

УТВЕРЖДАЮ

Начальник ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИ МО РФ

В.И. Храменков

2002 г.

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор государственного
учреждения «Научно - производственное
объединение «Тайфун»

А.Д. Орлянский

2002 г.

КОМПЛЕКС МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ МК-15
С АНЕМОМЕТРОМ АКУСТИЧЕСКИМ

Методика поверки

Лист утверждения

МАЕК.416311.005Д-ЛУ

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора ГП
«ВНИИМ» им. Д.И. Менделеева

В.С. Александров

Начальник испытательной
лаборатории СИ военного
назначения ГУ НПО «Тайфун»

А.Ф. Ковалев

Гл. конструктор проекта

В.Т. Мильченко

Разработчик, конструктор 13 р

Н.В. Белкина

Нормоконтролер, инженер

Л.Н. Жарова

А.Ф. Ковалев С.А.

УТВЕРЖДЕН
МАЕК.416311.005Д-ЛУ

КОМПЛЕКС МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ МК-15
С АНЕМОМЕТРОМ АКУСТИЧЕСКИМ

Методика поверки

МАЕК. 416311.005Д

Количество листов 18

Содержание

1 Операции поверки.....	5
2 Средства поверки.....	6
3 Требования к квалификации поверителей.....	7
4 Требования безопасности.....	7
5 Условия поверки.....	7
6 Подготовка к поверке.....	8
7 Проведение поверки.....	8
8 Оформление результатов поверки.....	17

МАЕК.416311.005Д

Настоящая методика поверки распространяется на комплекс метеорологический МК-15 с анемометром акустическим МАЕК.416311.005 (далее – комплекс МК-15) и устанавливает методику первичной и периодической поверок.

Объектом поверки является комплекс МК-15, предназначенный для измерения вертикальной и горизонтальной составляющих скорости ветра, направления горизонтальной составляющей скорости ветра, температуры и относительной влажности воздуха, атмосферного давления, передачи информации по интерфейсу RS-232 в персональный компьютер ПК и отображения ее на экране монитора в цифровой и графической формах.

Межповерочный интервал – 1 год.

МАЕК.416311.005Д

1 Операции поверки

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

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2 Опробование	7.2	Да	Да
3 Определение метрологических характеристик комплекса МК-15	7.3	Да	Да
3.1 Канал измерения атмосферного давления	7.3.1	Да	Да
3.2 Канал измерения горизонтальной и вертикальной составляющих скорости ветра	7.3.2	Да	Да
3.3 Канал измерения направления ветра	7.3.3	Да	Да
3.4 Канал измерения температуры воздуха	7.3.4	Да	Да
3.5 Канал измерения относительной влажности воздуха	7.3.5	Да	Да

МАЕК.416311.005Д

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки каналов измерения метеорологических параметров должны применяться следующие эталонные средства измерения и вспомогательное оборудование:

КОЛ., шт.

Термометр сопротивления платиновый ПТС-10М ГОСТ Р51233-98, диапазон от минус 180 до 630 °С. 2 разряда.....	1
Компаратор Р3003. класс точности 0,0005.....	1
Катушка сопротивления Р321 ТУ25-04.3368-78. класс точности 0.01. 10.0 Ом.....	1
Приспособление угломерное Л54.040.000. диапазон 0-360 градусов. погрешность измерения ± 0.5 градуса.....	1
Барокамера БКМ - 0.07. диапазон от 500 до 1200 гПа.....	1
Барометр БРС-1М. диапазон от 600 до 1100 гПа. погрешность = 0.1 гПа.....	1
Горизонтальная аэродинамическая труба. диапазон задаваемых скоростей от 0.2 до 60 м/с. погрешность 1.5%.....	1
Приемник полного статического давления ПП. диапазон от 5 до 60 м.с. погрешность ± 1.5 %.....	1
Микроманометр МКВ-2500 ГОСТ 1161-84, класс точности 0.02. 2 разряда.....	1
Генератор влажного газа «Родник-2» 5К2.844.067ТУ. диапазон от 10 до 99 %. с погрешностью 0.5 %.....	1
Климатическая камера типа 3007 (Фабрика электрофизических приборов. ГДР. "FEUTRON". влажность 10-100 %. диапазон воспроизводимых температур от минус 40 до 100 С.....	1

Примечания

1 Допускается применение других эталонных средств измерений и вспомогательного оборудования, обеспечивающих определение метрологических характеристик комплекса МК-15 с требуемой точностью.

МАЕК.416311.005Д

2 Используемые при поверке эталонные средства измерений должны иметь действующие поверительные клейма или свидетельства о поверке.

3 Требования к квалификации поверителей

3.1 К проведению поверки комплекса МК-15 допускаются лица, аттестованные в установленном порядке в качестве поверителей с правом поверки гидрометеорологических комплексов МК-15, а также освоившие «Правила по технике безопасности при поверке и ремонте гидрометеорологических комплексов МК-15 и установок». Гидрометеоиздат, 1971 г.

4 Требования безопасности

4.1 Поверители должны быть ознакомлены с правилами по технике безопасности, производственной санитарии и противопожарной защите, действующими на предприятии.

4.2 Процесс проведения поверки не относится к вредным или особо вредным условиям труда.

5 Условия поверки

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$.
- относительная влажность воздуха от 45 до 80 %.
- атмосферное давление от 87 до 107 кПа.
- напряжение питания (220 ± 22) В, частотой (50 ± 1) Гц.

5.2 Поверка должна производиться в специальном лабораторном помещении при отсутствии пыли, паров кислот, щелочей, а также газов, вызывающих коррозию.

6 Подготовка к поверке

6.1 Перед проведением поверки необходимо выдержать комплекс МК-15 не менее 12 ч в условиях, указанных в 5.1.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие комплекса МК-15 следующим требованиям:

- комплекс МК-15 должен быть укомплектован в соответствии с МАЕК.416311.005ФО;
- не должно быть заметных на глаз вмятин, царапин и других повреждений корпусов блоков и датчиков.

7.2 Опробование

7.2.1 В процессе опробования проверяют работоспособность комплекса МК-15. Для этого соединить между собой составные части комплекса МК-15 при помощи кабелей в соответствии со схемой общей МАЕК.416311.005Э6.

7.2.2 Соединить корпуса БПВ, БЦ и ПК с контуром заземления.

7.2.3 Убедиться, что сетевой шнур источника питания не подключен к сетевой розетке. Сетевые выключатели персонального компьютера и монитора находятся в выключенном состоянии.

7.2.4 Подключить ПК, монитор и БПВ к сети переменного тока напряжением 220 В 50 Гц.

7.2.5 Включить сетевые выключатели персонального компьютера и монитора. Подождите, пока на экране монитора появится изображение.

МАЕК.416311.005Д

7.2.6 Запустить программу Asat95f.exe. Комплекс МК-15 готов к работе с момента запуска этой программы.

7.2.7 Включить сетевой шнур БП в сетевую розетку.

7.2.8 С этого момента оператор может контролировать работу комплекса МК-15 с помощью панели оператора, создаваемой программой Asat 95f.exe на экране монитора.

На жестком диске ПК начинает формироваться текстовый файл данных YYYYMMDD.akn (где YYYY – год, MM – месяц, DD – число).

7.2.9 Для выключения комплекса МК-15:

а) Нажать на клавиатуре клавишу <Esc>.

б) Отсоединить сетевой шнур БП из сетевой розетки.

в) Отключить сетевые выключатели ПК и монитора.

г) Отключить ПК, монитор и БП от сети переменного тока напряжением 220 В 50 Гц.

7.3 Определение метрологических характеристик комплекса МК-15

7.3.1 Определение метрологических характеристик канала измерения атмосферного давления

7.3.1.1 Разместить датчик атмосферного давления в барокамере.

Соединить между собой составные части комплекса МК-15 при помощи кабелей в соответствии со схемой общей МАЕК.416311.005Э6.

7.3.1.2 Подключить к барокамере эталонный измеритель атмосферного давления и датчик давления комплекса МК-15.

7.3.1.3 Определение метрологических характеристик проводить в точках 950, 970, 1000, 1050 гПа по 11 измерениям с интервалом 10-15 с. Запись результатов наблюдений вести разрешением в 0.05 гПа.

7.3.1.4 Во время измерений в точке необходимо обеспечивать временной тренд давления в барокамере не более 0.01 гПа/мин.

7.3.1.5 Вычислить средние арифметические значения атмосферного давления по эталону Рэ, в каждой точке диапазона по 7.3.1.3.

МАЕК.416311.005Д

$$\overline{P}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n P_{ij}^* \quad (1)$$

Вычислить разности:

$$\Delta P = |P_{ni} - P_{\Sigma i}| \quad (2)$$

где P_{ni} – показания канала давления в i -ой точке при i -ом отсчете, гПа.

7.3.1.6 Результат поверки считается положительным, если максимальная разность по формуле (2) любой из точек диапазона

$$\Delta P_{\max} \leq 0.8 \Delta p \quad (3)$$

при первичной поверке (при выпуске изделия или после ремонта) или

$$\Delta P_{\max} \leq \Delta p \quad (4)$$

при периодической поверке, где Δp – предел допускаемой погрешности по поверяемому каналу.

7.3.1.7 Результаты поверки канала измерения атмосферного давления считаются отрицательными при невыполнении условий формул (3) и (4).

В этом случае рассчитываются новые градуировочные коэффициенты с помощью программы Asat 3m.ini, которые вводятся в память ПК и проводится повторная поверка в соответствии с 7.3.1.1 – 7.3.1.6.

7.3.1.8 При повторных отрицательных результатах поверки комплекс МК-15 бракуется и направляется в ремонт, с отметкой в МАЕК.416311.005ФО.

7.3.2 Определение метрологических характеристик канала измерения горизонтальной и вертикальной составляющих скорости ветра

7.3.2.1 Для определения горизонтальной составляющей скорости ветра установить анемометр акустический на приспособление угломерное и разместить приспособление угломерное с анемометром акустическим в рабочей зоне аэродинамической трубы (далее – АТ), причем отклонение оси анемометра акустического относительно вертикали должно быть не более 1 градуса.

Совместить ориентир направления скорости ветра «Север» анемометра акустического с нулевой отметкой приспособления угломерного.

МЭК.416311.005Д

Соединить между собой составные части комплекса МК-15 при помощи кабелей в соответствии со схемой общей МЭК.416311.005Э6.

Включить АТ в соответствии с руководством по эксплуатации аэродинамической трубы.

Включить комплекс МК-15.

7.3.2.2 Последовательно устанавливая значения скорости воздушного потока в АТ 0,8; 5,0; 10,0; 20,0; 30,0; 40,0 м/с. и после выдержки в каждой точке не менее 2 мин. одновременно произвести отсчет по эталонному средству измерения $V_{\text{э}}$ и, включив комплекс МК-15, снять показания скорости ветра $V_{\text{в}}$ с монитора ПК (не менее 11 раз в каждой точке с интервалом около минуты между отсчетами).

Дополнительно регистрировать атмосферное давление в помещении, где находится аэродинамическая труба, температуру и относительную влажность воздуха внутри трубы.

7.3.2.3 Обработку результатов измерений производить следующим образом:

а) для каждого значения скорости воздушного потока, установленной в АТ, рассчитать:

- среднее значения эталонной скорости $V_{\text{э}}$ в каждой точке по формуле:

$$V_{\text{э}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_{\text{э}i} \quad (5)$$

- разность между показаниями анемометра акустического комплекса МК-15 в i -ой точке при i -ом отсчете и средним значением эталонной скорости:

$$\Delta V = |V_{\text{в}i} - V_{\text{э}i}| \quad (6)$$

- из полученного массива разностей, полученного согласно (6), выбрать максимальное значение ΔV_{max}

7.3.2.4 Результаты поверки считаются положительными, если максимальная разность по формуле (6) в любой точке горизонтальной составляющей скорости воздушного потока

$$\Delta V_{\text{max}} \leq 0,8 \Delta V_{\text{г}} \quad (7)$$

при первичной поверке (при выпуске изделия или после ремонта) или

$$\Delta V_{\text{max}} \leq \Delta V_{\text{г}} \quad (8)$$

при периодической поверке, где $\Delta V_{\text{г}}$ – предел допускаемой погрешности измерения горизонтальной составляющей скорости ветра.

7.3.2.5 Результаты поверки канала горизонтальной скорости ветра считаются отрицательными при невыполнении условий формул (7) или (8).

МАЕК.416311.005Д

В этом случае рассчитываются новые градуировочные коэффициенты с помощью программы Asat 3m.ini, которые вводятся в память ПК и проводится повторная поверка в соответствии с 7.3.2.1 – 7.3.2.4.

7.3.2.6 При повторных отрицательных результатах поверки комплекс МК-15 бракуется и направляется в ремонт, с отметкой в МАЕК.416311.005ФО.

7.3.2.7 Для определения вертикальной составляющей скорости ветра в диапазоне от минус 5.0 до 5.0 м/с выполнить операции 7.3.2.1.

7.3.2.8 Установить датчик скорости ветра под углом $\alpha = (30 \pm 1.5)$ град навстречу воздушному потоку.

7.3.2.9 Последовательно устанавливая значения вертикальной скорости воздушного потока по эталону АТ, которая функционально связана с горизонтальной скоростью воздушного потока в АТ соотношением:

$$W_y = V_x \cos \alpha \quad (9)$$

0.5; 1.0; 2.0; 5.0 м/с, и после выдержки в каждой точке не менее 2 мин, одновременно произвести отсчет по эталонному средству измерения W_{yi} и, включив комплекс МК-15, снять показания скорости ветра W_{yi} с монитора ПК (не менее 11 раз в каждой точке с интервалом около минуты между отсчетами).

7.3.2.10 Обработку результатов измерений производить следующим образом:

а) для каждого значения скорости воздушного потока, установленной в АТ, рассчитать:

- среднее значения эталонной скорости W_{yi} в каждой точке по формуле:

$$W_{yi} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n W_{yi} \quad (10)$$

- разность между показаниями анемометра акустического комплекса МК-15 в i -ой точке при j -ом отсчете и средним значением эталонной скорости:

$$\Delta W = |W_{yi} - W_{yi}| \quad (11)$$

- из полученного массива разностей, полученного согласно (11), выбрать максимальное значение $\Delta W_{\max}$

7.3.2.11 Результаты поверки считаются положительными, если максимальная разность по формуле (11) в любой точке вертикальной составляющей скорости воздушного потока

$$\Delta W_{\max} \leq 0.8 \Delta W_{\text{в}} \quad (12)$$

МАЕК.416311.005Д

при первичной поверке (при выпуске изделия или после ремонта) или

$$\Delta W_{\max} \leq \Delta W_{\text{в}} \quad (13)$$

при периодической поверке, где $\Delta W_{\text{в}}$ – предел допускаемой погрешности измерения вертикальной составляющей скорости ветра.

7.3.2.12 Результаты поверки канала вертикальной скорости ветра считаются отрицательными при невыполнении условий формул (12) или (13).

В этом случае рассчитываются новые градуировочные коэффициенты с помощью программы Asat 3m.ini, которые вводятся в память ПК и проводится повторная поверка в соответствии с 7.3.2.7 – 7.3.2.11.

7.3.2.13 При повторных отрицательных результатах поверки комплекс МК-15 бракуется и направляется в ремонт, с отметкой в МАЕК.416311.005ФО.

7.3.3 Определение метрологических характеристик канала измерения направления ветра

7.3.3.1 Установить анемометр акустический на приспособление угломерное и разместить приспособление угломерное с анемометром акустическим в центре рабочей зоны АТ, расположив его вертикальную ось перпендикулярно воздушному потоку.

Соединить между собой составные части комплекса МК-15 при помощи кабелей в соответствии со схемой общей МАЕК.416311.005Э6.

Включить комплекс МК-15.

7.3.3.2 Установить по эталону угол между направлением воздушного потока и ориентиром направления скорости ветра N анемометра акустического $\varphi = 0$ градусов. Установить скорость воздушного потока в АТ не менее 5 м/с. Выдержать анемометр акустический при данной скорости воздушного потока в течение 2-3 мин и произвести отсчет показаний канала направления ветра не менее 11 раз с интервалом 1 мин.

7.3.3.3 Измерения по 7.3.3.2 повторить при углах между направлением воздушного потока и ориентиром направления скорости ветра N анемометра акустического равных 90, 180, 270 и 359 градусов.

7.3.3.4 Обработку результатов измерений производить следующим образом.

Вычислить средние арифметические значения показаний анемометра акустического β_i при соответствующем угле φ и рассчитать разности

МАЕК.416311.005Д

$$\Delta \beta_i = | \beta_{i-1} - \phi_i | \quad (14)$$

7.3.3.5 Результаты поверки канала измерения направления ветра считаются положительными, если максимальная разность по формуле (14) из ряда $\Delta \beta_i$

$$\Delta \beta_{\max} \leq 0,8\Delta, \quad (15)$$

при первичной поверке (при выпуске изделия или после ремонта) или

$$\Delta \beta_{\max} \leq \Delta, \quad (16)$$

при периодической поверке, где Δ - предел допускаемой погрешности по каналу измерения направления ветра.

7.3.3.6 Результаты поверки канала направления скорости ветра считаются отрицательными при невыполнении условий формул (15) и (16).

В этом случае рассчитываются новые градуировочные коэффициенты с помощью программы Ascat 3m.ini, которые вводятся в память ПК и проводится повторная поверка в соответствии с 7.3.3.1 – 7.3.3.5.

7.3.3.7 При повторных отрицательных результатах поверки комплекс МК-15 бракуется и направляется в ремонт, с отметкой в МАЕК.416311.005ФО

7.3.4 Определение метрологических характеристик канала измерения температуры воздуха

7.3.4.1 Поместить датчики температуры комплекса МК-15 и образцовый термометр сопротивления ПТС-10 в пассивный термостат с вентилятором, разместить его в климатической камере. Соединить ПТС-10 с компаратором.

Соединить между собой составные части комплекса МК-15 при помощи кабелей в соответствии со схемой общей МАЕК.416311.005Э6.

7.3.4.2 Установить в климатической камере температуру $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$.

7.3.4.3 Выдержать при данном режиме датчик температуры комплекса МК-15 в течение времени, пока скорость изменения температуры в пассивном термостате не будет превышать величины $0,005^\circ\text{C}/\text{мин}$.

7.3.4.4 Включить комплекс МК-15.

МАН.416311.005Д

7.3.4.5 Одновременно снять показания по каналу температуры воздуха T_a с монитора ПК с периодичностью 10 с в течение 10 мин и показания по эталонному термометру T_3 каждую мин в течение 10 мин.

7.3.4.6 Вычисляются средние арифметические значения температуры воздуха по эталонному термометру T_3 и по каналу измерения температуры воздуха T_a .

Вычисляется разность:

$$\Delta T_a = |T_a - T_3| \quad (17)$$

7.3.4.7 Последовательно устанавливая температуру в климатической камере минус $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$, $(0 \pm 2)^\circ\text{C}$, $(50 \pm 2)^\circ\text{C}$, произвести операции по 7.3.4.3 – 7.3.4.6

7.3.4.8 Результаты поверки считаются положительными, если максимальная разность по (17) во всех точках диапазона

$$\Delta T_a \leq 0,8 \Delta_a \quad (18)$$

при первичной поверке (при выпуске изделия, после ремонта) или

$$\Delta T_a \leq \Delta_a \quad (19)$$

при периодической поверке, где Δ_a - предел допускаемой абсолютной погрешности канала измерения температуры воздуха.

7.3.4.9 Результаты поверки канала измерения температуры воздуха считаются отрицательными при невыполнении условий формул (18) и (19).

В этом случае рассчитываются новые градуировочные коэффициенты для данного канала с помощью программы Asat 3m.ini, которые вводятся в память ПК и проводится повторная поверка канала измерения температуры воздуха по 7.3.4.1 – 7.3.4.8.

7.3.4.10 При повторных отрицательных результатах поверки комплекс МК-15 бракуется и направляется в ремонт, с отметкой в МАН.416311.005ФО

7.3.5 Определение метрологических характеристик канала измерения относительной влажности

7.3.5.1 Установить датчик относительной влажности комплекса МК-15 (далее – датчик) в генератор влажного газа «Родник-2».

Включить комплекс МК-15.

МАЕК.416311.005Д

7.3.5.2 Установить в генераторе влажного газа температуру $(10 \pm 2)^\circ\text{C}$ и относительную влажность $(30 \pm 3)\%$.

7.3.5.3 Выдержать датчик в данных условиях пока скорость изменения его показателей не уменьшится до значения менее $0.1\%/ \text{мин}$.

Снять показания датчика (не менее 5) с интервалом 1 мин.

7.3.5.4 Провести измерения по 7.3.5.2. 7.3.5.3, устанавливая значения относительной влажности (50 ± 3) , (75 ± 3) и $(98 \pm 2)\%$.

7.3.5.5 Установить в генераторе влажного газа температуру $(30 \pm 2)^\circ\text{C}$. Снять показания по каналу измерения относительной влажности, соблюдая требования 7.3.5.3 при влажности (30 ± 3) , (50 ± 3) , (75 ± 3) и $(98 \pm 2)\%$.

7.3.5.6 Вычислить средние арифметические значения эталонной относительной влажности канала измерения относительной влажности H_i в каждой i -точке, установленных в генераторе влажного газа при (10 ± 2) и $(30 \pm 2)^\circ\text{C}$.

$$\bar{H}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n H_{ij} \quad (20)$$

Вычислить разности:

$$\Delta H_i = |H_{ij} - H_i| \quad (21)$$

где H_{ij} — показания канала относительной влажности в i -ой точке при j -ом отсчете.

7.3.5.7 Результаты поверки канала измерения относительной влажности воздуха считаются положительными, если максимальная разность по формуле (21) из ряда ΔH_i :

$$\Delta H_{\max} \leq 0,8 \Delta H \quad (22)$$

при первичной поверке (при выпуске изделия или после ремонта) или

$$\Delta H_{\max} \leq \Delta H \quad (23)$$

при периодической поверке, где ΔH — предел допускаемой погрешности по каналу измерения относительной влажности.

7.3.5.8 Результаты поверки канала измерения относительной влажности воздуха признаются отрицательными, при невыполнении условий формул (22) и (23).

В этом случае рассчитываются новые градуировочные коэффициенты для данного канала помощью программы Asat 3m.ini, которые вводятся в ПК и проводится повторная поверка канала по 7.3.5.1 – 7.3.5.7.

МАЕК.416311.005Д

7.3.5.9 При повторных отрицательных результатах поверки комплекс МК-15 бракуется и направляется в ремонт, с отметкой в МАЕК.416311.005ФО

8 Оформление результатов поверки

8.1 Если комплекс МК-15 по результатам поверки признан пригодным к применению, то на него выдается "Свидетельство о поверке" по форме, приведенной в ПР 50.2.006-94, приложение А и делается запись "Годеи" в подразделе "Поверка средств измерения" МЕК.416311.005ФО, с указанием даты поверки, даты следующей поверки, удостоверенными подписью поверителя и оттиском поверительного клейма.

8.2 В случае отрицательных результатов периодической поверки комплекса МК-15 выписывается "Извещение о непригодности" по форме ПР 50.2.006-94, приложение Б и делается запись в МАЕК.416311.005ФО о его непригодности с указанием о необходимости изъятия комплекса МК-15 из обращения и направления в ремонт с последующей градуировкой и поверкой.

[illegible][illegible]