

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШ-ТЕСТ Метрология»



В.А. Лапшинов

8» января 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Системы оптические координатно-измерительные
бесконтактные AM.TECH TrackScan

Методика поверки

МП-255-2023

г. Чехов
2024 г.

1. Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки систем оптических координатно-измерительных бесконтактных AM.TECH TrackScan, применяемых в качестве рабочих средств измерений, и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице А.1 Приложения А к настоящей методике поверки.

Определение метрологических характеристик в рамках проводимой поверки, при соблюдении требований настоящей методики, обеспечивает передачу единицы длины:

- при определении абсолютной погрешности измерений линейных размеров объектов: методом прямых измерений от рабочего эталона 4-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «29» декабря 2018 г. № 2840, чем обеспечивается прослеживаемость единиц величин поверяемого средства измерений к следующему Государственному первичному эталону (далее – ГПЭ): ГЭТ2-2021 - ГПЭ единицы длины – метра;

- при определении абсолютной погрешности измерений линейных размеров объектов при использовании системы совместно с устройством MSCAN: методом сличения от рабочего эталона 2-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «29» декабря 2018 г. № 2840, чем обеспечивается прослеживаемость единиц величин поверяемого средства измерений к следующему Государственному первичному эталону: ГЭТ2-2021 - ГПЭ единицы длины – метра;

2. Перечень операций поверки средств измерений

При проведении поверки средств измерений (далее – поверка) должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			10
Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров объектов	Да	Да	10.1
Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров объектов при проведении комбинированных измерений совместно с устройством MSCAN	Да*	Да*	10.2

* - на основании заявления владельца СИ и предоставлении прибора оптического координатно-измерительного фотограмметрического MSCAN

3. Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия измерений:

температура окружающей среды, °С

Для модификаций:

- AM.TECH TrackScan P542 / AM.TECH TrackScan P550 от минус 10 до плюс 40

- AM.TECH TrackScan Sharp 49 от 0 до плюс 45

Примечание: при проведении измерений условия окружающей среды средств поверки (эталонов) должны соответствовать требованиям, приведённым в их эксплуатационной документации.

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемое средство измерений, средства поверки, и аттестованные в качестве поверителя средств измерений в установленном порядке. Для проведения поверки достаточно одного поверителя.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки должны применяться эталоны и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 3.

Таблица 3– Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от минус 10 до плюс 40 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С;	Измерители температуры и относительной влажности воздуха ИВТМ-7 (рег.№ 71394-18)
п. 10.1 Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров объектов	Рабочий эталон 4-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, утвержденной приказом Росстандарта от 29 декабря 2018 г. № 2840 – меры длины концевые плоскопараллельные с номинальным значением длины 40, 500 и 1000 мм, границы абсолютных погрешностей $\pm(0,2+2 \cdot L)$ мкм, где L – длина, м;	Меры длины концевые плоскопараллельные 240101, 240111, 240121, 240131, 240211, 240221, 240231, 240301, 240311, 240321, 240331, 240401, 240411, 240421, 240431, 240501, 240511, 244111, 244121, 244131, 244211, 244221, 244231, 244301, 244311, 244411, 244421, 244431, 244511, 244521, 244531, (Рег. № 9291-91) Меры длины концевые плоскопараллельные 516, 611, 613 и ZERO CERA BLOCK, рег № 32668-14;

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 10.2 Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров объектов при проведении комбинированных измерений совместно с устройством MSCAN	Рабочий эталон 2-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2018 г. № 2840 – измерители линейных перемещений лазерные, диапазон измерений (10...10000) мм, допускаемая абсолютная погрешность измерений перемещений не более $\pm(10 \cdot L)$ мкм, где L – измеряемое перемещение, м;	Системы лазерные измерительные XL-80 (Рег. № 35362-13)
	<p>Вспомогательное оборудование:</p> <p>Рабочий эталон 1-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений геометрических параметров поверхностей сложной формы, в том числе эвольвентных поверхностей и угла наклона линии зуба, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 6 апреля 2021 г. № 472 - сфера диаметром (20...100) мм, допускаемая абсолютная погрешность воспроизведения диаметра не более ± 1 мкм;</p> <p>Линейная направляющая, диапазон перемещения каретки от 0 до 10 м.</p>	<p>Меры для поверки систем координатно-измерительных ROMER Absolute Arm (Рег. № 64593-16);</p> <p>Стенд для поверки и калибровки средств измерений уровня ЭЛМЕТРО СПУ, исполнение А (рег. №56506-14)</p>
<p>Примечания:</p> <p>1) Эталоны единиц величин, используемые при поверке, должны быть аттестованы или поверены в установленном порядке. Все средства измерений, применяемые при поверке, должны быть утвержденного типа и поверены в установленном порядке.</p> <p>2) Допускается применение иных средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.</p>		

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При выполнении поверки, меры безопасности должны соответствовать требованиям по технике безопасности согласно эксплуатационной документации на поверяемое средство измерений, средства поверки, правилам по технике безопасности, которые действуют на месте проведения поверки.

7. Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие средства измерений следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида средства измерений приведенному описанию и изображению;
- маркировки требованиям эксплуатационной документации;
- отсутствие механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики изделия;
- комплектность, необходимая для проведения измерений, в соответствии с руководством по эксплуатации.

Если хотя бы одно из перечисленных требований не выполняется, средство измерений признают непригодным к применению, дальнейшие операции по поверке не производят.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений).

Перед проведением работ средство измерений и эталоны должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них и выдержаны не менее 1 часа при постоянной температуре, в условиях, приведенных в п. 3 настоящей методики.

8.2 Опробование

При опробовании проверить:

- отсутствие качки и смещений неподвижно соединённых деталей и элементов;
- правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей;
- работоспособность всех функциональных режимов и узлов.

9. Проверка программного обеспечения средства измерений

Запустить программное обеспечение.

Для идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО) «TViewer» следует запустить ПО, в главном меню нажать кнопку «Other», затем выбрать пункт «About TViewer». Версия программного обеспечения отобразится на экране.

Результат проверки считают положительным, если:

- наименование ПО соответствует указанному в описании типа
- номер версии ПО не ниже указанного в описании типа.

Если перечисленные требования не выполняются, средство измерений признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

10. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1. Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров объектов

10.1.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений линейных размеров при выборе режима измерений $10,4 \text{ м}^3$ осуществляется с использованием мер длины концевых плоскопараллельных и основано на измерении длины меры и нахождения разности полученного значения с действительным значением длины меры. При выполнении измерений лазерным сканером необходимо использовать КМД изготовленные из керамики, или блоки КМД, состоящие из КМД изготовленной из стали с притёртыми к её измерительным поверхностям КМД изготовленным из керамики.

Перед выполнением измерений необходимо в соответствии с руководством по эксплуатации провести калибровку системы по входящим в комплект калибровочным объектам. Для этого в главном меню ПО выбрать пункт «TrackerCalibration» и далее последовательно выполнить отображаемые в окне действия, выбрав режим измерений $10,4 \text{ м}^3$.

По окончании проведения калибровки провести измерения длины меры.

Концевая мера длины с номинальным значением 1000 мм устанавливается на штативе в пределах измерительного объёма системы, приведённого на рисунке А.1 Приложения А. При использовании блоков КМД, элементы которых изготовлены из стали и керамики, допускается увеличение значений номинальных длин относительно рекомендуемых значений, но не более чем на 15 мм. В соответствии с руководством по эксплуатации проводится измерение её длины в семи различных позициях. При выполнении измерений, производится сканирование каждой рабочей поверхности концевой меры длины. По данным точкам, используя функцию «Plane» во вкладке «Features» ПО, построить плоскости, соответствующие рабочим поверхностям мер, и, «Distance» во вкладке «Analysis» ПО, определить расстояние между ними. Рекомендуемая схема расположения меры приведена на рисунке 1.

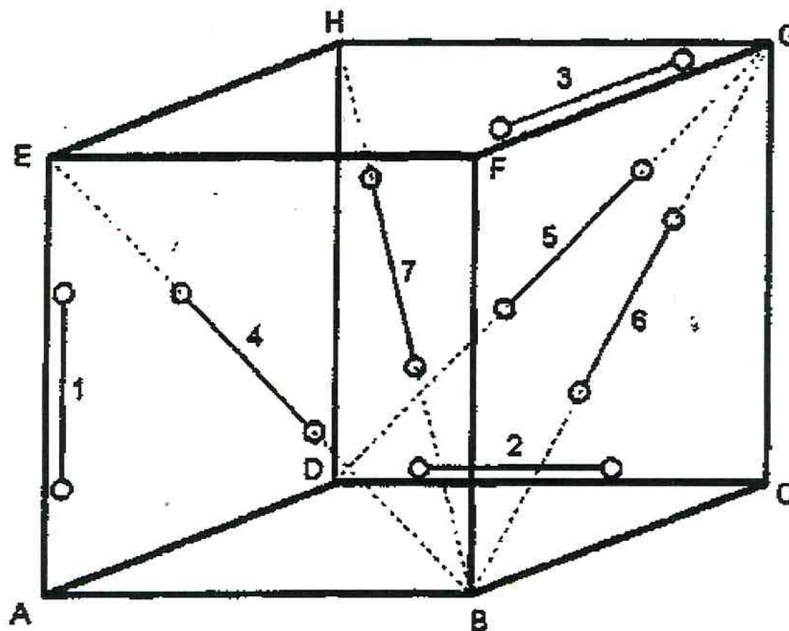


Рисунок 1 - Рекомендация по взаимному расположению меры относительно оптической системы слежения при определении погрешности измерения

Для позиций 2 – 7 разделить диапазон измерений на участки 1000 мм с перекрытием не менее 50 мм и измерить длину меры на каждом участке.

Абсолютная погрешность измерения длины D определяется путем нахождения разности между измеренным значением меры длины концевой плоскопараллельной $L_{\text{изм.}}$ и её действительным значением $L_{\text{действ.}}$ согласно формуле:

$$D = L_{\text{изм.}} - L_{\text{действ.}}$$

Проверка диапазона измерений осуществляется одновременно с определением абсолютной погрешности измерений методом проведения измерений во всём заявляемом диапазоне (измерительном объёме системы).

10.1.2 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений линейных размеров при выборе режимов измерений 18,0 м³, 28,6 м³ или 49,0 м³ проводится аналогично пункту 10.1.1, для этого при проведении калибровки системы необходимо выбрать соответствующий режим измерений.

Проверка диапазона измерений осуществляется одновременно с определением абсолютной погрешности измерений методом проведения измерений во всём заявляемом диапазоне (измерительном объёме системы).

Диапазон измерений должен быть не менее, а значение абсолютной погрешности измерений геометрических размеров объектов не более значений, указанных в Приложении А настоящей методики поверки.

10.2. Определение абсолютной погрешности измерений геометрических размеров объектов при проведении комбинированных измерений совместно с устройством MSCAN

10.2.1. Для определения абсолютной погрешности измерений геометрических размеров объектов используют компаратор. В качестве компаратора может быть использована любая линейная направляющая (например, стенд для поверки и калибровки средств измерений уровня ЭЛМЕТРО СПУ, исполнение А, рег. №56506-14), позволяющая реализовать прямолинейное перемещение сканируемого объекта в диапазоне измерений. Измерения проводить в следующей последовательности:

10.2.2. привести компаратор в рабочее состояние, установить измеритель линейных перемещений лазерный (далее – ИЛП) вдоль оси компаратора. В качестве ИЛП может быть использована система лазерная измерительная XL-80. Установить необходимые для работы компоненты ИЛП и привести его в рабочее состояние согласно руководству по эксплуатации на ИЛП;

10.2.3. установить на каретку ретро-рефлектор (отражатель) из комплекта ИЛП;

10.2.4. установить на каретку меру для поверки систем координатно-измерительных (сферу) (далее - марку-сферу) диаметром не менее 20 и не более 100 мм;

10.2.5. нанести светоотражающие метки (пример данных меток приведен на рисунке 2) на компаратор вдоль оси перемещения каретки согласно эксплуатационной документации;

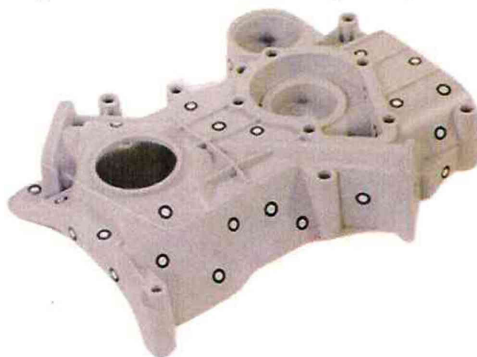


Рисунок 2 - Общий вид меток и пример их нанесения на объект сканирования.

10.2.6. расположить специальные масштабные меры и кодированные метки (входящих в комплект MSCAN) в зоне сканирования. Масштабные меры и кодированные метки должны быть размещены на объекте сканирования или в непосредственной близости от него, располагаясь равномерно по его длине. Метки должны быть расположены в хаотичном порядке с расстоянием от 0,2 до 0,5 м между соседними метками.

10.2.7. включить устройство MSCAN в соответствии с руководством по эксплуатации;

10.2.8. провести калибровку устройства PhotoShot по входящим в комплект калибровочным элементам согласно эксплуатационной документации на устройство MSCAN;

10.2.9. выполнить фотографирование меток и мер, нанесённых вдоль оси перемещения каретки согласно эксплуатационной документации на устройство. Фотографирование производится с рук оператора. Рекомендуется, чтобы камера находилась на расстоянии около 2 м от объекта сканирования. Необходимо отрегулировать фокусное расстояние, чтобы сделать изображение четким, и зафиксировать его для съёмки фотографий. Не допускается корректировка фокусного расстояния в процессе съёмки. Съёмку объекта начинать со средней части. Относительно первой фотографии камеру следует повернуть на 90°, а затем сделать вертикальный снимок. Каждый последующий снимок должен захватывать не менее одной третьей части объекта с предыдущего снимка. При необходимости получения снимков со всех сторон объекта, фотографирование производится по кругу, при этом при замыкании съёмки последний кадр должен захватывать кодированные метки из первого кадра.

- 10.2.10. сохранить данные, полученные при сканировании;
- 10.2.11. с помощью программного обеспечения обработать данные, полученные при сканировании; провести построение базовой модели позиционирования;
- 10.2.12. загрузить полученную информацию в проект проведения измерений, для использования в качестве основной системы позиционирования;
- 10.2.13. включить систему и дать ей прогреться 10 минут;
- 10.2.14. провести калибровку системы по в входящим в комплект калибровочным элементам согласно эксплуатационной документации;
- 10.2.15. установить каретку в нулевое положение;
- 10.2.16. обнулить показания ИЛП;
- 10.2.17. провести процедуру захвата меток, нанесенных на объект сканирования. При проведении сканирования меток необходимо выбрать условный центр зоны и начинать процедуру захвата меток в каждую из сторон поочередно;
- 10.2.18. провести сканирование установленной на каретку марки-сферы. Здесь и далее, при проведении сканирования, расстояние от сканера до сканируемой поверхности контролировать по индикатору на устройстве и в ПО. Измерения проводить при световом индикаторе, находящемся в зеленой зоне на экране с запущенным программным обеспечением.
- 10.2.19. переместить каретку на расстояние, соответствующее началу диапазона измерений системой, провести сканирование установленной на каретку марки-сферы;
- 10.2.20. провести измерение ИЛП, занести значение в протокол;
- 10.2.21. переместить каретку на расстояние, близкое к середине диапазона измерений системой, провести сканирование установленной на каретку марки-сферы;
- 10.2.22. провести измерение ИЛП, занести значение в протокол;
- 10.2.23. переместить каретку на расстояние, близкое к концу диапазона измерений системой, провести сканирование установленной на каретку марки-сферы;
- 10.2.24. провести измерение ИЛП, занести значение в протокол;
- 10.2.25. сохранить данные, полученные при сканировании;
- 10.2.26. обработать данные, полученные при сканировании;
- 10.2.27. локализовать через ПО точки облака, относящиеся к отсканированной марке-сфере в каждой точке сканирования;
- 10.2.28. провести построение поверхности сферы и её геометрического центра в каждой точке сканирования;
- 10.2.29. произвести вычисление расстояния между нулевым положением геометрического центра марки-сферы и каждым последующим его положением S_i ;
- 10.2.30. произвести вычисление расстояния между нулевым положением геометрического центра отражателя и каждым последующим его положением S_{0i} ;
- 10.2.31. повторять вышеописанные операции по сканированию объекта не менее 3 раз (приёмов);
- 10.2.32. определить абсолютную погрешность измерений ΔS_i для каждого измерения.
- 10.2.33. Абсолютная погрешность измерений вычисляется как сумма систематической и случайной погрешности и определяется по формуле:

$$\Delta S_i = \pm \left[\left| \frac{\sum_{j=1}^n S_{ij}}{n} - S_{0i} \right| + 2 \cdot \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n \left(S_{ij} - \frac{\sum_{j=1}^n S_{ij}}{n} \right)^2}{n-1}} \right],$$

где ΔS_i - абсолютная погрешность i -го измерения, мм. Знак абсолютной погрешности принимают тот же, что и при вычислении систематической погрешности измерений;

S_{0i} - эталонное (действительное) значение i -го расстояния измеренного ИЛП, мм;

S_{ij} - измеренное значение i -ого расстояния j -м приёмом, мм;

n - число приёмов измерений i -ого расстояния.

Проверка диапазона измерений осуществляется одновременно с определением абсолютной погрешности измерений методом проведения измерений во всём заявляемом диапазоне.

Диапазон измерений должен быть не менее, а значение абсолютной погрешности измерений геометрических размеров объектов не более значений, указанных в Приложении А настоящей методики поверки.

11. Оформление результатов поверки

11.1 Сведения о результате и объёме поверки средств измерений в целях подтверждения поверки должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.2 При положительных результатах поверки средство измерений признается пригодным к применению.

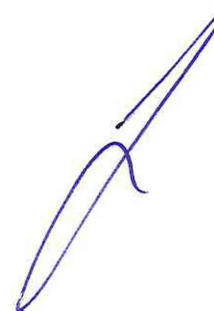
Выдача свидетельства о поверке и (или) внесение записи о проведенной поверке в паспорт средства измерений осуществляется в соответствии с действующим законодательством.

Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено. Пломбирование средства измерений не производится.

11.3 При отрицательных результатах поверки, средство измерений признается непригодным к применению.

Выдача извещения о непригодности к применению средства измерений с указанием основных причин непригодности осуществляется в соответствии с действующим законодательством.

Ведущий инженер по метрологии ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



К.А. Ревин

Приложение А

(обязательное)

Метрологические и технические характеристики

Таблица А.1 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение		
	AM.TECH TrackScan		
Модификация	P542	P550	Sharp 49
Диапазон измерений линейных размеров при выборе режима измерений ¹⁾ , мм:			
10,4 м ³	от 10 до 3631		от 10 до 3621
18,0 м ³	от 10 до 4356		-
28,6 м ³	-		от 10 до 5535
49,0 м ³	-		от 10 до 6636
Диапазон измерений линейных размеров объектов при использовании системы совместно с прибором оптическим координатно-измерительным фотограмметрическим MSCAN ¹⁾ , мм	от 50 до 10 000		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений линейных размеров объектов при выборе режима измерений, мм:			
10,4 м ³	±0,060		±0,049
18,0 м ³	±0,075		-
28,6 м ³	-		±0,067
49,0 м ³	-		±0,089
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений линейных размеров объектов при использовании системы совместно с прибором оптическим координатно-измерительным фотограмметрическим MSCAN, мм ²⁾	±(0,044+0,012·L)		
¹⁾ объект сканирования должен находиться в измерительном объеме системы оптической координатно-измерительной, являющимся полем зрения оптической системы слежения. Схемы измерительных объемов приведены на рисунках А.1, А.2. Значения указаны в миллиметрах. ²⁾ L – длина объекта в метрах.			

Таблица А.2 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение		
	AM.TECH TrackScan		
Модификация	P542	P550	Sharp 49
Габаритные размеры (Д×Ш×В), мм, не более			
- оптическая система слежения i-Tracker	1100×170×180		1003×157×150
- ручной лазерный сканер i-Scanner	298×287×230		298×287×230
Масса, кг, не более			
- оптическая система слежения i-Tracker	6,95		6,80
- ручной лазерный сканер i-Scanner	1,70		1,70
Напряжение питания от источника переменного тока, В	220±22		
Условия эксплуатации:			
- температура окружающей среды, °С	от -10 до +40		от 0 до +45

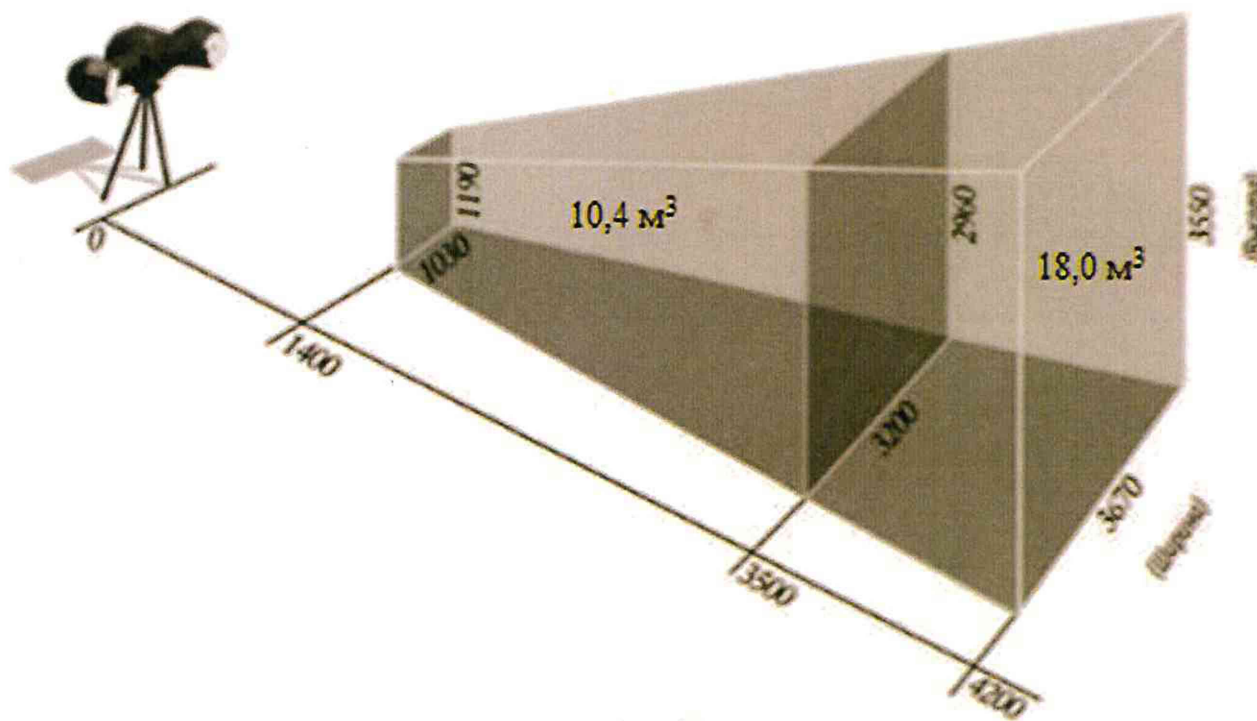


Рисунок А.1 – Схема измерительных объёмов модификаций
 AM.TECH TrackScan P542 / AM.TECH TrackScan P550

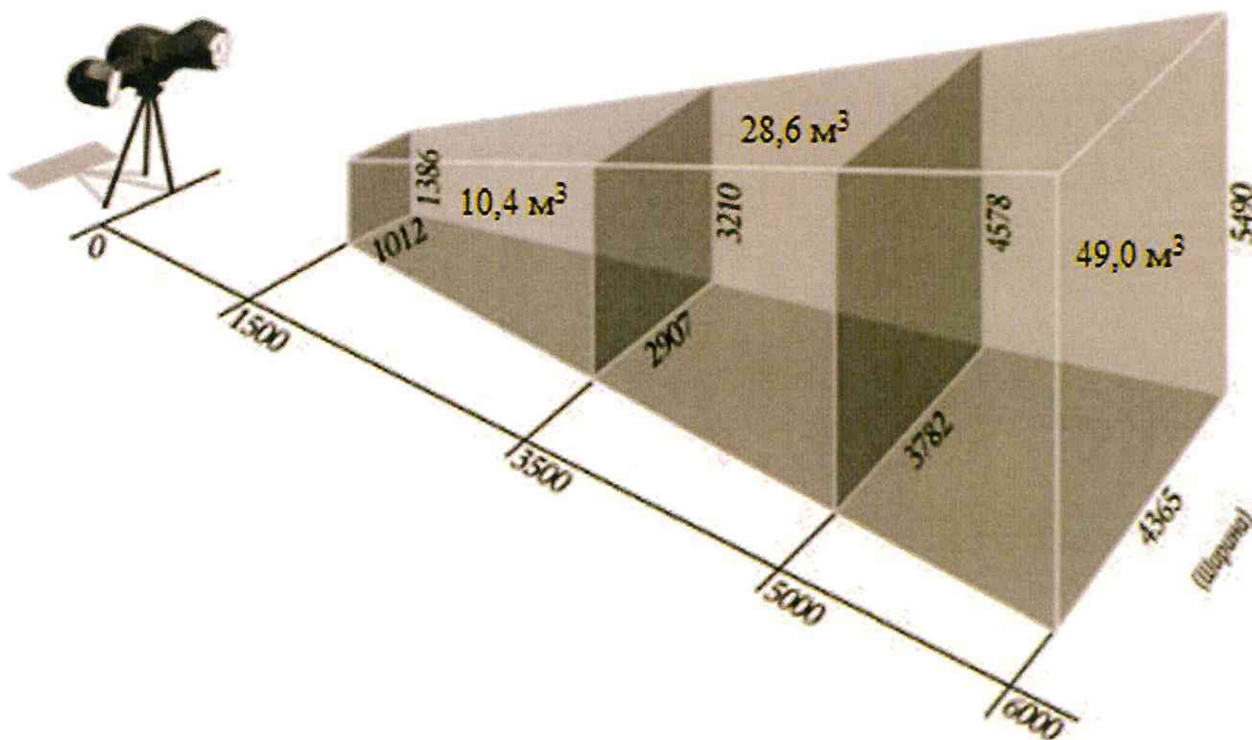


Рисунок А.2 – Схема измерительных объёмов модификации AM.TECH TrackScan Sharp 49