

СОГЛАСОВАНО

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



[Handwritten signature]

А.Н. Щипунов

«22» 04 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Комплексы фоторадарные с фотофиксацией «Лидер-Тандем»

Методика поверки
БТКП.402169.006 МП

2021 год

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на комплексы фоторадарные с фотофиксацией «Лидер-Тандем» (далее – комплексы), изготавливаемые обществом с ограниченной ответственностью «Безопасность информационных систем» (ООО «БИС»), г. Воронеж, и устанавливает объем и методы первичной и периодической поверок.

1.2 Поверка комплексов проводится:

- по пунктам 10.1 и 10.4 – методом непосредственного сличения с эталонными средствами измерений;

- по пункту 10.3 – методом прямых измерений;

- по пункту 10.2 – методом косвенных измерений.

1.3 Прослеживаемость результатов измерений при поверке систем обеспечивается в соответствии с государственной поверочной схемой для координатно-временных измерений, утвержденной приказом Росстандарта № 2831 от 29 декабря 2018 г., к государственному первичному специальному эталону единицы длины гэт199-2018 и в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Росстандарта № 1621 от 31 июля 2018 г., к государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени гэт1-2018.

1.4 Интервал между поверками – два года.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.
Таблица 1

Наименование операций	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр средства измерений	7	+	+
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	+	+
3 Проверка программного обеспечения средства измерений	9	+	+
4 Определение метрологических характеристик:			
4.1 Определение абсолютной погрешности определения текущего значения времени в национальной шкале координированного времени UTC (SU)	10.1	+	+
4.2 Определение абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат местоположения комплекса в плане в статическом режиме при геометрическом факторе PDOP не более 3	10.2	+	+
4.3 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений скорости движения транспортного средства (далее – ТС) в зоне контроля	10.3	+	+
4.4 Определение абсолютной погрешности синхронизации шкал времени двух фоторадарных блоков; диапазона и абсолютной погрешности измерений скорости движения ТС на контролируемом участке дороги	10.4	+	+

2.2 Допускается проведение поверки меньшего числа измеряемых величин, которые используются при эксплуатации по соответствующим пунктам настоящей методики поверки. Соответствующая запись должна быть сделана в сведениях о результатах поверки, передаваемых в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

2.3 Допускается проводить поверку по пунктам 10.1 – 10.3 в лабораторных условиях.

2.4 Внеочередную поверку, обусловленную ремонтом комплекса, проводить в объеме первичной поверки.

2.5 При наличии функции измерения скорости движения ТС на контролируемом участке дороги внеочередная поверка, обусловленная изменением местоположения комплексов, проводится в объеме периодической поверки.

2.6 Операция по пункту 10.4 выполняется для комплексов только при стационарном размещении, состоящих из двух и более фоторадарных блоков, на контролируемом участке дороги.

2.7 В случае получения отрицательных результатов по любому пункту таблицы 1 комплекс бракуется и направляется в ремонт.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Поверка проводится при рабочих условиях эксплуатации поверяемых комплексов и используемых средств поверки. Средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с руководствами по их эксплуатации.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 Поверка должна осуществляться лицами, аттестованными в качестве поверителей в установленном порядке, имеющих высшее или среднее техническое образование, практический опыт в области радиотехнических измерений.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование рабочих эталонов или вспомогательных средств поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к рабочим эталонам или вспомогательным средствам; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
10.1	Источник первичный точного времени УКУС-ПИ 02ДМ: пределы допускаемой абсолютной погрешности синхронизации шкалы времени выходного сигнала частотой 1 Гц (1PPS) относительно шкалы времени UTC(SU) в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS ± 1 мкс.
10.2	GNSS-приемник спутниковый геодезический многочастотный SIGMA: пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины базиса в плане $\pm 3 \cdot (3 + 5 \cdot 10^{-7} \cdot D)$ мм, где D – измеренная длина базиса в мм.
10.3	Имитатор параметров движения ТС «Сапсан 3» литера 1/литера 2: диапазон имитируемых скоростей движения ТС от 1 до 400 км/ч; пределы допускаемой абсолютной погрешности имитации скорости $\pm 0,03$ км/ч.

Продолжение таблицы 2

Номер пункта методики поверки	Наименование рабочих эталонов или вспомогательных средств поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к рабочим эталонам или вспомогательным средствам; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
10.4	<p>Источник первичный точного времени УКУС-ПИ 02ДМ: пределы допускаемой абсолютной погрешности синхронизации шкалы времени выходного сигнала частотой 1 Гц (1PPS) относительно шкалы времени UTC(SU) в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS ± 1 мкс.</p> <p>Аппаратура навигационно-временная потребителей глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS/GALILEO/SBAS NV08C-CSM-DR: пределы допускаемой инструментальной погрешности (при уровне вероятности 0,95) определения скорости $\pm 0,1$ м/с; предел допускаемого среднего квадратического отклонения случайной составляющей инструментальной погрешности синхронизации шкалы времени (далее – ШВ) к ШВ UTC(SU), UTC(USNO), системным ШВ систем ГЛОНАСС и GPS ± 15 нс.</p>
	Вспомогательные средства
-	Индикатор времени ИВ-1: отображение времени в формате чч:мм:сс.мс (ч: от 0 до 23, мин: от 0 до 59, с: от 0 до 59, мс: от 0 до 9999).
-	Линейка измерительная металлическая по ГОСТ 427–75: диапазон измерений от 0 до 300 мм
-	Дальномер лазерный Leica DISTO X310: диапазон измерений расстояний от 0,05 до 120 м; пределы погрешности измерений $\pm(1,0 + 0,15 \cdot L)$ мм, L – измеренное расстояние, м
-	Термогигрометр электронный «CENTER» модели 311 с термоэлектрическим преобразователем с НСХ типа «К» рег. № 22129-09: диапазон измерений температуры от минус 200 до 1370 °С; пределы допускаемой основной абсолютной для канала измерений температуры $\pm(0,3 \% + 1)$ °С; диапазон измерений относительной влажности от 10 до 100 %; пределы допускаемой основной абсолютной погрешности для канала измерений относительной влажности $\pm 2,5$ %

5.2 Все средства поверки должны быть исправны, поверены, результаты поверки подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

5.3 Допускается применение других средств измерений, обеспечивающих проведение измерений с требуемой точностью.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки комплексов следует соблюдать требования безопасности, устанавливаемые руководством по эксплуатации на комплексы и руководствами по эксплуатации используемого при поверке оборудования.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При проведении внешнего осмотра проверить соответствие комплекса следующим требованиям:

- отсутствие механических повреждений и ослабление элементов, четкость фиксации их положения;
- четкость обозначений, чистоту и исправность разъемов и гнезд, наличие и целостность печатей и пломб;

– наличие маркировки согласно требованиям эксплуатационной документации.

7.2 Результаты поверки считать положительными, если комплекс удовлетворяет перечисленным в пункте 7.1 требованиям.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки поверитель должен изучить руководства по эксплуатации поверяемых комплексов и используемых средств поверки.

8.2 Подготовить комплекс к работе, проверить включение электропитания комплекса.

8.3 Подключить внешний персональный компьютер (далее – ПК) по WEB интерфейсу согласно руководству по эксплуатации. В рабочем окне WEB интерфейса откроются данные о комплексе и фотография поля обзора.

8.4 Заводской номер комплекса, указанный в рабочем окне, должен совпадать с заводским номером, записанным в паспорте комплекса.

8.5 Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если обеспечивается соответствие всех перечисленных в пункте требований.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Подготовить комплекс к работе, проверить включение электропитания комплекса.

9.2 Проверить наличие изображения с блока видеокамеры.

9.3 Проверить соответствия заявленных идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО) комплекса в следующей последовательности:

– проверить идентификационное наименование ПО в соответствии с руководством по эксплуатации;

– проверить номер версии (идентификационный номер) ПО в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.4 Результаты поверки считать положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют идентификационным данным, приведенным в руководстве по эксплуатации комплекса и данным, приведенным в таблице 3.

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	libdriver-smartmicro.so
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.0.0.0
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	10d56efcf4e86562e416ba4dbd611522
Алгоритм вычисления идентификатора ПО	MD5

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

10.1 Определение абсолютной погрешности определения текущего значения времени в национальной шкале координированного времени UTC (SU)

10.1.1 Определение абсолютной погрешности проводить путем сравнения времени, записанного на формируемом видеокadre, со значением времени UTC (SU) от источника первичного точного времени УКУС-ПИ 02ДМ (далее – источник).

10.1.2 Собрать схему в соответствии с рисунком 1.



Рисунок 1

10.1.3 Обеспечить радиовидимость сигналов навигационных космических аппаратов ГЛОНАСС и GPS в верхней полусфере. В соответствии с эксплуатационной документацией на комплекс и источник подготовить их к работе.

10.1.4 Поместить электронный дисплей в поле зрения видеокамеры комплекса одновременно с пластиной государственного регистрационного знака для обеспечения формирования кадров.

10.1.5 Сформировать не менее пяти кадров в течение 10 мин с изображением электронного дисплея.

10.1.6 Сравнить в i -й момент времени значения времени $T_{э}$ (изображение дисплея на кадре) с временем формирования кадра $T_{фк}$ (значение времени, записанное в нижнем левом углу кадра), определить их разность (абсолютную погрешность определения текущего значения времени в национальной шкале координированного времени UTC (SU)) по формуле (1):

$$\Delta T_i = T_{фки} - T_{эi}. \quad (1)$$

10.2 Определение абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат местоположения комплекса в плане в статическом режиме при геометрическом факторе PDOP не более 3

10.2.1 Разместить антенну геодезического приемника на расстоянии не более 10 см от антенны поверяемого комплекса. Расстояние между антеннами контролировать линейкой.

10.2.2 С помощью геодезического приемника определить опорные значения широты (B_0) и долготы (L_0) координат местоположения комплекса по документу «Методика измерений координат местоположения пункта геодезического», регистрационный номер ФР.1.27.2016.22681 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

10.2.3 Провести измерения и запись координат местоположения комплекса согласно руководству по эксплуатации в течение 30 мин.

10.2.4 Выбрать из измеренных значений координат местоположения координат не менее 1000 строк измерительной информации с геометрическим фактором PDOP не более 3.

10.2.5 Рассчитать абсолютную погрешность определения широты по формуле (2):

$$\Delta B_i = B_{ni} - B_0, \quad (2)$$

где ΔB_i — значение абсолютную погрешность определения широты, градус единицы плоского угла (далее – градус);

i — эпоха измерений;

B_{ni} — измеренная комплексом широта, градус;

B_0 — опорная широта, градус.

10.2.6 Рассчитать абсолютную погрешность определения долготы по формуле (3):

$$\Delta L_i = L_{ni} - L_0, \quad (3)$$

где ΔL_i — значение абсолютную погрешность определения долготы, градус;

L_{ni} — измеренная комплексом долгота, градус;

L_0 — опорная долгота, градус.

10.2.7 Перевести полученные значения разностей в метры по формулам (4), (5):

$$\Delta B_i' = \frac{\Delta B_i \cdot \pi}{180} \frac{a \cdot (1 - e^2)}{\sqrt{(1 - e^2 \cdot \sin^2 B_{0i})^3}}, \quad (4)$$

$$\Delta L'_i = \frac{\Delta L_i \cdot \pi}{180} \frac{a \cdot (1 - e^2) \cdot \cos B_{oi}}{\sqrt{(1 - e^2 \cdot \sin^2 B_{oi})^3}}, \quad (5)$$

где ΔB_i , ΔL_i — абсолютные погрешности определения широты и долготы на i -ю эпоху, градус;

a — большая полуось общеземного эллипсоида, м (WGS-84: $a = 6378137$ м);

e — эксцентриситет общеземного эллипсоида (WGS-84: $e^2 = 0,00669437999$).

10.2.8 Определить систематическую погрешность определения широты по формуле (6), долготы по формуле (7):

$$M_B = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \Delta B'_i, \quad (6)$$

$$M_L = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \Delta L'_i, \quad (7)$$

где N — число измерений.

10.2.9 Рассчитать СКО погрешности определения широты по формуле (8), долготы по формуле (9):

$$\sigma_B = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (\Delta B'_j - M_B)^2}{N-1}}, \quad (8)$$

$$\sigma_L = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (\Delta L'_j - M_L)^2}{N-1}}. \quad (9)$$

10.2.10 Рассчитать абсолютную погрешность (при доверительной вероятности 0,95) определения координат местоположения в плане в статическом режиме при геометрическом факторе PDOP не более 3 по формуле (10):

$$P = \pm \left(\sqrt{M_B^2 + M_L^2} + 2 \cdot \sqrt{\sigma_B^2 + \sigma_L^2} \right). \quad (10)$$

10.3 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений скорости движения ТС в зоне контроля

10.3.1 Разместить в зоне видимости комплекса на расстоянии от 3 до 10 м имитатор параметров движения ТС «Сапсан 3» (далее – имитатор). Требуемое расстояние от комплекса до имитатора определить с помощью дальномера лазерного Leica DISTO X310 (далее – дальномер).

10.3.2 На имитаторе поочередно установить имитируемую скорость из ряда 2; 20; 70; 90; 120; 150; 180; 250; 300 км/ч.

10.3.3 Включить комплекс, запустить ПО «Лидер», открыть вкладку «Скорость ТС» и во вкладке «Журнал измерений» нажать значок «■». Комплекс произведет измерения скорости и отразит измеренный результат в «Журнале измерений».

10.3.4 Провести измерения скорости при значениях, указанных в пункте 10.3.2. Для этого при установлении на имитаторе нового значения скорости, необходимо кратковременно закрыть объектив комплекса.

10.3.5 Рассчитать абсолютную погрешность измерений скорости ТС по формуле (11):

$$\Delta V_i = V_{Ki} - V_{Эi}, \quad (11)$$

где ΔV_i – значение абсолютной погрешности измерений скорости ТС, км/ч;

V_{Ki} – скорость ТС, измеренная комплексом при имитируемой скорости $V_{Эi}$, км/ч;

$V_{Эi}$ – имитируемая скорость ТС из ряда 2; 20; 70; 90; 120; 150; 180; 250; 300 км/ч, км/ч.

10.4 Определение абсолютной погрешности синхронизации шкал времени двух фоторадарных блоков; диапазона и абсолютной погрешности измерений скорости движения ТС на контролируемом участке дороги

10.4.1 Определение абсолютной погрешности синхронизации ШВ двух фоторадарных блоков

10.4.1.1 Поверку по данному пункту проводить, используя два фоторадарных блока (в случае наличия в составе комплексов более двух фоторадарных блоков данную операцию проводить только для синхронизированных между собой пар фоторадарных блоков), непрерывно в один этап.

10.4.1.2 Перед проведением поверки убедиться, что фоторадарные блоки на связи. После установки связи между фоторадарными блоками и их синхронизацией должно пройти не менее 5 мин.

10.4.1.3 Собрать схему в соответствии с рисунком 1 для каждого фоторадарного блока.

10.4.1.4 Поместить в поле зрения видеокамер каждого фоторадарного блока электронный дисплей и пластину государственного регистрационного знака для обеспечения формирования кадров.

10.4.1.5 Сформировать для каждого фоторадарного блока не менее пяти кадров в течение 10 мин с изображением электронного дисплея.

10.4.1.6 Используя полученные кадры, рассчитать значения абсолютной погрешности определения текущего значения времени в национальной шкале координированного времени UTC (SU) по формуле 1.

10.4.1.7 Сравнить i -ые значения погрешности $\Delta T_{1,i}$, полученные по формуле 1 для одного фоторадарного блока, с i -ыми значениями погрешности $\Delta T_{2,i}$, полученными по формуле 1 для другого фоторадарного блока, определить их разность (абсолютную погрешность синхронизации ШВ двух фоторадарных блоков) по формуле (12):

$$\Delta T_{\text{фб}i} = \Delta T_{1i} - \Delta T_{2i}. \quad (12)$$

10.4.2 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений скорости движения ТС на контролируемом участке дороги

10.4.2.1 Определение абсолютной погрешности измерений скорости движения ТС на контролируемом участке дороги проводят сравнением значения скорости, измеренного комплексом, и значения скорости, измеренного навигационным приемником.

10.4.2.2 При периодической поверке убедиться, что координаты комплекса совпадают с учетом погрешности, с измеренными при первичной поверке.

10.4.2.3 Подключить навигационный приемник к персональному компьютеру с установленным ПО для записи данных в файл с навигационного приемника и разместить их в автомобиле.

10.4.2.4 Установить частоту выдачи данных навигационным приемником (темп решения) 10 Гц. Начать запись данных с навигационного приемника.

10.4.2.5 Проехать на автомобиле контролируемый участок дороги не менее 3 раз с разными скоростями, при этом две скорости должны быть минимально и максимально возможными на данном участке дороги.

10.4.2.6 Рекомендуется выбирать минимально и максимально возможные скорости движения автомобиля, основываясь, в первую очередь, на обеспечении безопасности участников движения на контролируемом участке дороги во время поверки.

10.4.2.7 Остановить запись данных с навигационного приемника.

10.4.2.8 По данным с комплекса определить время фиксации автомобиля на въезде и выезде с контролируемого участка дороги для всех проездов.

10.4.2.9 Выбрать из записанных данных с навигационного приемника данные, соответствующие интервалам времени нахождения автомобиля на контролируемом участке дороги для всех проездов, при этом исключить данные с $PDOP > 3$.

10.4.2.10 Определить скорость движения автомобиля на контролируемом участке дороги по данным с навигационного приемника по формуле (13):

$$V_{эi} = \frac{\sum_{j=1}^N V_j(i)}{N}, \quad (13)$$

где $V_{эi}$ – значение скорости на контролируемом участке дороги по данным с навигационного приемника для i -го проезда, выраженное в км/ч;

$V_j(i)$ – значение мгновенной скорости по данным с навигационного приемника для i -го проезда, выраженное в км/ч;

N – количество значений мгновенной скорости по данным с навигационного приемника для i -го проезда.

10.4.2.11 Рассчитать абсолютную погрешность измерений скорости движения ТС на контролируемом участке дороги по формуле (14):

$$\Delta V_i = V_i - V_{эi}, \quad (14)$$

где ΔV_i – значение абсолютной погрешности измерений скорости движения ТС на контролируемом участке дороги, км/ч;

V_i – значение скорости на контролируемом участке дороги, измеренное комплексом для i -го проезда, выраженное в км/ч;

$V_{эi}$ – значение скорости на контролируемом участке дороги по данным с навигационного приемника для i -го проезда, рассчитанное по формуле (13), выраженное в км/ч.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Результаты поверки по определению абсолютной погрешности определения текущего значения времени в национальной шкале координированного времени UTC (SU) считать положительными, если для всех измерений значения абсолютной погрешности определения текущего значения времени в национальной шкале координированного времени UTC (SU) находится в пределах ± 2 с.

11.2 Результаты поверки по определению абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат местоположения комплекса в плане в статическом режиме при геометрическом факторе PDOP не более 3 считать положительными, если для всех измерений значения абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) определения координат местоположения в плане в статическом режиме при геометрическом факторе PDOP не более 3 находятся в пределах ± 10 м.

11.3 Результаты поверки по определению диапазона и абсолютной погрешности измерений скорости движения ТС в зоне контроля считать положительными, если для всех измерений значения абсолютной погрешности измерений скорости движения ТС в зоне контроля находятся в пределах ± 2 км/ч в диапазоне от 2 до 300 км/ч.

11.4 Результаты поверки по определению абсолютной погрешности синхронизации ШВ двух фоторадарных блоков считать положительными, если для всех измерений значения абсолютной погрешности синхронизации ШВ двух фоторадарных блоков находятся в пределах ± 17 мс.

11.5 Результаты поверки по определению диапазона и абсолютной погрешности измерений скорости движения ТС на контролируемом участке дороги считать положительными, если для всех измерений значения абсолютной погрешности измерений скорости движения ТС на контролируемом участке дороги находятся в пределах ± 2 км/ч в диапазоне от 2 до 300 км/ч.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки комплекса подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца комплекса или лица, представившего его на поверку, на комплекс наносится знак поверки, и (или) выдается свидетельство о поверке комплекса, и (или) в паспорт вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

12.2 Результаты поверки оформляются в соответствии с приказом № 2510 от 31.07.2020 г. Минпромторга России.

Заместитель начальника НИО-10 – начальник
НИЦ ФГУП «ВНИИФТРИ»



Е.В. Рак