

1666

«УТВЕРЖДАЮ»

**Начальник ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГИИИ МО РФ**



А.Ю. Кузин

«27» 07 2008 г.

ИНСТРУКЦИЯ

Мобильные оптико-электронные станции «Вереск»

Методика поверки

**г. Мытищи,
2008 г.**

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на мобильные оптико-электронные станции «Вереск» (далее - станции) производства ЗАО «Технологический парк космонавтики «ЛИНКОС», г. Щербинка-2 Московской обл., и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 Межповерочный интервал 2 года.

2 ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные табл. 1.
Таблица 1

№ п/п	Наименование операции	Номер пункта методики по- верки	Проведение операции при	
			первичной поверке	периодической поверке
1	Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2	Опробование (проверка работо- способности)	7.2	Да	Да
3	Определение метрологических характеристик	7.3		
3.1	Определение средней квадрати- ческой погрешности измерений угловых координат в статике	7.3.1	Да	Да
3.2	Определение средней квадрати- ческой погрешности привязки моментов определения положе- ния визирной оси оптико- электронного теодолита к сис- теме единого времени	7.3.2	Да	Да
3.3	Определение средней квадрати- ческой погрешности привязки измерительной информации блоков БТВ 750, БТПВ 500 и дальномера к системе единого времени	7.3.3	Да	Да
3.4	Определение характеристик блока БТВ 750	7.3.4		
3.4.1	Определение рабочего диапазо- на яркостей фона	7.3.4.1	Да	Да
3.4.2	Определение контрастов объек- тов	7.3.4.2	Да	Да
3.4.3	Определение спектрального диапазона воспринимаемых яр- костей	7.3.4.3	Да	Нет
3.5	Определение характеристик блока БТПВ 500	7.3.5		
3.5.1	Определение интегрального по- рогового потока на входном зрачке объектива от абсолютно черного тела при установлен- ной температуре 300 °С	7.3.5.1	Да	Да

№ п/п	Наименование операции	Номер пункта методики по- верки	Проведение операции при	
			первичной поверке	периодической поверке
3.5.2	Определение спектрального диапазона воспринимаемых яркостей	7.3.5.2	Да	Нет
3.6	Определение характеристик дальномера	7.3.6		
3.6.1	Определение диапазона измеряемых дальностей	7.3.6.1	Да	Да
3.6.2	Определение средней квадратической погрешности измерений дальности	7.3.6.2	Да	Да

2.2 Рекомендуемые средства поверки приведены в табл. 2.

Вместо указанных в табл. 2 средств поверки допускается применять аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

Все средства поверки должны быть исправны и иметь свидетельства о поверке или оттиск поверительного клейма на приборе или технической документации.

Таблица 2.

Номер и наименование пункта документа по поверке	Наименование и тип (условное обозначение) средства поверки и его метрологические характеристики
7.3.1 Определение средней квадратической погрешности измерений угловых координат в статике	Тахеометр электронный Trimble 3601DR (предел допускаемой средней квадратической погрешности измерений углов 1,5", предел допускаемой средней квадратической погрешности измерений расстояний одним приемом $(2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ мм, D - измеряемое расстояние в мм, диапазон измерений расстояний от 1,5 до 3000 м), звездный каталог с СКО измерения угловых координат каталожных звезд не более 0,7" Вспомогательное оборудование - геодезический стенд
7.3.2 Определение средней квадратической погрешности привязки моментов определения положения визирной оси оптико-электронного теодолита к системе единого времени	Осциллограф цифровой запоминающий TDS1002 (2 канала входного сигнала, полоса пропускания амплитудно-частотной характеристики от 0 до 60 МГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений временных интервалов в режиме без накопления $\pm (K_p/250 + 50 \cdot 10^{-6} \times T_{изм} + 0,6)$ нс, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения временных интервалов в режиме выборки >16 : $\pm (K_p/250 + 50 \cdot 10^{-6} \times T_{изм} + 0,4)$ нс, где K_p - коэффициент развертки, $T_{изм}$ - измеряемый временной интервал)

Номер и наименование пункта документа по поверке	Наименование и тип (условное обозначение) средства поверки и его метрологические характеристики
7.3.3 Определение средней квадратической погрешности привязки измерительной информации блоков БТВ 750, БТПВ 500 и дальномера к системе единого времени	Осциллограф цифровой запоминающий TDS1002
7.3.4 Определение характеристик блока БТВ 750:	Прибор комбинированный ТКА-ПК (диапазон измерений яркости от 10 до 200000 кд/м ² , пределы допускаемой относительной погрешности измерений $\pm 10,0$ %) Вспомогательное оборудование: тест-объект (черный круг), коллиматор (фокусное расстояние $f' \geq 1500$ мм), источник света - имитатор Солнца 1132.02.05.000, автотрансформатор АОСН-8-220-82 УХЛЧ, тест-объекты заданного 5 % положительного, отрицательного и смешанного контраста, коллиматор (фокусное расстояние $f' \geq 3000$ мм, диаметр объектива $\varnothing \geq 240$ мм)
7.3.5 Определение характеристик блока БТПВ 500	Излучатель в виде модели абсолютно черного тела АЧТ-1100 (диапазон воспроизводимых температур до 300 °С) Вспомогательное оборудование - двухзеркальный коллиматор (фокусные расстояния зеркал $f'_1 = 4000$ мм и $f'_2 = 1,5$ мм)
7.3.6 Определение характеристик дальномера	Светодальномер 2СТ-10 (диапазон измеряемых расстояний от 2 до 10000 м, СКП измерений расстояний $(5 \pm 3 \cdot 10^{-6} D)$, где D - измеряемое расстояние в мм)

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

3.1 К проведению поверки станций допускаются лица, изучившие эксплуатационные документы на станции, имеющие опыт работы с ними и аттестованные в качестве поверителя органом Государственной метрологической службы.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования мер безопасности, изложенные в «Правилах эксплуатации электроустановок», 1992 г.

5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1 Поверка должна проводиться в следующих условиях:

температура окружающего воздуха, °С:

15÷35;

относительная влажность воздуха, %:

45÷80;

атмосферное давление, мм рт.ст.:

645÷795.

При поверке должны соблюдаться указания, приведенные в эксплуатационной документации на станции.

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Поверитель должен изучить эксплуатационные документы поверяемых станций и используемых средств поверки.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При проведении внешнего осмотра проверить:

- отсутствие механических повреждений и коррозии на станции;
- чистоту оптических деталей;
- сохранность пломб;
- чистоту и исправность разъемов и соединений.

7.1.2 Результаты проверки считаются положительным, если отсутствуют механические повреждения и коррозия, оптические детали чистые, разъемы и соединения чистые и исправные, пломбы в наличии.

7.2 Опробование (проверка работоспособности)

7.2.1 Подготовить станцию к работе согласно подразделу 3.1 руководства по эксплуатации РБП 001.00.00.000 РЭ2.

7.2.2 Проверить диапазон измерений угловых координат путем визуального контроля.

7.2.2 Результаты проверки считать положительными, если проведены все операции по подразделу 3.1 руководства по эксплуатации РБП 001.00.00.000 РЭ2, пузырек спиртового уровня приведен в середину ампулы уровня, работают все функциональные режимы станции, осуществляется обмен информацией между отдельными составными частями станции, диапазон измерений углов соответствует требованиям технической документации.

7.3 Определение метрологических характеристик

7.3.1 Определение средней квадратической погрешности измерений угловых координат в статике

7.3.1.1 Среднюю квадратическую погрешность измерений угловых координат в статике определить либо в лабораторных, либо в полевых условиях.

7.3.1.2 *Определение средней квадратической погрешности измерений угловых координат в статике в лабораторных условиях*

7.3.1.2.1 Поверку в лабораторных условиях проводить на коллиматорном стенде путем многократных измерений с помощью станции образцовых (аттестованных в установленном порядке) горизонтального угла β , вертикальных углов α_i и последующего сравнения полученных значений углов с их образцовыми значениями. Погрешности образцовых углов не должны превышать $\frac{1}{3}$ средней квадратической погрешности измерений угловых координат станциями.

7.3.1.2.2 Угол β образуется направлениями на сетки нитей двух коллиматоров. Значение угла выбрать в пределах 60 - 120°, разность вертикальных углов двух направлений на коллиматоры должна быть не менее 20°. Измерение угла проводить двенадцатью приемами с перестановкой лимба на угол 15°.

Значение средней квадратической погрешности измерений горизонтальных углов в статике $\overline{m}_\beta$ вычислить по формуле (1):

$$\overline{m}_\beta = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{j=n} \Delta_j^2}{n}}, \quad (1)$$

где Δ_j - отклонение измеренного значения угла j -го приема измерений от его образцового значения;

n - количество приемов измерений угла.

7.3.1.2.3 Углы α_i - образуются направлениями на сетки коллиматоров. Количество углов должно быть 3, приемов измерений каждого угла - 4. Размеры углов - произвольные в пределах диапазонов измерений вертикальных углов станций.

Значение средней квадратической погрешности измерений вертикальных углов в статике $\overline{m}_\alpha$ вычислить по формуле (2):

$$\overline{m}_\alpha = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=k} \sum_{j=1}^{j=n} \Delta_{ji}^2}{kn}}, \quad (2)$$

где Δ_{ji} - отклонение измеренного значения i -го угла j -го приема измерений от его образцового значения;

k - количество измеренных углов;

n - количество приемов измерений каждого угла.

7.3.1.2.4 Результаты поверки считать положительными, если значения средней квадратической погрешности измерений угловых координат в статике составили не более:
для блока БТВ 750 5";
для блока БТПВ 500 15".

7.3.1.3 *Определение средней квадратической погрешности измерений угловых координат в статике в полевых условиях*

7.3.1.3.1 Поверку в полевых условиях проводят путем измерений положений каталожных звезд.

7.3.1.2.2 В соответствии с руководством по эксплуатации РБП 001.00.00.000 РЭ2 подготовить станцию к работе в режиме измерения угловых координат звезд.

7.3.1.2.3 Для определения средней квадратической погрешности измерений угловых координат по углу места и по азимуту выбрать каталожные звезды таким образом, чтобы их угловые координаты равномерно распределялись во всем диапазоне измерений угловых координат станций, при этом по углу места они должны быть расположены в диапазоне от 10 до 60°. Количество выбранных звезд должно быть не менее 20, количество приемов измерений угловых координат каждой звезды - 3.

7.3.1.2.4 Провести измерения выбранных звезд в соответствии с руководством по эксплуатации РБП 001.00.00.000 РЭ2.

7.3.1.2.5 Значения средней квадратической погрешности измерений угловых координат звезд вычислить по формулам (3, 4):

$$\text{по углу места: } \overline{m}_A = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=k} \sum_{j=1}^{j=n} \Delta_{A_{ji}}^2}{kn}}, \quad (3)$$

$$\text{по азимуту: } \overline{m}_D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=k} \sum_{j=1}^{j=n} \Delta_{D_{ji}}^2}{kn}}, \quad (4)$$

где Δ_{Aji} - отклонение измеренного значения угла места i -й звезды j -го приема измерений от ее каталожного значения;
 Δ_{Dji} - отклонение измеренного значения азимута i -й звезды j -го приема измерений от ее каталожного значения;
 k - количество измеренных звезд;
 n - количество приемов измерений координат i -й звезды.

7.3.1.3 Результаты поверки считать положительными, если значения средней квадратической погрешности измерений угловых координат звезд составили не более:
 для блока БТВ 750 5";
 для блока БТПВ 500 15".

7.3.2 Определение средней квадратической погрешности привязки моментов определения положения визирной оси оптико-электронного теодолита к системе единого времени

7.3.2.1 Проверку провести путем измерений задержки сигнала опроса азимутально-го и угломестного датчиков угол-код относительно сигнала СЕВ с помощью осциллографа цифрового запоминающего.

7.3.2.2 Подготовить станцию к проверке следующим образом. Соединитель «Вход PPS» СПС подключить к гнезду «PPS» оптоэлектронного блока 1003.12.04.000. Соединитель «Питание выхода» СПС подключить к гнезду «+5V,X12» стойки 1053.50.00.000. Сигнал с соединителя «Выход PPS» завести на синхронизирующий вход осциллографа. На второй вход осциллографа подать сигнал с контакта 3 «STR OUT» разъема «КОНТР» стойки 1053.50.00.000.

7.3.2.3 Определить задержку t_i переднего фронта сигнала опроса азимутального и угломестного датчиков угол-код относительно переднего фронта сигнала PPS СЕВ.

7.3.2.4 Вычислить среднее значение длительности задержки $\bar{t}$ по формуле (5):

$$\bar{t} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i, \quad (5)$$

где n - количество проведенных измерений, $n > 20$.

7.3.2.5 Вычислить среднюю квадратическую погрешность привязки моментов определения положения визирной оси оптико-электронного теодолита к системе единого времени S_t по формуле (6):

$$S_t = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\bar{t} - t_i)^2}. \quad (6)$$

7.3.2.6 Результаты поверки считать положительными, если значение средней квадратической погрешности привязки моментов определения положения визирной оси оптико-электронного теодолита к системе единого времени составит не более 20 мкс.

7.3.3 Определение средней квадратической погрешности привязки измерительной информации блоков БТВ 750, БТПВ 500 и дальномера к системе единого времени

7.3.3.1 Проверку провести путем измерения задержки сигналов вертикальной синхронизации блоков БТВ 750 и сигнала опроса датчиков положения компонентов варио-объектива относительно сигнала СЕВ с помощью осциллографа цифрового запоминающего.

7.3.3.2 Подготовить станцию к проверке следующим образом. Соединитель «Вход PPS» СПС подключить к гнезду «PPS» оптоэлектронного блока 1003.12.04.000. Соединитель «Питание выхода» СПС подключить к гнезду «+5V,X12» стойки 1053.50.00.000.

Сигнал с соединителя «Выход PPS» завести на синхронизирующий вход осциллографа. На второй вход осциллографа подать сигнал с контакта 3 «STP OUT» разъема «КОНТР» БТВ (для блока БТПВ 500) или сигнал с контакта 6 «EXP» разъема «КОНТР» (для блока БТВ 750) или сигнал с фотодиода, укрепленного на передающем телескопе дальномера.

7.3.3.3 Определить длительности задержки $t_{вс}$ переднего фронта сигнала вертикальной синхронизации телевизионного блока, задержки $t_{во}$ переднего фронта сигнала опроса датчиков положения компонентов вариообъектива и задержки t переднего фронта сигнала излучения дальномера относительно переднего фронта сигнала «PPS» СЕВ.

7.3.3.4 Вычислить средние значения времени задержки $\bar{t}_{вс}$ переднего фронта сигнала вертикальной синхронизации телевизионного блока, задержки $\bar{t}_{во}$ переднего фронта сигнала опроса датчиков положения компонентов вариообъектива и задержки $\bar{t}$ переднего фронта сигнала излучения дальномера относительно переднего фронта сигнала «PPS» СЕВ по формулам (7-9):

$$\bar{t}_{вс} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_{вс_i} ; \quad (7)$$

$$\bar{t}_{во} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_{во_i} , \quad (8)$$

$$\bar{t} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i \quad (9)$$

где n - количество проведенных измерений, $n > 20$.

7.3.3.5 Вычислить средние квадратические погрешности привязки измерительной информации блоков БТВ 750 ($S_{t_{во}}$), БТВ 500 ($S_{t_{вс}}$) и дальномера (S_t) к системе единого времени по формулам (10-12):

$$S_{t_{вс}} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\bar{t}_{вс} - t_{вс_i})^2} ; \quad (10)$$

$$S_{t_{во}} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\bar{t}_{во} - t_{во_i})^2} . \quad (11)$$

$$S_t = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\bar{t} - t_i)^2} \quad (12)$$

7.3.3.6 Результаты поверки считать положительными, если значение средней квадратической погрешности привязки измерительной информации блоков БТВ 750, БТПВ 500 и дальномера к системе единого времени составит не более 100 мкс.

7.3.4 Определение характеристик блока БТВ 750

7.3.4.1 Определение рабочего диапазона яркостей фона

7.3.4.1.1 Проверку провести путем наблюдения на экране монитора БТВ 750 изображения тест-объекта (черного круга) через коллиматор с фокусным расстоянием $f \geq 1500$ мм и диаметром объектива $\varnothing \geq 250$ мм и определения координат его центра при изменении его освещенности.

7.3.4.1.2 Тест-объект расположить в фокальной плоскости коллиматора и равномерно осветить внешним источником света - имитатором Солнца 1132.02.05.000, подключенным к сети через автотрансформатор АОСН-8-220-82 УХЛЧ.

7.3.4.1.3 Яркость фона измерить прибором комбинированным ТКА-ПК. Регулируя яркость свечения ламп имитатора Солнца путем изменения напряжения питания автотрансформатора добиться яркости фона, соответствующей диапазону яркостей от 40 до 10000 кд/м².

7.3.4.1.4 Наблюдая изображение тест-объекта на экране монитора, и, устанавливая необходимую величину экспозиции телевизионной камеры БТВ 750, определить координаты его центра при помощи программного обеспечения станции.

7.3.4.1.5 Результаты поверки считать положительными, если координаты тест-объекта надежно определяются во всем диапазоне яркостей фона.

7.3.4.2 *Определение контрастов объектов*

7.3.4.2.1 Проверку провести на оптической скамье путем наблюдения тест-объектов заданного 5 % положительного, отрицательного и смешанного контраста через коллиматор с фокусным расстоянием $f' \geq 3000$ мм и диаметром объектива $\varnothing \geq 240$ мм.

7.3.4.2.2 Объектив БТВ 750 установить перед коллиматором. Тест-объекты: 8004.00.00.011; 8004.00.00.021; 8004.00.00.031 с контрастом 0,05, 0,03, минус 0,05 соответственно вместе с молочным стеклом РБП 201.00.011-КЮ установить поочередно в фокальной плоскости объектива коллиматора.

7.3.4.2.3 Наблюдая поочередно изображения тест-объектов на экране монитора, определить координаты их центров при помощи программного обеспечения станции.

7.3.4.2.3 Результаты поверки считать положительными, если надежно определяются координаты всех тест-объектов.

7.3.4.3 *Определение спектрального диапазона воспринимаемых яркостей*

7.3.4.3.1 Спектральный диапазон воспринимаемых яркостей проверить путем расчета объектива, спектральной чувствительностью применяемой ПЗС матрицы ТНХ7887, приведенной в «Каталоге полупроводниковых приборов фирмы Томсон» («Thomson – CSF semiconducteurs spécifiques», 1996) на стр. 280, и светофильтром КС 11, установленным перед матрицей.

7.3.4.3.2 Результаты поверки считать положительными, если спектральный диапазон воспринимаемых яркостей составил от 0,6 до 0,9 мкм.

7.3.5 *Определение характеристик блока БТПВ 500*

7.3.5.1 *Определение интегрального порогового потока на входном зрачке объектива от абсолютно черного тела при установленной температуре 300 °С*

7.3.5.1.1 Проверку провести при помощи излучателя в виде модели абсолютно черного тела АЧТ-1100 при установленной температуре 300 °С и двухзеркального коллиматора с фокусными расстояниями зеркал $f'_1 = 4000$ мм и $f'_2 = 1,5$ мм.

7.3.5.1.2 На входном зрачке блока БТПВ 500 создать освещенность $1 \cdot 10^{-12}$ Вт/см² путем установки в фокальную плоскость двухзеркального коллиматора диафрагмы с диаметром, рассчитываемым по формуле (13):

$$d_0^2 = \frac{4E_{\text{пор}} \cdot f_1^2}{\rho_1 \cdot \rho_2 \cdot k \cdot \sigma T^4 \cdot \left(\frac{f_2}{L}\right)^2}, \quad (13)$$

где f'_1 - фокусное расстояние зеркала 1 коллиматора;

f'_2 - фокусное расстояние зеркала 2 коллиматора;

L - расстояние от источника излучения до зеркала 2;

ρ_1, ρ_2 - коэффициенты отражения зеркал коллиматора;

ε - безразмерный коэффициент излучения, характеризующий степень черноты излучателя;

k - коэффициент использования излучения излучателя;

σT^4 - плотность излучения излучателя.

7.3.5.1.3 Результаты поверки считать положительными, если воспринимаемый блоком БТПВ 500 интегральный пороговый поток от излучателя АЧТ 300°С составит не более $1 \cdot 10^{-12}$ Вт/см²

7.3.5.2 Определение спектрального диапазона воспринимаемых яркостей

7.3.5.2.1 Спектральный диапазон воспринимаемых яркостей проверить путем расчета объектива, спектральной чувствительностью применяемой ПЗС матрицы ID ММО67, указанной в каталоге фирмы Софрадир («SOFRADIR», 1996) на стр.22.

7.3.5.2.1 Результаты поверки считать положительными, если спектральный диапазон воспринимаемых яркостей составил от 3,7 до 4,8 мкм.

7.3.6 Определение характеристик дальномера

7.3.6.1 Определение диапазона измеряемых дальностей

7.3.6.1.1 Диапазон измеряемых дальностей определить по диффузно-отражающему объекту с ЭПР более 5 м² и коэффициентом отражения более 70 % и на уголкового отражателя из комплекта станции.

7.3.6.1.2 Найти наименьшее и наибольшее расстояние между станцией и отражающим объектом (отражателем), при котором возможно электронное считывание результатов станцией.

7.3.6.1.3 Результаты поверки считать положительными, если диапазон измеряемых дальностей составил:

по диффузно отражающему объекту от 1 до 10 км;

на уголкового отражателя от 1 до 20 км.

7.3.6.2 Определение средней квадратической погрешности измерений дальности

7.3.6.2.1 Определение средней квадратической погрешности измерений дальности проводить путем многократных, не менее 10 раз, измерений контрольных (эталонных) линий, равномерно расположенных в диапазоне измеряемых дальностей станций, погрешность которых не превышает 1/3 средней квадратической погрешности измерений дальности станций.

7.3.6.2.2 Среднюю квадратическую погрешность измерений дальности j -й линии $\tilde{m}_{D_j}$ вычислить по формуле (14):

$$\tilde{m}_{D_j} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_j} (\Delta_{i,j}^n)^2}{n_j}} \quad \text{для } j = \overline{1, l}, \quad (14)$$

где $\Delta_{i,j}^n$ - разность между результатом измерений i -м приемом j -й линии и контрольным (эталонным) значением ее длины, ($i = \overline{1, n_j}$; $j = \overline{1, l}$);

n_j - число приемов измерений j -й линии ($n_j \geq 4$).

7.3.6.2.2 Результаты поверки считать положительными, если для всех l линий полученные значения средней квадратической погрешности измерений дальности не превышают следующих значений:

по диффузной поверхности 3 м;

по уголкового отражателю 1 м.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Положительные результаты поверки оформляются выдачей свидетельства о поверке установленной формы, на обратной стороне свидетельства записываются результаты поверки.

8.2 При отрицательных результатах поверки выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин.

Начальник отдела ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИИ МО РФ

Научный сотрудник ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИИ МО РФ

А.Н. Щипунов

К.Б. Савкин