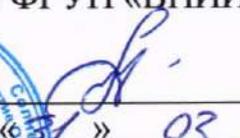


СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального
директора – заместитель по научной
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»



 А.Н. Щипунов

» 03 2025 г.

«ГСИ. Сканер лазерный мобильный Lixel One.
Методика поверки»

МП 651-25-015

р.п. Менделеево.

2025 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика (далее - МП) распространяется на сканер лазерный мобильный Lixel One (далее – сканер), изготовленный SHENZHEN XGRIDS-INNOVATION CO., LTD, Китай, и устанавливает методы и средства его первичной и периодической поверки.

1.2 Необходимо обеспечение прослеживаемости сканера к Государственным первичным эталонам единиц величин посредством использования аттестованных (поверенных) в установленном порядке средств поверки.

1.3 В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические требования

Наименование характеристики	Значение
Диапазон сканирования, м	от 0,5 до 120
Пределы допускаемой абсолютной погрешности определения координат точек отражения лазерного импульса в условной системе координат ¹⁾ , мм в диапазоне измерений от 0,5 до 60 включ. м в диапазоне измерений св. 60 до 120, м	±10 ±20
Примечание: 1) Сканер обеспечивает заявленную точность определения координат точек отражения лазерного импульса в условной системе координат (прямоугольной системе координат) при отражательной способности поверхности объекта сканирования более 20%, скоростях сканера до 2 м/с и использовании круглых светоотражающих марок диаметром от 250 мм и более на маршруте движения протяженностью не более 1000 м. Светоотражающие марки необходимо устанавливать через каждые 80 м по маршруту движения. Предел погрешности определения расстояния до центра светоотражающих марок не более $\pm(4+1,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм, где D – расстояние от точки, относительно которой задается система координат, до центра светоотражающей марки, мм. Условная система координат задается относительно первой контрольной точки, расположенной в начале маршрута движения сканера.	

По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость сканера к государственному первичному специальному эталону единицы длины ГЭТ 199-2024 по Государственной поверочной схеме для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Росстандарта № 1374 от 7 июня 2024 г.

Методика поверки реализуется посредством методов прямых измерений.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки выполнить операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции проведения поверки

Наименование операции поверки	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
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	10

Продолжение таблицы 2

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение абсолютной погрешности определения координат точек отражения лазерного импульса в условной системе координат	да	да	10.1
Оформление результатов поверки	да	да	11

2.2 Не допускается проведение поверки меньшего числа измеряемых величин.

2.3 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций, приведенных в таблице 2, поверка прекращается и сканер признается непригодным к применению.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Поверка должна проводиться в климатических условиях, соответствующих условиям применения эталонов, средств измерений и поверяемого сканера:

- температура окружающего воздуха от минус 20 °С до плюс 45 °С.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 Поверка сканера осуществляется аккредитованными в установленном порядке юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями.

4.2 К проведению поверки допускаются лица с высшим или средним техническим образованием, аттестованные в качестве поверителей в области геодезических средств измерений и изучившие настоящую методику, документацию на сканер и эксплуатационную документацию на используемые средства поверки.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Для поверки применять 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
10.1 Определение абсолютной погрешности определения координат точек отражения лазерного импульса в условной системе координат	Средство измерений длины, рабочий эталон 1-го разряда – комплексы базисные эталонные, диапазон измерений длин от 0 до 6000 м, предел допускаемой абсолютной погрешности приращений координат $0,2+0,5 \cdot 10^{-6} \cdot L$ мм, где L - измеряемая длина в мм, по государственной поверочной схеме для координатно-временных средств измерений в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 1374 от 7 июня 2024 г.	Рабочий эталон единицы длины и приращения координат 1 разряда – комплекс базисный эталонный в диапазоне значений от 1,5 до 2904 м и единицы длины и приращения координат 3 разряда – полигон пространственный эталонный в диапазоне значений от 778 до 1074 м, регистрационный номер эталона 3.7.АЖБ.0005.2025 в Федеральном информационном фонде

Продолжение таблицы 3

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Средство измерений температуры, давления, влажности, диапазоны измерения влажности от 0% до 99%, температуры от -20 °С до +60 °С, давления от 840 до 1060 гПа; пределы допускаемой погрешности измерений влажности $\pm 2\%$, температуры $\pm 0,2$ °С, давления ± 3 гПа	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7, мод. ИВТМ-7 М 5-Д, регистрационный номер 15500-12 в Федеральном информационном фонде (вспомогательное средство)
	Средство измерений длины, диапазон измерений от 0 до 3000 мм, класс точности 3	Рулетка измерительная металлическая УМЗМ, регистрационный номер 22003-07 в Федеральном информационном фонде (вспомогательное средство)
<p>Примечания:</p> <p>1) Сведения о результатах поверки (аттестации) средств измерений (эталонов), применяемых при поверке, должны быть опубликованы в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.</p> <p>2) Допускается применение средств поверки, не приведенных в рекомендуемом перечне, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемого средства измерений с требуемой точностью, передачу единицы величины средству измерений при его поверке и прослеживаемость эталонов и средств измерений, применяемых при поверке, к Государственным первичным эталонам единиц величин.</p>		

6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

- требования по технике безопасности, указанные в эксплуатационной документации (далее - ЭД) на используемые средства поверки;
- правила по технике безопасности, действующие на месте поверки;
- ГОСТ 12.1.040-83 «ССТБ. Лазерная безопасность. Общие положения»;
- ГОСТ 12.2.007.0-75 «ССТБ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности».

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре сканера установить:

- комплектность сканера и наличие маркировки (заводской номер, тип) путём сличения с ЭД на сканер, наличие поясняющих надписей;
- исправность переключателей, работу подсветок, исправность разъемов и внешних соединительных кабелей;
- качество гальванических и лакокрасочных покрытий;
- отсутствие коррозии, механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики.

7.2 Результаты операции поверки считать положительными, если результаты внешнего осмотра удовлетворяют п. 7.1. В противном случае сканер бракуется, дальнейшие операции поверки не производят.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки выполнить следующие подготовительные работы:

- проверить комплектность сканера в соответствии с эксплуатационной документацией (далее - ЭД);
- проверить наличие сведений о результатах поверки средств измерений (вспомогательных средств поверки), включенных в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений;
- сканер и средства поверки должны быть выдержаны при нормальных условиях не менее 1 ч.

8.2 При опробовании установить соответствие сканера следующим требованиям:

- отсутствие качки и смещений неподвижно соединенных деталей и элементов;
- плавность и равномерность движения подвижных частей;
- правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей (в соответствии с указаниями главы 2 документа «Сканер лазерный мобильный Lixel One. Руководство по эксплуатации» (далее - РЭ);
- работоспособность сканера (в соответствии с указаниями п. 2.4 РЭ).

Если перечисленные требования не выполняются, сканер признают негодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

8.3 Результаты операции поверки считать положительными, если результаты опробования и проверки работоспособности удовлетворяют п.п. 8.1, 8.2.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Идентификационное наименование и идентификационный номер программного обеспечения (далее – ПО) получить при подключении сканера к персональному компьютеру средствами ОС «Windows», основное меню/свойства файла.

Результаты операции поверки считать положительными, если идентификационные данные (признаки) метрологически значимой части ПО соответствуют приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные

Идентификационные данные (признаки)	Значение		
	МПО	LixelGo	LixelStudio
Идентификационное наименование ПО			
Номер версии (идентификационный номер ПО)	1.4.3 и выше	1.1.1 и выше	2.5.2.1 и выше

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение абсолютной погрешности определения координат точек отражения лазерного импульса в условной системе координат

10.1.1 Для определения абсолютной погрешности определения координат точек отражения лазерного импульса в условной системе координат провести подготовительные работы, включающие в себя:

- составление маршрута движения, с учетом расположения эталонных пунктов (далее – ЭП) из рабочего эталона 1 разряда, а также временных пунктов, определенных эталонными средствами из состава рабочего эталона 1 разряда и закрепленными на местности временными знаками, обеспечивающие их сохранность на время проведения работ. Маршрут должен проходить на удалении от ЭП в диапазоне от 0,5 до 120 м, при этом в начальной и конечной точке маршрута ЭП должны располагаться на удалении 0,5 м и 120 м соответственно. Длина маршрута должна составлять не менее 1000 м, количество ЭП на протяжении маршрута не менее 13 ($i \geq 13$).

- определение и маркировку светоотражающими марками контрольных точек (далее – КТ) по всей протяженности маршрута, необходимых для инициализации сканера на всем

маршруте движения. Расстояние между контрольными точками по ходу движения маршрута не должно превышать 80 метров. При этом КТ №1 совпадает с ЭП №1 и находится в начале условной системы координат. Для равномерного покрытия маршрута движения определить и замаркировать 13 КТ.

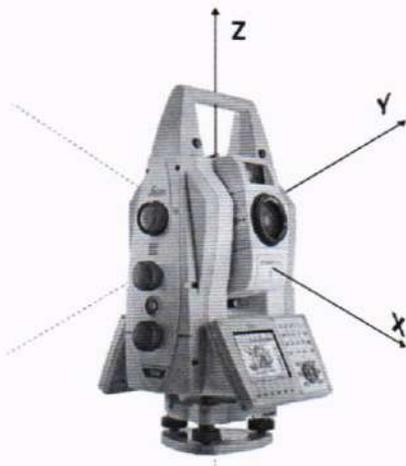


Рисунок 1 – расположение осей в условной системе координат

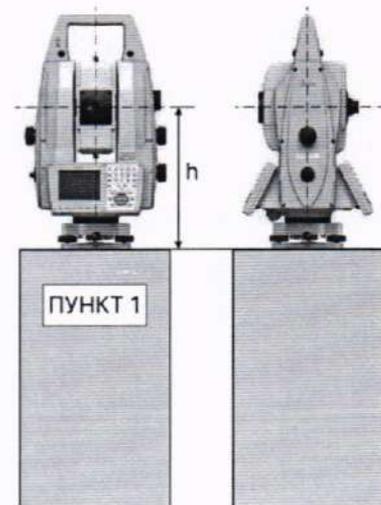


Рисунок 2 – смещение по высоте центра координат условной системы координат

Примечание: условная система координат – это прямоугольная система координат, начало которой соответствует условной точке пересечения осей вращения вертикального и горизонтального круга тахеометра (далее – эталон) из состава эталона 1 разряда. Ось Z направлена по оси вращения горизонтального круга эталона, ось X перпендикулярна горизонтальной оси вращения вертикального круга, а ось Y дополняет систему до правой, расположение осей в условной системе координат приведено на рисунке 1, смещение по высоте центра координат условной системы координат приведено на рисунке 2.

10.1.2 Для определения координат ЭП выбрать в начале маршрута ЭП из состава эталона 1 разряда, принять его за начало условной системы координат. Принять данный пункт за ЭП №1 и одновременно за КТ №1 (далее - ЭП №1/КТ №1). Установить на ЭП №1/КТ №1 эталон. Измерить высоту h от центра координат эталона, расположенного на корпусе эталона, до основания ЭП №1/КТ №1, как показано на рисунке 2 при помощи рулетки измерительной металлической УМЗМ (далее – рулетка). Ввести в эталон координаты ЭП №1/КТ №1 в условной системе координат ($X=0$, $Y=0$, $Z=0$). Установить на ЭП №2 отражатель. Ввести в эталон значение высоты отражателя над ЭП №2, предварительно измеренное рулеткой. Навести эталон на центр отражателя, установленного на ЭП №2 и выставить нулевое значение горизонтального угла (угол в плоскости проведения измерений), тем самым выполнив ориентирование заданной условной системы координат. Определить координаты ЭП № 2 в соответствии с руководством по эксплуатации на эталон, выполнив измерения расстояния, вертикального и горизонтального угла. Сохранить результаты измерений в памяти эталона. Проложить полигонометрический ход по всем ЭП, находящимся на выбранном маршруте, тем самым определив их координаты. Для этого снять эталон с ЭП №1/КТ №1. Установить эталон на ЭП №2. Измерить высоту h от центра координат эталона, расположенного на корпусе эталона, до основания ЭП №2 при помощи рулетки. Установить на ЭП №1/КТ №1 отражатель. Перейти в режим измерений «Ориентирование по известной задней станции». Ввести в эталон координаты ЭП № 2, сохраненные во внутренней памяти эталона. Ввести в эталон значение высоты отражателя над ЭП №1/КТ №1, предварительно измеренное рулеткой. Ввести в эталон координаты ЭП №1/КТ №1, сохраненные во внутренней памяти эталона. Навести эталон на центр отражателя, установленного на ЭП №1/КТ №1. Выполнить измерения координат ЭП №1/КТ №1, тем самым выполнить ориентирование эталона на ЭП № 2 в условной системе координат. Установить на ЭП №3 отражатель. Ввести в эталон значение высоты отражателя над ЭП №3, предварительно измеренное рулеткой. Навести эталон на центр отражателя, установленного на

ЭП №3. Определить координаты ЭП № 3 в соответствии с руководством по эксплуатации на эталон, выполнив измерения расстояния, вертикального и горизонтального угла. Сохранить результаты измерений в памяти эталона. Повторить вышеуказанные операции для проложения полигонометрического хода по всем ЭП, находящихся на выбранном маршруте. При отсутствии прямой видимости между ЭП, допускается закрепить на местности дополнительные временные знаки (дюбель-гвоздь) с таким расчетом, чтобы обеспечивалась взаимная видимость и сохранность временных знаков на время проведения работ. Сохранить результаты определения координат ЭП в памяти эталона или в журнале измерений произвольной формы. Журнал измерений допускается вести в электронном виде. Пример схемы расположения ЭП представлена на рисунке 3.

10.1.3 Для определения координат КТ установить на ЭП №1/КТ №1 эталон. Измерить высоту h от центра координат эталона, расположенного на корпусе эталона, до основания ЭП №1/КТ №1, как показано на рисунке 2 при помощи рулетки. Ввести в эталон координаты ЭП №1/КТ №1 ($X=0, Y=0, Z=0$). Установить на ЭП №2 отражатель. Ввести в эталон значение высоты отражателя над ЭП №2, предварительно измеренное рулеткой. Вести в эталон значения координат ЭП №2, полученное в п. 10.1.2. Навести эталон на центр отражателя, установленного на ЭП №2 и выполнить ориентирование эталона в заданной в п.10.2 условной системе координат в соответствии с руководством по эксплуатации на эталон. Проложить полигонометрический ход по всем КТ, находящихся на выбранном маршруте, тем самым определив их координаты, выполняя операции, указанные в п. 10.1.2. При отсутствии прямой видимости между КТ, допускается закрепить на местности дополнительные временные знаки (дюбель-гвоздь) с таким расчетом, чтобы обеспечивалась взаимная видимость и сохранность временных знаков на время проведения работ. Сохранить результаты определения координат КТ в памяти эталона или в журнале измерений произвольной формы. Журнал измерений допускается вести в электронном виде. Пример схемы расположения КТ представлена на рисунке 3.

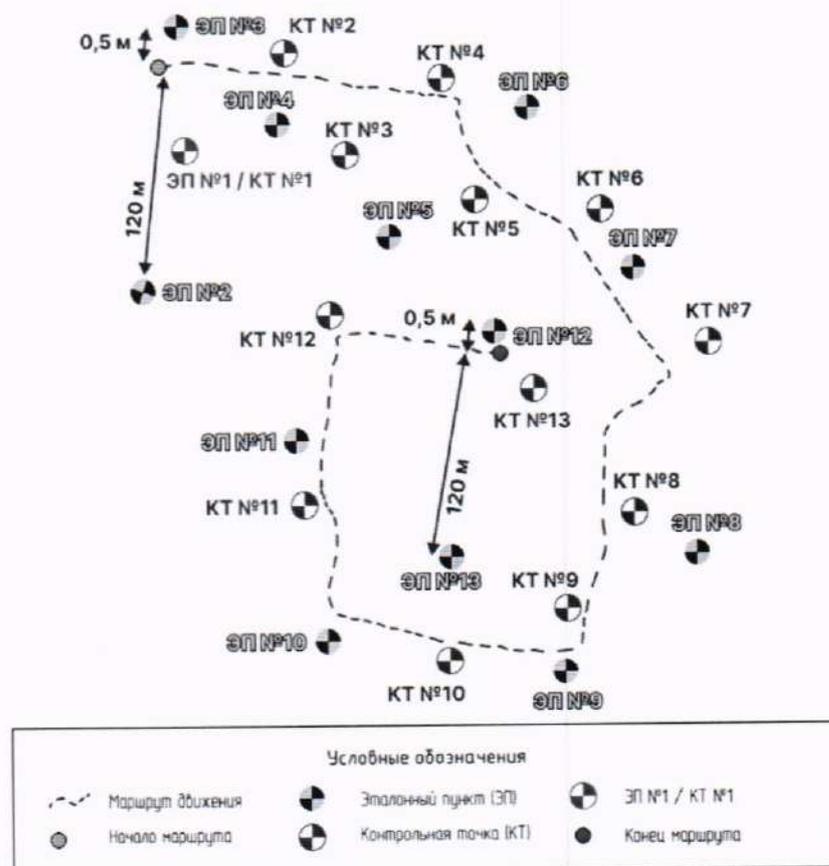


Рисунок 3 – Пример схемы расположения эталонных пунктов и контрольных точек полевого стенда

10.1.4 Привести поверяемый сканер в рабочее состояние и выполнить тестирование готовности в соответствии с указаниями главы 2 РЭ «Установка и проверка устройства».

10.1.5 Выполнить движение по составленному маршруту со сканированием ЭП не менее 10 раз ($j \geq 10$) во всем диапазоне сканирования, в том числе на минимальном и максимальном расстоянии сканирования со скоростью 1 и 2 м/с.

10.1.6 После завершения маршрута произвести передачу результатов полученных измерений необработанных данных, полученных сканером в персональный компьютер.

10.1.7 Ввести значения координат КТ в программу обработки фирмы-изготовителя, полученных при выполнении операции п.10.1.2.

10.1.8 Выполнить обработку данных, полученных в результате сканирования в условной системе координат с использованием программ обработки фирмы-изготовителя в соответствии с указаниями пункта 6.3 РЭ «Процесс работы в ПО LixelStudio», и получить координаты ЭП.

10.1.9 Вычислить абсолютную погрешность определения координат эталонных пунктов отражения лазерного импульса в условной системе координат для координат X_{ij} , Y_{ij} , Z_{ij} по формулам (1):

$$\begin{aligned} \Delta X_{ij} &= X_{ij} - X_{i \text{ действ}} \\ \Delta Y_{ij} &= Y_{ij} - Y_{i \text{ действ}} \\ \Delta Z_{ij} &= Z_{ij} - Z_{i \text{ действ}} \end{aligned} \quad , \quad (1)$$

где: X_{ij} , Y_{ij} , Z_{ij} – координаты, полученные из обработки сканирования i – го ЭП на j – ом сканировании;

$X_{i \text{ действ}}$, $Y_{i \text{ действ}}$, $Z_{i \text{ действ}}$ – эталонные (действительные) координаты, i – го ЭП.

10.1.10 Вычислить абсолютную погрешность определения координат точек отражения лазерного импульса в условной системе координат по формуле (2):

$$\Delta_{coord_{ij}} = \sqrt{(\Delta X_{ij})^2 + (\Delta Y_{ij})^2 + (\Delta Z_{ij})^2} \quad . \quad (2)$$

Максимальное значение абсолютной погрешности определения координат точек отражения лазерного импульса в условной системе координат считается значением абсолютной погрешности определения координат точек отражения лазерного импульса в условной системе координат ($\Delta_{coord_{ij}}$) поверяемого сканера.

10.1.11 Результаты операции поверки считать положительными, если в диапазоне сканирования от 0,5 до 60 м включительно, значение абсолютной погрешности определения координат точек отражения лазерного импульса в условной системе координат находится в пределах ± 10 мм, в диапазоне определения координат точек отражения лазерного импульса в условной системе координат от свыше 60 до 120 м включительно, значение абсолютной погрешности определения координат точек отражения лазерного импульса в условной системе координат находится в пределах ± 20 мм.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Сведения о результатах поверки сканера передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений, предусмотренным частью 3 статьи 20 Федерального закона № 102-ФЗ.

11.2 По заявлению владельца сканера или лица, представившего его на поверку, положительные результаты поверки оформляют записью в паспорте, удостоверенной подписью пове-

рителя и нанесением знака поверки или выдают свидетельство о поверке по установленной форме, соответствующей действующему законодательству.

11.3 По заявлению владельца сканера или лица, представившего его на поверку, в случае отрицательных результатов поверки, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

Начальник отделения НИО-8
ФГУП «ВНИИФТРИ»

А.М. Каверин

Заместитель начальника отделения
по научной работе НИО-8
ФГУП «ВНИИФТРИ»

И.С. Сильвестров

Начальник отдела № 83
ФГУП «ВНИИФТРИ»

А.В. Мазуркевич