

УТВЕРЖДАЮ  
Генеральный директор  
ООО «Автопрогресс-М»

  
А. С. Никитин  
« 18 » 01 2016 г.

Аппаратура геодезическая спутниковая Leica Zeno 20

Методика поверки

МП АПМ 90-15

г. Москва,  
2015 г.

## 1. Методика поверки

Настоящая методика поверки распространяется на аппаратуру геодезическую спутниковую Leica Zeno 20, производства компании «Leica Geosystems AG», Швейцария (далее – аппаратура) и устанавливает методику её первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками 1 год.

## 2. Операции поверки

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1.

| №№ пункта | Наименование операции  | Проведение операций при |                       |
|-----------|--|-------------------------|-----------------------|
|           |  | первичной поверке       | периодической поверке |
| 8.1.      | Внешний осмотр   | Да                      | Да                    |
| 8.2.      | Опробование  | Да                      | Да                    |
| 8.3.      | Определение абсолютной погрешности измерений длины базиса в режимах «Статика»                                  | Да                      | Да                    |
| 8.4.      | Определение абсолютной погрешности измерений длины базиса в режимах «Кинематика в реальном времени (RTK)»      | Да                      | Да                    |
| 8.5.      | Определение абсолютной погрешности измерений длины базиса в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)» | Да                      | Да                    |

## 3. Средства поверки

При проведении поверки должны применяться эталоны, приведённые в таблице 2.

Таблица 2.

| № пункта документа по поверке | Наименование эталонов и их основные метрологические и технические характеристики |
|-------------------------------|--|
| 8.1                           | Эталон не применяются  |
| 8.2                           | Эталон не применяются  |
| 8.3-8.5                       | Фазовый светодальномер (тахеометр электронный) 1 разряда по ГОСТ Р 8.750-2011    |
| 8.3-8.4                       | Рулетка РЗНЗК по ГОСТ 7502-98  |

Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик с точностью, удовлетворяющей требованиям настоящей методики поверки.

## 4. Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационные документы на аппаратуру, имеющие достаточные знания и опыт работы с ней.

## 5. Требования безопасности

При проведении поверки, меры безопасности должны соответствовать требованиям по технике безопасности согласно эксплуатационной документации на аппаратуру, поверочное оборудование, правилам по технике безопасности, которые действуют на месте проведения поверки и правилам по технике безопасности при производстве топографо-геодезических работ ПТБ-88 (Утверждены коллегией ГУГК при СМ СССР 09.02.1989 г., № 2/21).

## 6. Условия проведения поверки

При проведении поверки в полевых условиях должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающей среды, °С ..... (-30...+60)
- относительная влажность воздуха, % ..... не более 80
- атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) ..... 84,0..106,7 (630..800)
- изменение температуры окружающей среды во время измерений, °С/ч ....не более 2

Полевые измерения (измерения на открытом воздухе) должны проводиться: при отсутствии осадков и порывов ветра и в климатических условиях, соответствующих рабочим условиям применения указанных в эксплуатационной и технической документации на аппаратуру и на средства их поверки.

## 7. Подготовка к поверке

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проверить наличие действующих свидетельств о поверке на средства поверки;
- аппаратуру и средства поверки привести в рабочее состояние в соответствии с их эксплуатационной документацией;

## 8. Проведение поверки

### 8.1. Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие аппаратуры следующим требованиям:

- отсутствие коррозии, механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики аппаратуры;
- наличие маркировки и комплектности согласно требованиям эксплуатационной документации на аппаратуру.

### 8.2. Опробование

При опробовании должно быть установлено соответствие аппаратуры следующим требованиям:

- отсутствие качки и смещений неподвижно соединенных деталей и элементов аппаратуры;
- правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей;
- работоспособность всех функциональных режимов;
- идентификационные данные программного обеспечения (далее - ПО) должны соответствовать данным, приведённым в таблице 3.

Таблица 3.

| Идентификационное наименование ПО                  | «Leica Zeno Mobile» | «Leica Zeno Connect» | «Leica Zeno Field» | «Mobile MapWorks» | «Field Genius» | «Collector for ArcGIS» |
|--|---------------------|----------------------|--------------------|-------------------|----------------|------------------------|
| Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже | 1.3.0               | 2.3.0                | 3.3.1              | 15.2.0            | 8.1.15         | 10.3.6                 |

| Идентификационное наименование ПО                  | «Leica Zeno Office» | «Leica Geo Office» | «Leica Infinity» |
|--|---------------------|--------------------|------------------|
| Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже | 3.3.0               | 8.4.0              | 1.3.1            |

Идентификация встроенного ПО «Leica Zeno Mobile» осуществляется через интерфейс пользователя путём: Создать проект "+" --> Новый проект --> Ввести имя проекта --> ОК --> Открыть проект --> Боковое меню "Слайдер" --> "О программе" --> Строка "Информация о версии".

Идентификация встроенного ПО «Leica Zeno Connect» осуществляется через интерфейс пользователя путём: Запустить ПО --> Кнопка "Настройки" --> "О программе" --> "Инфо о версии".

Идентификация встроенного ПО «Leica Zeno Field» осуществляется через интерфейс пользователя путём: Запустить ПО Zeno Field --> Вкладка "Основные инструменты" --> Вкладка "Подключения GNSS-антенны" --> "About Zeno Field".

Идентификация встроенного ПО «Mobile MapWorks» осуществляется через интерфейс пользователя путём: Запустить ПО Mobile MapWorks --> Настройки --> "О программе" --> "Ин-

формация о версии".

Идентификация встроенного ПО «Field Genius» осуществляется через интерфейс пользователя путём: Запустить ПО --> "О версии".

Идентификация встроенного ПО «Collector for ArcGIS» осуществляется через интерфейс пользователя путём: Запустить ПО Collector --> Главное меню --> "О приложениях" --> Collector for ArcGIS.

Идентификация ПО «Leica Zeno Office» производится через интерфейс пользователя путем выбора «Help» -> «O Zeno Office».

В появившемся диалоговом окне программы отображается наименование и версия ПО.

Идентификация ПО «Leica Geo Office» производится через интерфейс пользователя путем выбора «Справка» -> «О программе».

В появившемся диалоговом окне программы отображается наименование и версия ПО.

Идентификация ПО «Leica Infinity» производится через интерфейс пользователя путем выбора «Help & Support» -> «About Leica Infinity».

В появившемся диалоговом окне программы отображается наименование и версия ПО.

### 8.3. Определение абсолютной погрешности измерений длины базиса в режимах «Статика»

Абсолютная погрешность измерений длины базиса в режиме «Статика» определяется путем многократных измерений (не менее 5) двух контрольных длин базиса, действительные значения которых расположены в диапазоне от 0,1 до 3,0 км и определены электронным тахеометром 1 разряда.

Установить образцы аппаратуры над центрами пунктов базиса, и привести установленные образцы аппаратуры к горизонтальной плоскости.

Измерить высоту установки аппаратуры над центрами пунктов с помощью рулетки.

Включить аппаратуру и настроить её на сбор данных (измерений) в соответствующем режиме измерений, согласно руководству по эксплуатации.

Убедиться в нормальном ее функционировании и отсутствии помех приему сигналов со спутников. При наличии помех - устранить их.

Провести одновременные измерения на образцах аппаратуры при условиях, указанных в таблице 4. Выключить аппаратуру согласно требованиям руководства по эксплуатации.

Выполнить обработку наблюдений с использованием программного обеспечения, прилагаемого к аппаратуре.

Абсолютная погрешность измерений (при доверительной вероятности 0,95) каждой длины базиса вычисляется как сумма систематической и случайной погрешности по выражению:

$$\Delta L_j = \left( \frac{\sum_{i=1}^n L_{j_i}}{n_j} - L_{j_0} \right) \pm 2 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left( L_{j_i} - \frac{\sum_{i=1}^n L_{j_i}}{n_j} \right)^2}{n_j - 1}},$$

где  $\Delta L_j$  - погрешность измерений  $j$  длины базиса в плане / по высоте, мм;

$L_{j_0}$  - эталонное значение  $j$  длины базиса в плане / по высоте, мм;

$L_{j_i}$  - измеренное аппаратурой значение  $j$  длины базиса  $i$  измерением в плане / по высоте, мм;

$n_j$  - число измерений  $j$  длины базиса.

Абсолютная погрешность измерений расстояний (при доверительной вероятности 0,95) в режиме «Статика», не должна превышать следующих значений:

$$\begin{aligned} \text{- в плане} & \quad \pm 2 \cdot (50 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D) \\ & \quad \pm 2 \cdot (3,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)^* \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- по высоте} & \quad \pm 2 \cdot (100 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot D) \\ & \quad \pm 2 \cdot (6,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)^* \end{aligned}$$

где D – измеряемое расстояние в мм

\* - при использовании внешней антенны модели Leica AS10

#### 8.4. Определение абсолютной погрешности измерений длины базиса в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)»

Абсолютная погрешность измерений длины базиса в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» определяется не менее чем 10-и кратным измерением контрольной длины базиса, действительное значения которой расположено в диапазоне от 0,1 до 3,0 км и определено электронным тахеометром 1 разряда.

Установить образцы аппаратуры над центрами пунктов базиса, и привести установленные образцы аппаратуры к горизонтальной плоскости.

Измерить высоту установки аппаратуры над центрами пунктов с помощью рулетки.

Включить аппаратуру и настроить её на сбор данных (измерений) в соответствующем режиме измерений согласно руководству по эксплуатации.

Убедиться в нормальном ее функционировании и отсутствии помех приему сигналов со спутников. При наличии помех - устранить их.

Провести одновременные измерения на образцах аппаратуры при условиях, указанных в таблице 4.

Выключить аппаратуру согласно требованиям руководства по эксплуатации.

Абсолютная погрешность измерений (при доверительной вероятности 0,95) длины базиса вычисляется как сумма систематической и случайной погрешности по выражению:

$$\Delta L = \left( \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n} - L_0 \right) \pm 2 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left( L_i - \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n} \right)^2}{n - 1}}, \text{ где}$$

$\Delta L$  - погрешность измерений длины базиса в плане / по высоте, мм;

$L_0$  - эталонное значение длины базиса в плане / по высоте, мм;

$L_i$  - измеренное аппаратурой значение длины базиса  $i$  измерением в плане / по высоте, мм;

$n$  - число измерений длины базиса.

Абсолютная погрешность измерений расстояний (при доверительной вероятности 0,95) в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)» не должна превышать следующих значений:

$$\begin{aligned} \text{- в плане} & \quad \pm 2 \cdot (50 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D) \\ & \quad \pm 2 \cdot (10 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D)^* \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- по высоте} & \quad \pm 2 \cdot (100 + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D) \\ & \quad \pm 2 \cdot (20 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot D)^* \end{aligned}$$

где D – измеряемое расстояние в мм

\* - при использовании внешней антенны модели Leica AS10

#### 8.5. Определение абсолютной погрешности измерений длины базиса в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)»

Абсолютная погрешность измерений расстояний в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)» определяется не менее чем 10-и кратным измерением контрольной длины базиса, действительное значения которой расположено в диапазоне от 0,1 до 3,0 км и определено электронным тахеометром 1 разряда.

Установить образцы аппаратуры над центрами пунктов базиса, и привести установленные образцы аппаратуры к горизонтальной плоскости.

Измерить высоту установки аппаратуры над центрами пунктов с помощью рулетки.

Включить аппаратуру и настроить её на сбор данных (измерений) в соответствующем режиме измерений согласно руководству по эксплуатации.

Убедиться в нормальном ее функционировании и отсутствии помех приему сигналов со спутников. При наличии помех - устранить их.

Провести одновременные измерения на образцах аппаратуры при условиях, указанных в таблице 4. Выключить аппаратуру согласно требованиям руководства по эксплуатации.

Абсолютная погрешность измерений (при доверительной вероятности 0,95) длины базиса вычисляется как сумма систематической и случайной погрешности по выражению:

$$\Delta L = \left( \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n} - L_0 \right) \pm 2 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left( L_i - \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n} \right)^2}{n-1}}, \text{ где}$$

$\Delta L$  - погрешность измерений длины базиса в плане, мм;

$L_0$  - эталонное значение длины базиса в плане, мм;

$L_i$  - измеренное аппаратурой значение длины базиса  $i$  измерением в плане, мм;

$n$  - число измерений длины базиса.

Абсолютная погрешность измерений расстояний (при доверительной вероятности 0,95) в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)» в плане не должна превышать  $\pm 800$  мм.

Таблица 4

| Режим измерений                            | Кол-во спутников, шт | Время измерений, мин | Интервал между эпохами, с. |
|--|----------------------|----------------------|----------------------------|
| Статика                                    | $\geq 6$             | от 30 до 60          | 1                          |
| Кинематика в реальном времени (RTK)        |                      | от 0,05 до 0,20      |                            |
| Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)» |                      |                      |                            |

## 9. Оформление результатов поверки

9.1. Результаты поверки оформляются протоколом, составленным в виде сводной таблицы результатов поверки по каждому пункту раздела 8 настоящей методики поверки с указанием числовых значений результатов измерений и их оценки по сравнению с допускаемыми значениями. Рекомендуемый образец протокола поверки приведен в Приложении к настоящей методике поверки.

9.2. При положительных результатах поверки, аппаратура признается годной к применению и на неё выдается свидетельство о поверке установленной формы с указанием фактических результатов определения метрологических характеристик. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке в виде наклейки и (или) оттиска поверительного клейма.

9.3. При отрицательных результатах поверки, аппаратура признается непригодной к применению и на неё выдается извещение о непригодности установленной формы с указанием основных причин.

ПРИЛОЖЕНИЕ (Рекомендуемый образец протокола поверки)

ПРОТОКОЛ №

Дата и время проведения поверки:

Условия проведения поверки:

Внешний осмотр:

| Требования  | Результаты поверки |
|---|--------------------|
| отсутствие коррозии, механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики аппаратуры |                    |
| наличие маркировки и комплектности согласно требованиям эксплуатационной документации на аппаратуру                                       |                    |

Опробование:

| Требования  | Результаты поверки |
|---|--------------------|
| отсутствие качки и смещений неподвижно соединенных деталей и элементов аппаратуры |                    |
| правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей                          |                    |
| работоспособность всех функциональных режимов                                     |                    |
| наименование ПО, номер его версии   |                    |

Результаты поверки в режиме «Статика»:

| Измерение контрольной линии № 1                |                                   |  |  |  |  |  |
|--|-----------------------------------|--|--|--|--|--|
| № изм.   | Значение длины базиса в плане, мм | Результат измерения длины базиса в плане, мм | Погрешность измерения длины базиса в плане, мм | Значение длины базиса по высоте, мм            | Результат измерения длины базиса по высоте, мм | Погрешность измерения длины базиса по высоте, мм |
| 1  |                                   |  |  |  |  |  |
| 2  |                                   |  |  |  |  |  |
| 3  |                                   |  |  |  |  |  |
| 4  |                                   |  |  |  |  |  |
| 5  |                                   |  |  |  |  |  |
| 6  |                                   |  |  |  |  |  |
| Среднее значение                               |                                   |  |  | Среднее значение                               |  |  |
| Сист. составляющая                             |                                   |  |  | Сист. составляющая                             |  |  |
| Случ. составляющая (2σ)                        |                                   |  |  | Случ. составляющая (2σ)                        |  |  |
| Абсолютная погрешность, мм                     |                                   |  |  | Абсолютная погрешность, мм                     |  |  |
| Заявляемое значение абс. погреш., не более, мм |                                   |  |  | Заявляемое значение абс. погреш., не более, мм |  |  |

| Измерение контрольной линии № 2                |                                   |  |  |  |  |  |
|--|-----------------------------------|--|--|--|--|--|
| № изм.   | Значение длины базиса в плане, мм | Результат измерения длины базиса в плане, мм | Погрешность измерения длины базиса в плане, мм | Значение длины базиса по высоте, мм            | Результат измерения длины базиса по высоте, мм | Погрешность измерения длины базиса по высоте, мм |
| 1  |                                   |  |  |  |  |  |
| 2  |                                   |  |  |  |  |  |
| 3  |                                   |  |  |  |  |  |
| 4  |                                   |  |  |  |  |  |
| 5  |                                   |  |  |  |  |  |
| 6  |                                   |  |  |  |  |  |
| Среднее значение                               |                                   |  |  | Среднее значение                               |  |  |
| Сист. составляющая                             |                                   |  |  | Сист. составляющая                             |  |  |
| Случ. составляющая (2σ)                        |                                   |  |  | Случ. составляющая (2σ)                        |  |  |
| Абсолютная погрешность, мм                     |                                   |  |  | Абсолютная погрешность, мм                     |  |  |
| Заявляемое значение абс. погреш., не более, мм |                                   |  |  | Заявляемое значение абс. погреш., не более, мм |  |  |

Результаты поверки в режиме «Кинематика в реальном времени (RTK)»:

| Измерение контрольной линии                    |                                   |  |  |  |  |  |
|--|-----------------------------------|--|--|--|--|--|
| № изм.   | Значение длины базиса в плане, мм | Результат измерения длины базиса в плане, мм | Погрешность измерения длины базиса в плане, мм | Значение длины базиса по высоте, мм            | Результат измерения длины базиса по высоте, мм | Погрешность измерения длины базиса по высоте, мм |
| 1  |                                   |  |  |  |  |  |
| 2  |                                   |  |  |  |  |  |
| 3  |                                   |  |  |  |  |  |
| 4  |                                   |  |  |  |  |  |
| 5  |                                   |  |  |  |  |  |
| 6  |                                   |  |  |  |  |  |
| 7  |                                   |  |  |  |  |  |
| 8  |                                   |  |  |  |  |  |
| 9  |                                   |  |  |  |  |  |
| 10   |                                   |  |  |  |  |  |
| Среднее значение                               |                                   |  |  | Среднее значение                               |  |  |
| Сист. составляющая                             |                                   |  |  | Сист. составляющая                             |  |  |
| Случ. составляющая (2σ)                        |                                   |  |  | Случ. составляющая (2σ)                        |  |  |
| Абсолютная погрешность, мм                     |                                   |  |  | Абсолютная погрешность, мм                     |  |  |
| Заявляемое значение абс. погреш., не более, мм |                                   |  |  | Заявляемое значение абс. погреш., не более, мм |  |  |



Результаты испытаний в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)»:

| <b>Измерение контрольной линии</b>                |                                      |   |   |
|---|--------------------------------------|---|---|
| № изм.  | Значение длины базиса<br>в плане, мм | Результат измерения длины<br>базиса в плане, мм | Погрешность измерения дли-<br>ны базиса в плане, мм |
| 1   |                                      |   |   |
| 2   |                                      |   |   |
| 3   |                                      |   |   |
| 4   |                                      |   |   |
| 5   |                                      |   |   |
| 6   |                                      |   |   |
| 7   |                                      |   |   |
| 8   |                                      |   |   |
| 9   |                                      |   |   |
| 10  |                                      |   |   |
| Среднее значение                                  |                                      |   |   |
| Сист. составляющая                                |                                      |   |   |
| Случ. составляющая ( $2\sigma$ )                  |                                      |   |   |
| Абсолютная погрешность, мм                        |                                      |   |   |
| Заявляемое значение абс. погреш.,<br>не более, мм |                                      |   |   |