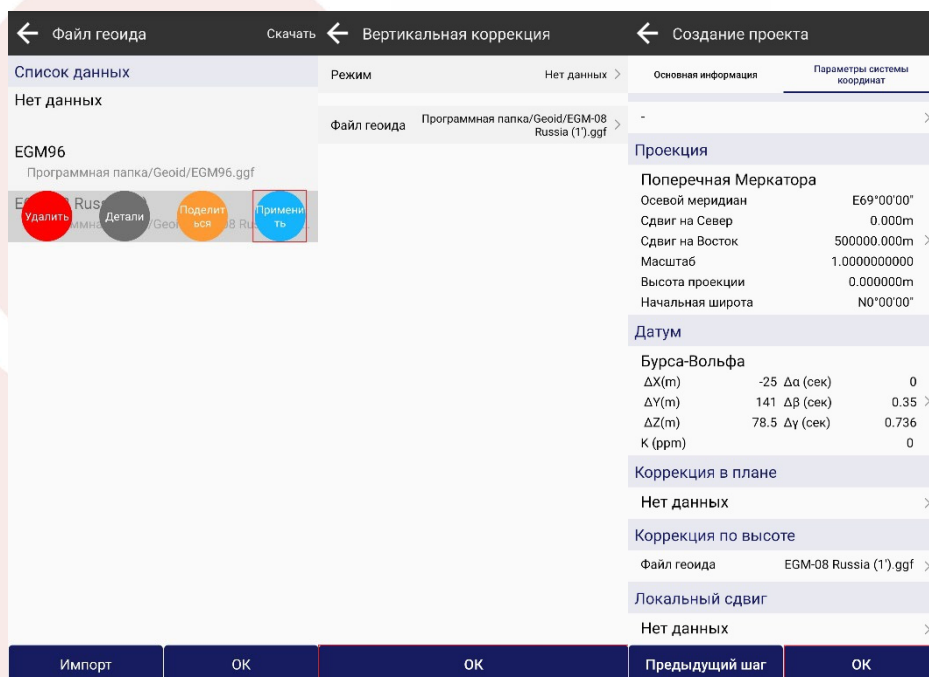
The screenshot shows the 'Создание проекта' (Create Project) dialog in the SurPro6.0 software. The interface is in Russian. The 'Текущий проект' (Current Project) section shows the project name 'www.alphageo.ru' and the date '2024-04-12 12:24:58'. The 'Список' (List) tab is active, showing a list of projects. The 'Ввод' (Input) tab is also visible. The 'Основная информация' (Basic Information) section includes fields for 'Имя проекта' (Project Name) set to 'AlphaGEO', 'Оператор' (Operator) set to 'Ввод' (Input), 'Заметки' (Notes) set to 'Ввод' (Input), and 'Дата создания' (Creation Date) set to '2024-04-12 12:38:36'. The 'Путь' (Path) field is set to 'Программная папка/SurPro/Project'. The 'Параметры системы координат' (Coordinate System Parameters) section is expanded, showing options for 'Имя проекта' (Project Name) set to 'AlphaGEO', 'Оператор' (Operator) set to 'Ввод' (Input), 'Заметки' (Notes) set to 'Ввод' (Input), 'Расстояние' (Distance) set to 'Метр' (Meter), 'Дата создания' (Creation Date) set to '2024-04-12 12:38:36', 'Формат угла' (Angle Format) set to 'ГГ"ММ"СС.СССС' (DD"MM"SS.SSSS), 'Формат широты/долготы' (Latitude/Longitude Format) set to 'ГГ"ММ"СС.СССС' (DD"MM"SS.SSSS), 'Имя 1-ой точки по умолчанию' (Default Name of 1st Point) set to 'P1', 'Использовать параметры СК последнего проекта' (Use parameters of the last project) checked, 'Использовать библиотеку кодов последнего проекта' (Use last project's code library) checked, and 'Заметки' (Notes) set to 'Ввод' (Input). The 'Ещё' (More) button is highlighted. At the bottom, there are buttons for 'Новый' (New), 'Открыть...' (Open...), 'Отмена' (Cancel), 'Далее' (Next), 'Отмена' (Cancel), and 'Далее' (Next).

Во вкладке **Параметры системы координат** можно задать данные СК, которая будет использоваться в новом проекте. В строке **Тип параметров СК** доступно два варианта на выбор: **Локальные параметры** – для создания СК вручную или для импорта готового файла с параметрами СК из памяти контроллера, либо с помощью QR-кода; **RTCM 1021~1027** – данный тип параметров СК используется при работе от БС, которые в сообщениях с поправками вещают параметры перехода к МСК (например, такие сети ПДБС, как «Геоспайдер»). При выборе типа параметров СК **Локальные параметры** нажмите на кнопку  для перехода к импорту файла СК. Помимо этого, зная значения параметров, можно ввести их вручную при настройке СК, либо отредактировать значения параметров, загруженных из отдельного файла.



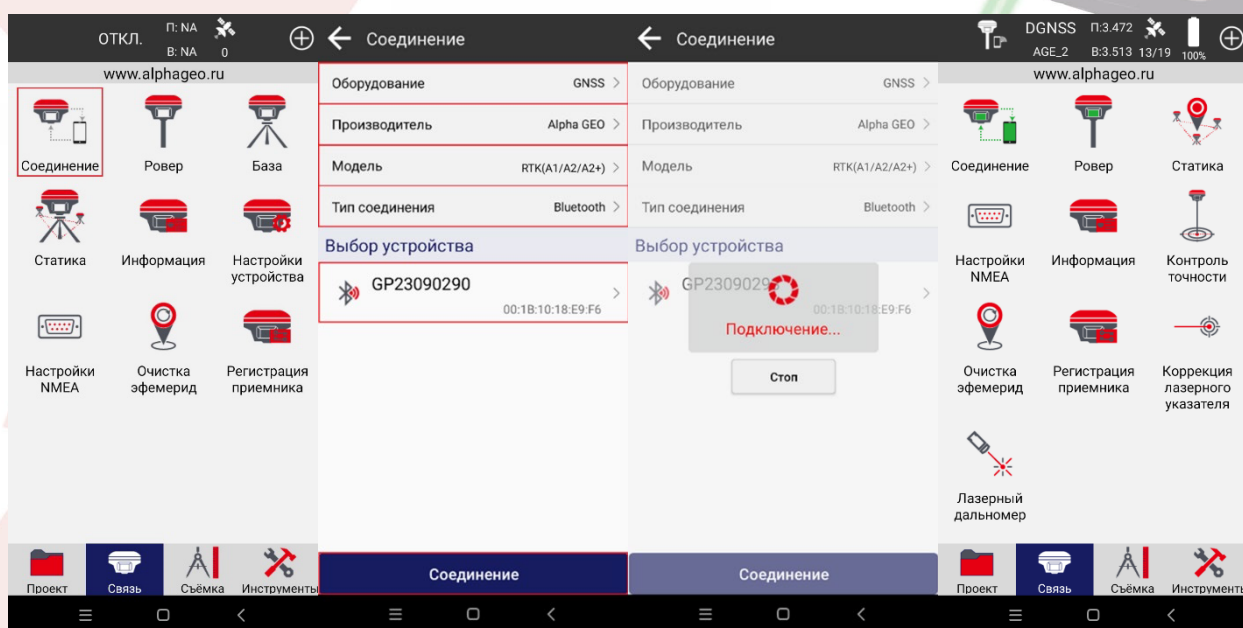
По умолчанию спутниковое оборудование работает в геодезической системе высот. Для перехода к нормальным высотам (например, к БСВ-77), используйте файл геоида, который можно импортировать в настройках СК в пункте меню **Параметры корректирования высоты**. После настройки всех параметров СК нажмите **ОК** для сохранения и выхода в основное меню программы.





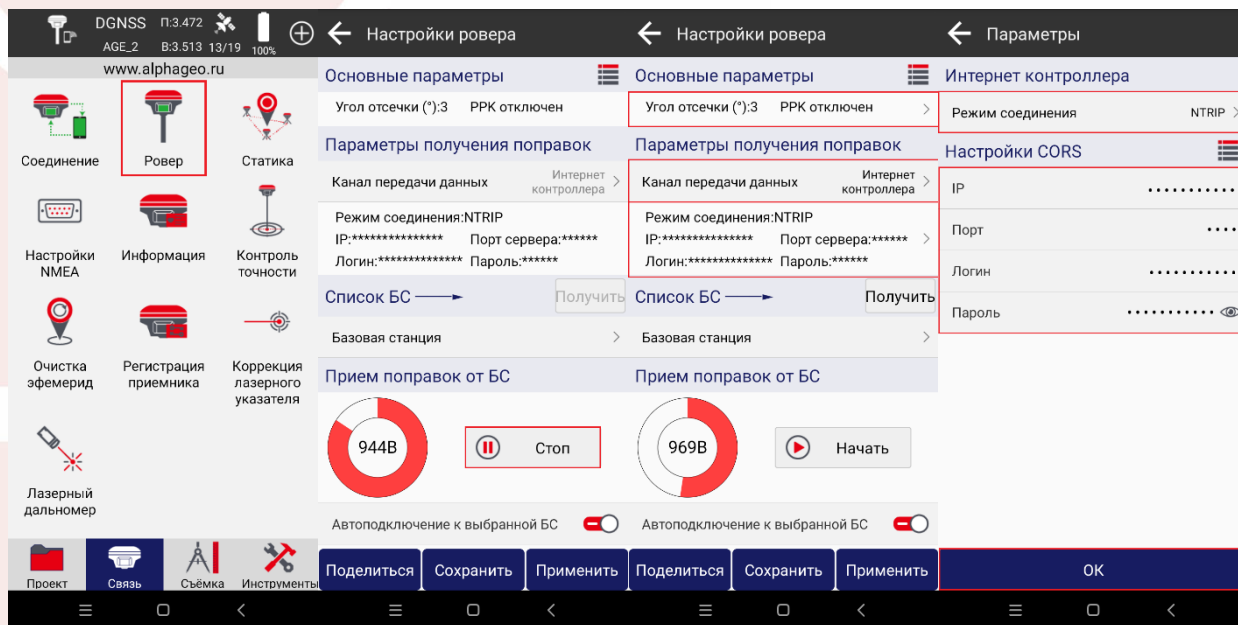
Подключение к приемнику и настройка ровера

Включите питание приемника. Для подключения контроллера с ПО SurPro6.0 к приемнику необходимо перейти во вкладку **Связь** и открыть ярлык **Соединение**. Перед выполнением подключения к приемнику необходимо проверить, что в строке **Оборудование** выбрано **GNSS**, **Производитель** – **AlphaGEO**, **Модель** – **RTK(A1/A2/ A2+)**, **Тип соединения** – **Bluetooth**, затем выбрать s/n Вашего приемника из сопряженных или доступных устройств, после чего нажать кнопку **Соединение** для подключения к приемнику.

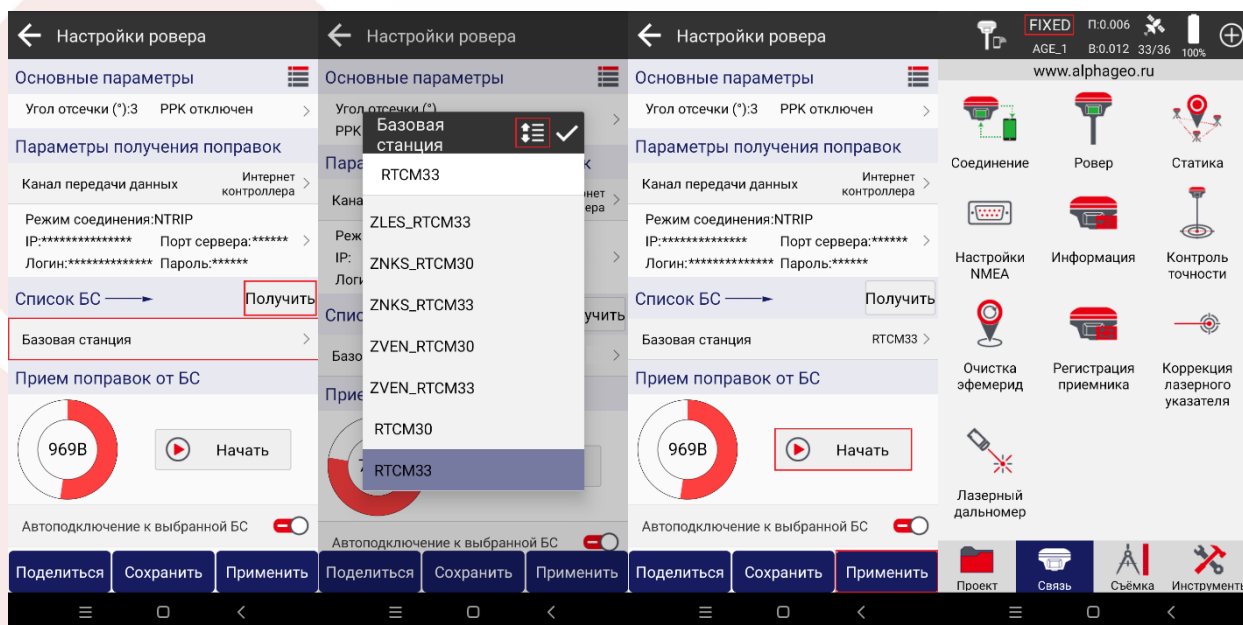


После подключения к приемнику необходимо выполнить настройку подключения к БС. Для этого перейдите во вкладке **Связь** в ярлык **Ровер** и нажмите кнопку **Стоп**. Задайте

необходимый **Угол отсечки** в **Основных параметрах**, в **Параметрах получения поправок** выберите **Канал передачи данных Интернет контроллера**, затем задайте **Режим соединения NTRIP** и пропишите **Настройки CORS** – данные для подключения к сети БС (эта информация может быть предоставлена Вашим менеджером, либо может быть запрошена самостоятельно у представителя сети БС), после чего нажмите **ОК**, затем кнопку **Получить** для загрузки списка БС. При наличии Интернет-соединения и корректно указанных данных сервера (IP-адрес, порт), список БС будет загружен.

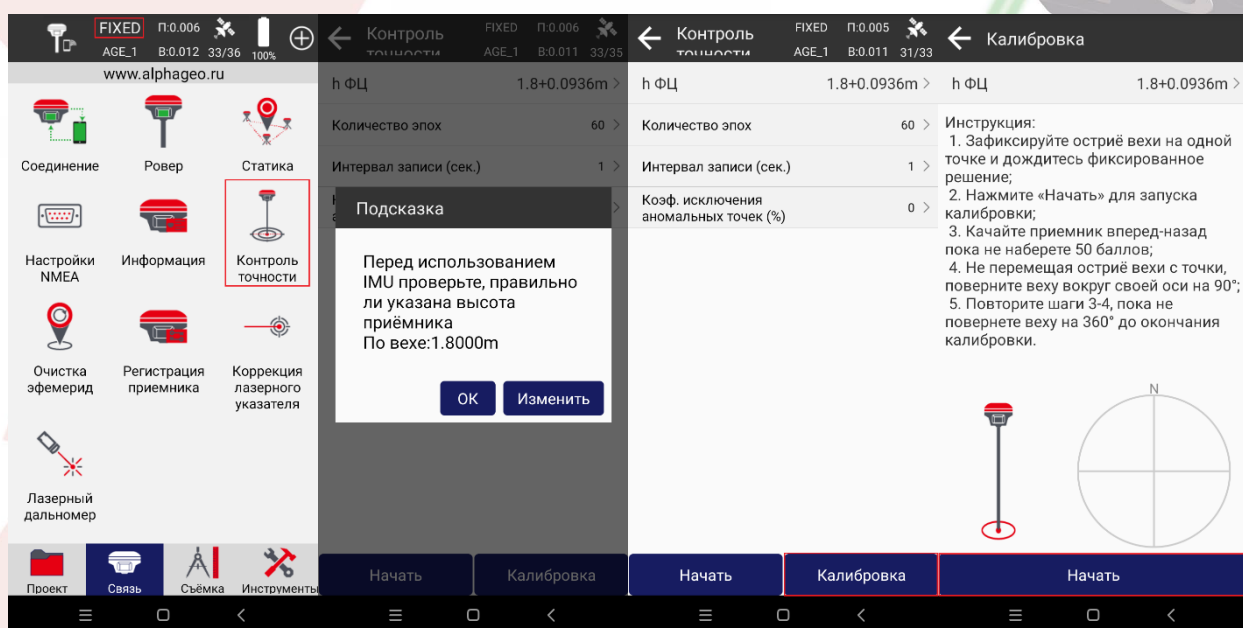


Нажмите на **Базовую станцию** для выбора точки доступа для подключения, нажмите на кнопку  в шапке списка для сортировки списка по расстоянию (работает только после определения приемником текущего местоположения) и выберите необходимую (ближайшую) БС. Нажмите на кнопку **Начать** для подключения к сети БС. При корректном вводе учетных данных (логин и пароль), а также при наличии доступа к сети у введенного логина Вы увидите всплывающее сообщение **Успешное подключение к БС**, начнется прием поправок от БС, после чего можно нажать кнопку **Применить** для сохранения и применения настроек Ровера. Дождитесь фиксированного (FIXED) решения после применения настроек



Калибровка IMU

IMU (Inertial Measurement Unit) – это инерциальный измерительный блок, то есть набор чувствительных элементов (гироскопов и акселерометров), фиксирующих инерциальные воздействия. Положение наконечника вехи рассчитывается путем компенсации ошибки, вызванной наклоном ГНСС-приемника. Для расчетов достаточно знать длину вехи, угол наклона и ориентацию наклона. За ориентацию и угол наклона ГНСС-приемника отвечает датчик IMU. Таким образом пользователю достаточно ввести высоту вехи в программном обеспечении, чтобы система позволила точно определить координаты точки, измеренной с наклоненной вехой.



Перед началом работ с использованием модуля IMU необходимо выполнить его калибровку. Для выполнения калибровки IMU подключитесь к ГНСС-приемнику и

получите поправки от БС. После выполнения инициализации перейдите в меню **Контроль точности**, проверьте корректность указанной высоты приемника на вехе (при необходимости измените указанное значение) и выберите пункт **Калибровка**.

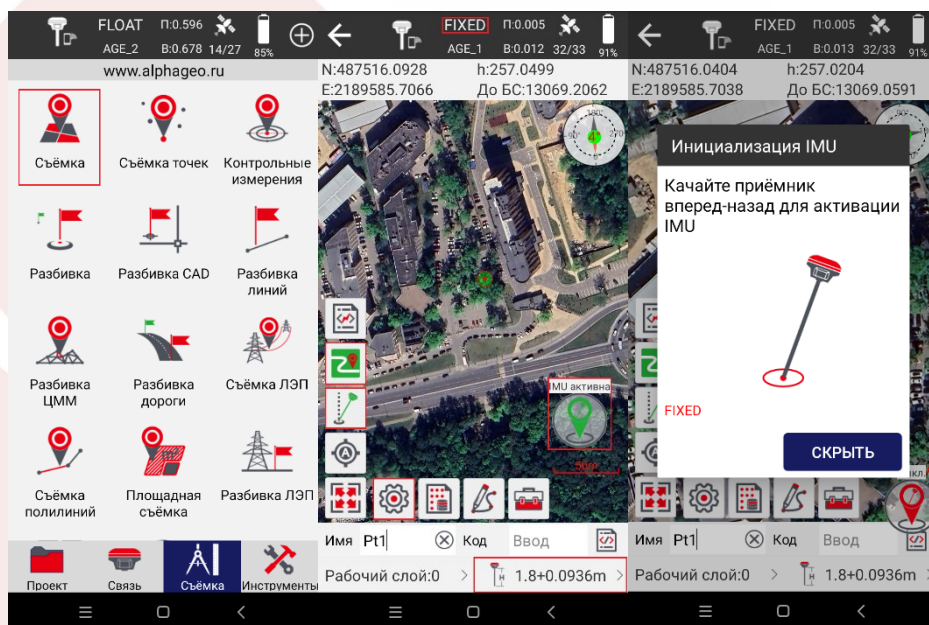
Затем следуйте инструкции на экране контроллера. Суть калибровки заключается в центрировании острья вехи на твердой точке и отклонении приемника от вертикального положения по четырем направлениям сторон света до окончания процесса калибровки. После окончания калибровки IMU появится диалоговое окно, сообщающее об успешной калибровке.



Вы можете выполнить контрольное измерение без использования IMU и выполнить разбивку отснятой точки с IMU для проверки точности работы IMU. Если результаты не будут соответствовать необходимой точности – попробуйте выполнить калибровку IMU повторно.

Порядок работы с модулем IMU

Чтобы приступить к измерениям в режиме РТК с использованием IMU, выполните подключение к приемнику, настройте получение поправок от БС, перейдите во вкладку **Съемка** и откройте ярлык **Съемка** или **Разбивка**, дождитесь фиксированного решения (**FIXED**) в верхней информационной панели. Перед началом съемки укажите действительную **Высоту ФЦ приемника** и **Метод измерения**. Включите модуль IMU с помощью кнопки  для коррекции угла наклона вехи (необходимо будет покачать приемник вперед-назад при фиксированном решении для активации согласно всплывающей подсказке). После активации инерциальной системы модуля IMU кнопка Съемки точек будет зеленого цвета с надписью IMU активна .



Для стабильной работы инерциальной системы (IMU) придерживайтесь следующих рекомендаций:

- инициализацию IMU следует выполнять на открытой местности после получения стабильного и надежного фиксированного решения;
- используйте исправную вежу (искривлённая вежа может стать причиной некорректной работы инерциальной системы IMU);
- введите корректную высоту вежи перед началом инициализации IMU, а также контролируйте корректность введенной высоты в процессе съёмки с компенсацией наклона (неправильно измеренная высота вежи влияет не только на высотную отметку, но также и на плановые координаты измеряемой точки. Пример: если ввести высоту вежи с ошибкой 10 см, то при высоте вежи 2 м и угле наклона 15° ошибка в плановых координатах составит около 2,5 см, а при угле наклона 30° - более 5 см);
- в процессе инициализации IMU первоначально или повторно (согласно окну уведомления ПО SurPro6.0) требуется установить вежу вертикально;
- обратите внимание, что пузырёк круглого уровня на веже должен находиться в нуль пункте, далее покачайте вежу (с наклоном около 30°), чтобы завершить инициализацию IMU согласно подсказке в окне уведомления ПО SurPro6.0, придерживайтесь скорости покачивания вежи, отображаемой на анимированной заставке в интерфейсе ПО (не качайте приёмник слишком медленно или слишком быстро);
- в процессе работы рекомендуется использовать IMU при компенсации наклона вежи не более 45° для корректного приема спутниковых данных;





- после перезагрузки приёмника необходимо повторно выполнить инициализацию IMU;
- после падения приёмника необходимо повторно выполнить инициализацию IMU;
- если приёмник долгое время находился в неподвижном состоянии, необходимо повторно выполнить инициализацию IMU;
- Не наклоняйте вежу более чем на 120°, в противном случае потребуются повторная инициализация IMU;
- инициализацию IMU необходимо выполнить повторно при быстром вращении вехи (2 оборота в секунду и быстрее).



Внимание: технология инерциальной системы компенсации наклона IMU не связана с режимами работы «Статика», «Быстрая статика», а также «Кинематика». Модуль IMU и данные, полученные с его помощью, не имеют прямого отношения к файлам сырых данных наблюдений ГНСС-приёмника. Все результаты в данных режимах работы достигаются только прямыми и классическими/рациональными алгоритмами, а именно: штатное использование поверенного уровня на вехе/трегере.

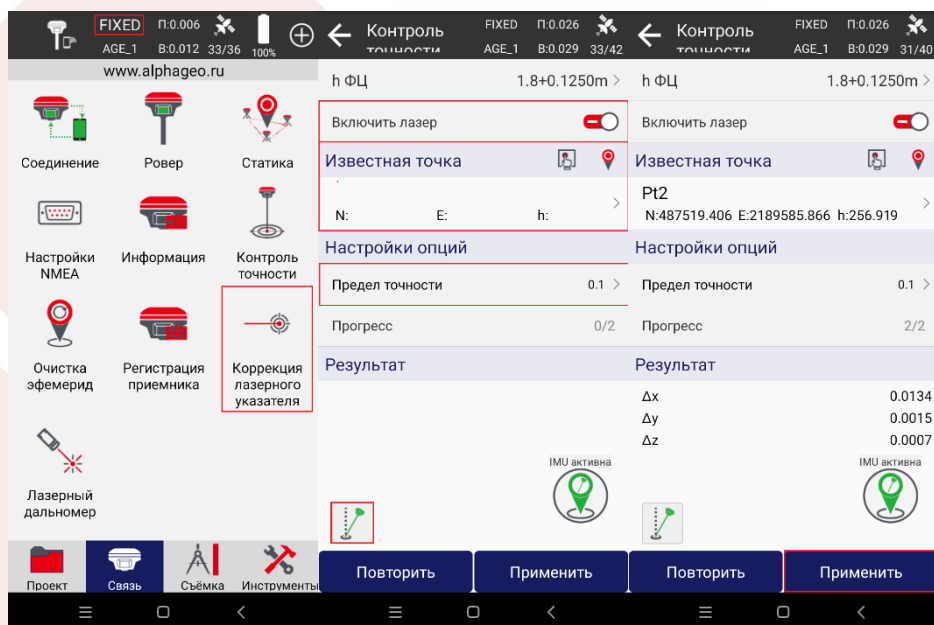
Калибровка лазерного указателя

В приёмнике AlphaGEO A2 Plus встроен лазерный дальномер, позволяющий определить расстояние до измеряемой точки в безотражательном режиме. Данный метод измерений позволяет выполнять съёмочно-разбивочные работы без использования вехи.

Перед началом работ с использованием лазерного дальномера необходимо выполнить его калибровку.

Для использования программным обеспечением данных лазерного дальномера, при первом включении лазера ПО запросит ввести ключ активации, который можно получить у специалиста технической поддержки.

Для выполнения калибровки лазерного дальномера подключитесь к ГНСС-приёмнику, получите поправки от БС и выполните калибровку IMU. После этого перейдите в меню **Коррекция лазерного указателя**. Перед началом коррекции лазерного указателя необходимо включить лазер и указать координаты известной точки (выбрать с карты, считать из ГНСС, выбрать из библиотеки точек), затем выставить допуск по пределу точности и активировать работу IMU.



После предварительной настройки необходимо выполнить измерение указанной точки с двух ракурсов, затем посмотреть результаты расчета, проверить их на соответствие выставленному пределу точности, после чего нажать кнопку **Применить** для применения результатов коррекции лазерного указателя. Если результаты неудовлетворительные – попробуйте выполнить измерения повторно, нажав кнопку **Повторить**.

Порядок работы с лазерным дальномером

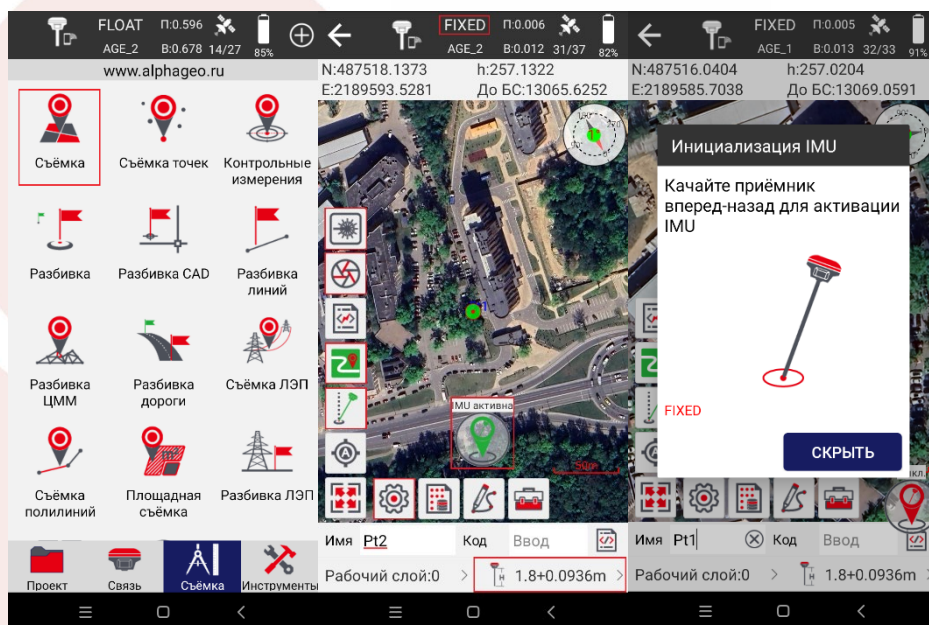
Чтобы приступить к измерениям в режиме РТК с использованием IMU и встроенного лазерного дальномера, выполните подключение к приемнику, настройте получение поправок от БС, перейдите во вкладку **Съёмка** и откройте ярлык **Съёмка** или **Разбивка**, дождитесь фиксированного решения (**FIXED**) в верхней информационной панели. Перед началом съёмки укажите действительную **Высоту ФЦ приемника** и **Метод измерения**.

Включите модуль IMU с помощью кнопки  для коррекции угла наклона вехи (необходимо будет покачать приемник вперед-назад при фиксированном решении для активации согласно всплывающей подсказке). После активации инерциальной системы

модуля IMU кнопка Съёмки точек будет зеленого цвета с надписью IMU активна .

Включите лазерный дальномер  для измерения недоступных точек с помощью встроенного лазерного дальномера. Наведите на точку, которую необходимо измерить

лазерным дальномером, и нажмите кнопку  для сохранения координат точки положения лазерного пятна встроенного дальномера приемника.



Для стабильной работы встроенного лазерного дальномера придерживайтесь следующих рекомендаций:



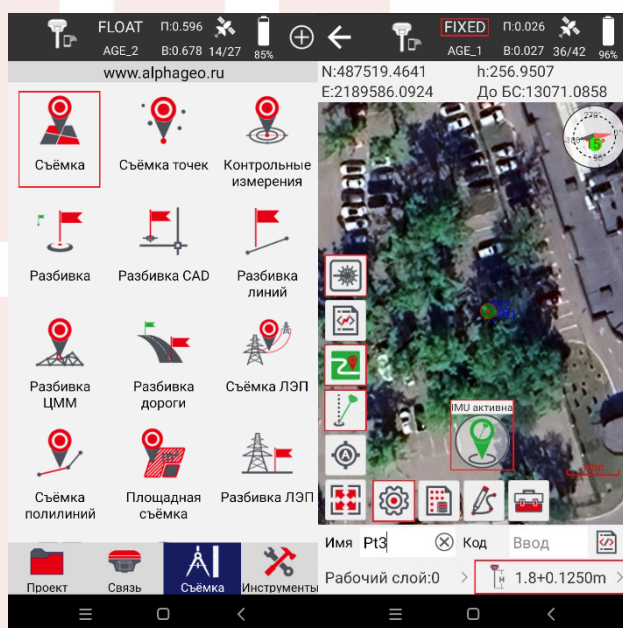
- так как лазерные измерения основаны на совместной работе с модулем IMU, придерживайтесь рекомендаций, описанных в разделе «Порядок работы с модулем IMU»;
- при недостоверности координат измеренной точки выполните калибровку IMU и встроенного лазерного дальномера;
- следите за тем, чтобы в процессе измерений приемник имел стабильное фиксированное решение и модуль IMU был активирован.



Внимание: технология встроенного лазерного дальномера и инерциальной системы компенсации наклона IMU не связана с режимами работы «Статика», «Быстрая статика», а также «Кинематика». Модули лазерного дальномера и IMU, а также данные, полученные с их помощью, не имеют прямого отношения к файлам сырых данных наблюдений ГНСС-приемника. Все результаты в данных режимах работы достигаются только прямыми и классическими/рациональными алгоритмами, а именно: штатное использование поверенного уровня на вехе/трегере.

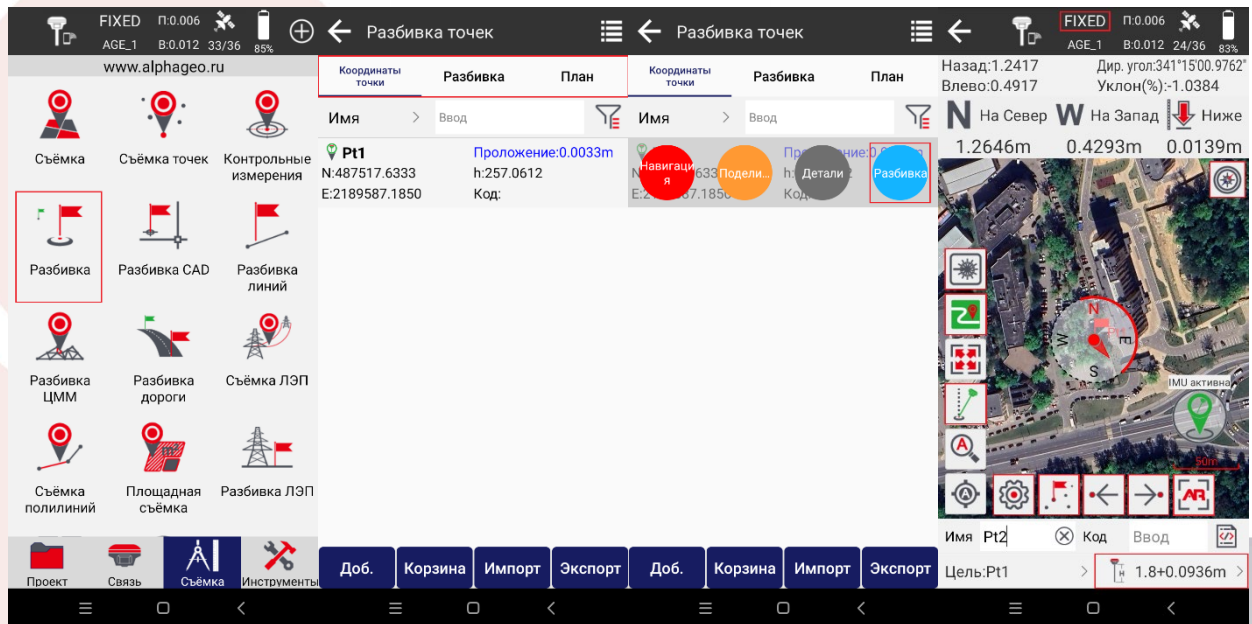
Выполнение измерений

Чтобы приступить к измерениям в режиме РТК, перейдите во вкладку **Съёмка** и откройте ярлык **Съёмка**, дождитесь фиксированного решения (**FIXED**) в верхней информационной панели для выполнения измерений. Перед началом съёмки укажите действительную **Высоту ФЦ приемника** и **Метод измерения**. Для удобства Вы можете включить модуль IMU  для коррекции угла наклона вехи (необходимо будет покачать приемник вперед-назад при фиксированном решении для активации) и подгрузить подложку в виде карты  (необходимо стабильное Интернет-соединение) – эти кнопки расположены в левой части экрана.



Используйте кнопку  () для сохранения данных в память контроллера (кнопку можно перемещать по экрану). Также Вы можете включить лазерный дальномер  для измерения недоступных точек. Дополнительные вспомогательные инструменты можно вывести через меню **Настройки**  (вкладка **Инструменты**)

Для выполнения разбивки (выноса в натуру, определения положения на местности координат точек) перейдите во вкладку **Съёмка** и откройте ярлык **Разбивка**. Точки для разбивки могут находиться в трёх основных вкладках, куда данные можно добавить вручную, либо импортировать из файла. Для выноса в натуру точки выберите ее и нажмите **Разбивка**.

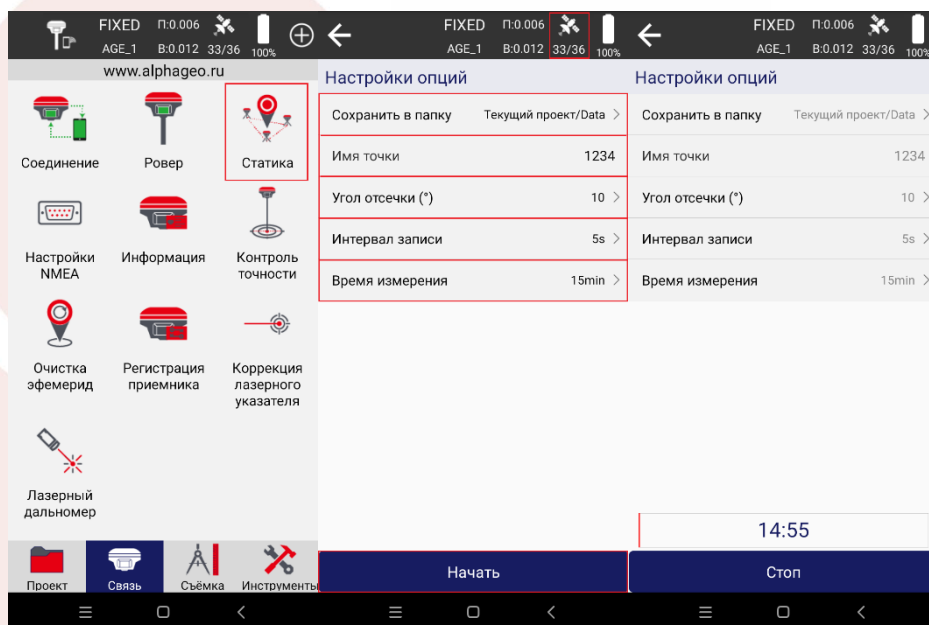


Для точной разбивки точек решение должно быть фиксированным (**FIXED**) в верхней информационной панели. Перед началом разбивки укажите действительную **Высоту ФЦ приемника** и **Метод измерения**. Также как и в меню **Съёмка**, в меню **Разбивка** можно использовать лазерный дальномер , загрузить подложку в виде карты , использовать модуль IMU  для коррекции угла наклона вехи. Используйте кнопки   для перехода к предыдущей/следующей точке, а кнопку  для поиска ближайшей точки для разбивки к текущему местоположению приемника. Используйте кнопку  для поиска точки с помощью компаса, а кнопку  для поиска точки с помощью камеры с дополненной реальностью (AR). Используйте кнопку  () для сохранения данных в память контроллера. Дополнительные установки разбивки точек можно найти в меню **Настройки** .

Настройка записи статики

Чтобы приступить к измерениям в режиме статики, перейдите во вкладку **Связь** и откройте ярлык **Статика**. Для записи корректных данных необходимо, чтобы небосвод был наиболее открытым и приемник отслеживал большое количество спутников.

Приемник AlphaGEO A2 Plus не имеет встроенной памяти для записи статики, поэтому запись данных производится в память контроллера. Необходимо постоянное подключение контроллера к приемнику во время сеанса записи статики (не выключайте экран контроллера и не сворачивайте ПО SurPro6.0 во время записи во избежание потери данных). Перед началом записи статических данных можно указать папку в памяти контроллера, куда будет сохранен файл, задайте **Имя**, **Угол отсечки** (°), **Интервал** и **Продолжительность** записи данных. Для старта записи файла статики нажмите кнопку **Начать**. Для остановки записи данных нажмите кнопку **Стоп**. Файл статики будет сохранен в формате *.txt. Обычно, для постобработки данных используется формат RINEX, поддерживаемый всеми программами для постобработки.



Скачать конвертер в RINEX можно на сайте www.alphageo.ru, либо по запросу на почту support@alphageo.ru.

Общие рекомендации по записи статических измерений:

- Время измерения точки в статике зависит от условий наблюдений и типа используемого оборудования. При расчете времени стояния на точке можно руководствоваться следующей формулой:

$$20\text{мин} + 1\text{мин} * D,$$

где D – расстояние между приёмниками, км;

- интервал записи – период сбора данных об отслеживаемых спутниках. Достоверность определения местоположения, при прочих равных условиях, повышается при существенном изменении геометрии расположения спутников во время сеанса наблюдения. Интервала записи 10-15 секунд вполне достаточно для измерений в режиме «Статика» при выполнении работ по сгущению сети, определению координат неизвестных точек. Запись с большей частотой является избыточной. В режиме «Кинематика» требуется более высокая частота записи для накопления необходимого объёма данных при вычислении местоположения. В этих режимах рекомендуется использовать интервал 1Hz;

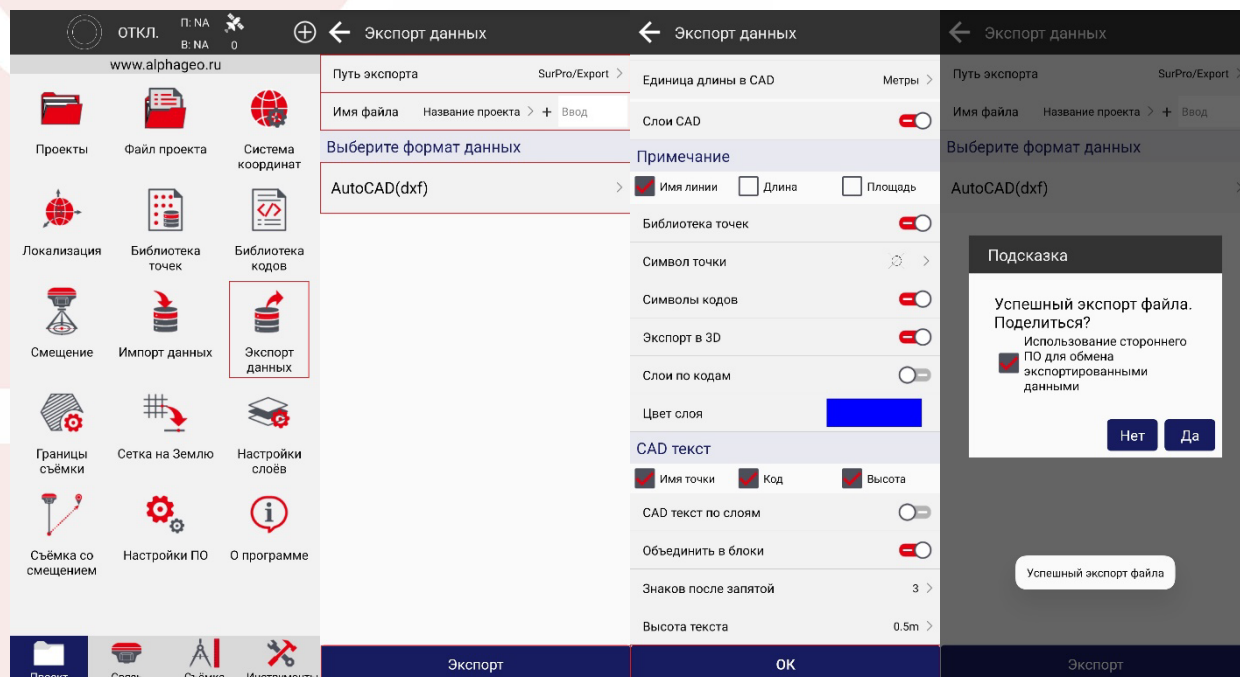
- для приёмников AlphaGEO предельными расстояниями между приёмниками во время статических измерений могут стать возможности программного обеспечения при обработке длинных базовых линий. Например, при работе с ПО TBC не рекомендуется обрабатывать базовые линии длиннее нескольких сотен километров;

- при задании имени точки ограничьтесь 4-мя символами: цифрами или латинскими буквами, не используйте специальные символы и буквы на кириллице.



Экспорт данных

Для выгрузки данных измерений перейдите во вкладку **Проект**, выберите ярлык **Экспорт данных**, задайте **Путь экспорта**, **Имя файла**, выберите **формат данных** для экспорта и нажмите кнопку **Экспорт** для экспорта данных (если Вы выбрали формат экспортируемых данных *.dxf, Вы также дополнительно можете задать параметры отображения данных в файле, после чего экспортировать файл в память контроллера).



После успешного экспорта данных появится **Подсказка**, с помощью которой можно поделиться экспортированным файлом через предварительно установленные на контроллер почту/облако/мессенджер для дальнейшей обработки.

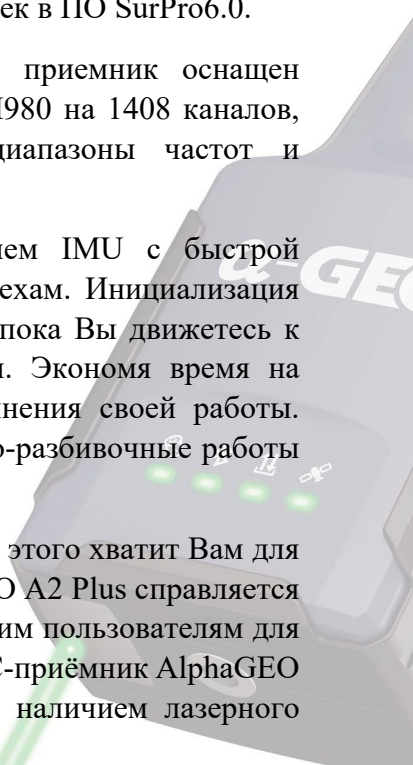
6. Особенности

На сегодняшний день AlphaGEO A2 Plus – это самый маленький ГНСС-приемник со встроенным аккумулятором в мире, его вес составляет всего 200 г, настолько легкий, что будет едва ощутим в руке. Приёмником можно работать без вехи – все это благодаря встроенному лазерному дальномеру, позволяющему выполнять измерения объектов с расстояния до 20 метров с высокой точностью. Работа лазерного дальномера совместно с модулем IMU позволит выполнять измерения труднодоступных объектов, а зеленый цвет лазерного пятна будет виден даже в солнечную погоду. Приемником можно работать без использования вехи, а клавишу питания использовать для записи точек в ПО SurPro6.0.

Несмотря на такие маленькие размеры (120x61x41 мм), приемник оснащен передовой высокопроизводительной OEM-платой Unicorecomm UM980 на 1408 каналов, поддерживающей все спутниковые созвездия и доступные диапазоны частот и обеспечивающей миллиметровую точность определения координат.

Кроме того, этот компактный приемник оснащен модулем IMU с быстрой инициализацией, который также невосприимчив к магнитным помехам. Инициализация происходит мгновенно: просто активируйте использование IMU и пока Вы движетесь к съемочному пикету, приемник будет готов к работе с наклоном. Экономя время на ненужных операциях, Вы повышаете комфорт и скорость выполнения своей работы. Диапазон компенсации наклона вехи позволяет выполнять съёмочно-разбивочные работы под углом до 120°.

Хотя ёмкость аккумулятора составляет всего лишь 2000 mAh, этого хватит Вам для того, чтобы отработать в режиме ровера не менее 12 часов. AlphaGEO A2 Plus справляется с работой в различных условиях наблюдения и может подойти многим пользователям для решения их повседневных задач в области кадастра и геодезии. ГНСС-приёмник AlphaGEO A2 Plus отличается своей технологичностью, малыми габаритами наличием лазерного дальномера.



7. Технические характеристики ГНСС-приемника AlphaGEO A2 Plus

Общие характеристики	Отслеживаемые частоты	ГЛОНАСС: L1, L2, L3; GPS: L1 C/A, L1C, L2C, L2P(Y), L5; BeiDou: B1I, B2I, B3I, B1C, B2a, B2b; Galileo: E1, E5a, E5b, E6; IRNSS: L5 QZSS: L1, L2, L5, L6; SBAS: WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN, СДКМ
	Каналы	1408 универсальных каналов
	Скорость инициализации	«Холодный» старт: ≤30 сек; «Горячий» старт: ≤3 сек
	Надежность инициализации	≥99,99%
Позиционирование	Точность измерений, мм	Статика и быстрая статика: - в плане: $2,5+0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D$; - по высоте: $5,0+0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D$
		Кинематика и кинематика в реальном времени (RTK): - в плане: $5,0+0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D$; - по высоте: $10,0+0,8 \cdot 10^{-6} \cdot D$
		Кинематика в реальном времени (RTK) с использованием IMU: - в плане: $5,0+0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D+0,2 \cdot \alpha$; - по высоте: $10,0+0,8 \cdot 10^{-6} \cdot D+0,2 \cdot \alpha$
		Кинематика в реальном времени (RTK) с использованием IMU и встроенного лазерного дальномера: - в плане: $5,0+0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D+0,2 \cdot \alpha+5,0 \cdot S$; - по высоте: $10,0+0,8 \cdot 10^{-6} \cdot D+0,2 \cdot \alpha+5,0 \cdot S$
		Дифференциальные кодовые измерения (DGNSS): - в плане: $250,0+1,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$; - по высоте: $500,0+1,0 \cdot 10^{-6} \cdot D$
		Автономный: - в плане: 3000,0; - по высоте: 6000,0
где D – измеряемое расстояние, мм где α – коэффициент от 1 до 120, соответствующий углу отклонения вертикальной оси аппаратуры от направления на зенит в градусах		

	где S – коэффициент от 0,01 до 20, соответствующий измеренному расстоянию от аппаратуры до точки съёмки с использованием встроенного лазерного дальномера в метрах.	
	Коррекция наклона	Инерциальный датчик коррекции наклона (IMU) 400Гц
	Угол компенсации IMU	До 120°
	Класс встроенного лазерного дальномера	Laser class I (IEC60825-1)
	Дальность измерений	До 20м
Связь и ввод/вывод данных	Коммуникационные возможности	USB Type-C; Слот для Nano-SIM карты
	Беспроводная связь	Bluetooth 5.0
	Вывод координат	NMEA-0183
	Частота вывода данных	До 5 Гц; До 20 Гц опционально
	Формат данных	RTCM2.X, RTCM3.X
Электрические характеристики	Аккумулятор	Li-Ion, встроенный, 2000mAh/3.7V
	Время непрерывной работы	≥12 часов в режиме RTK
	Интерфейс питания	USB Type-C 5V/2A
Аппаратные характеристики	Материал корпуса	Полимерный материал
	Размеры	120x61x41мм
	Вес	200 г
	Пыле-влагозащита	Стандарт IP67
	Влажность	100%
	Защита от вибрационных воздействий	Стандарт MIL-STD-810G
	Температура работы	От -45°C до +75°C
	Температура хранения	От -55°C до +85°C
Взаимодействие	Кнопки	Кнопка питания
	Индикаторы	- питание; - Bluetooth; - данные; - спутники.