

УТВЕРЖДАЮ

Зам. руководителя ГЦИ СИ
ФБУ «ЦСМ Московской области»,
директор Центрального отделения


С.Г. Рубайлов

“ 29 ” 04 2013 г.

Измерители иммитанса ПрофКИП Е7-14М, ПрофКИП Е7-20М,
ПрофКИП Е7-23М, ПрофКИП Е7-24М, ПрофКИП Е7-25М

Методика поверки 6686-022-66145830-2013 МП

Менделеево
Московская обл.
2013

Настоящая методика поверки распространяется на измерители иммитанса ПрофКИП Е7-14М, ПрофКИП Е7-20М, ПрофКИП Е7-23М, ПрофКИП Е7-24М, ПрофКИП Е7-25М (далее по тексту – приборы), предназначенные для автоматического измерения при синусоидальном напряжении комплексного сопротивления (импеданса Z), значения сопротивления резисторов (R), емкости (C), индуктивности (L), тангенса угла потерь (D), добротности (Q), фазового угла (Θ), и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – один год.

1 Операции поверки

1.1 При первичной и периодической поверке приборов выполняются операции, указанные в таблице 1.

1.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается и прибор бракуется.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7.1	Да	Да
Опробование	7.2	Да	Да
Определение метрологических характеристик	7.3	Да	Да
Определение погрешности установки частоты тестового сигнала	7.3.1	Да	Да
Определение погрешности установки уровня тестового сигнала	7.3.2	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерения сопротивления	7.3.3	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерения емкости	7.3.4	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерения индуктивности	7.3.5	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерения импеданса	7.3.6	Да	Нет

2 Средства поверки

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

2.2 Допускается применять другие средства измерений, обеспечивающие измерение значений соответствующих величин с требуемой точностью.

2.3 Все средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь действующие свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о государственной поверке.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и метрологические и основные технические характеристики средства поверки.
7.3.1	Частотомер ЧЗ-63/1, частотный диапазон 0,1 Гц – 1500 МГц, погрешность измерения $\pm 5 \cdot 10^{-7}$
7.3.2	Вольтметр цифровой универсальный В7-78/1, диапазон от 0 до 1050 В, погрешность $\pm 0,09$ %
7.3.3	Меры сопротивления Е1-5, диапазон от 1 Ом до 10 кОм, класс точности 0,1 Магазин сопротивлений Р4002, диапазон 10^4 - 10^8 Ом, класс точности 0,05
7.3.4	Меры емкости Р597, диапазон от 0,01 пФ до 1 мкФ, погрешность от 0,018 до 0,064 %
7.3.5	Меры индуктивности Р596, диапазон от 1 мкГн до 1 Гн, класс точности от 0,05 до 1,5
7.3.6	Магазин сопротивлений Р4830/1, диапазон от 10^{-2} до 10^4 Ом, погрешность (0,004 – 0,022) %

3 Требования к квалификации поверителей

3.1 К проведению поверки могут быть допущены лица, аттестованные в качестве поверителя и имеющие практический опыт работ в области электротехнических и радиотехнических измерений.

4 Требования безопасности

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться все требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80.

5 Условия поверки

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие требования:

- температура окружающей среды $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа (630 – 795 мм рт. ст.).

6 Подготовка к поверке

6.1. Поверитель должен изучить руководство по эксплуатации (РЭ) поверяемого прибора и используемых средств поверки.

6.2. Поверяемый прибор и используемые средства поверки должны быть заземлены и выдержаны во включенном состоянии в течение времени, указанного в РЭ.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра проверяются:

- сохранность пломб;
- чистота и механическая исправность разъемов и гнезд;
- наличие предохранителей;
- отсутствие механических повреждений корпуса и ослабления крепления элементов конструкции (определяется на слух при наклонах прибора);
- сохранность органов управления, четкость фиксации их положения;
- комплектность прибора согласно РЭ.

Приборы, имеющие дефекты, бракуют.

7.2 Опробование

Опробование проводится после времени самопрогрева, равного 10 мин после включения питания прибора.

Проверяется работоспособность о дисплея и клавиш управления; режимы, отображаемые на дисплее, при нажатии соответствующих клавиш, должны соответствовать руководству по эксплуатации.

7.3 Определение метрологических параметров.

7.3.1 Определение погрешности установки частоты тестового сигнала

7.3.1.1 Подсоединить измерительные кабели LCR001 к поверяемому прибору: два штекера к BNC гнездам LS и LD и два штекера – к BNC гнездам HD и HS.

7.3.1.2 Выполнить в соответствии с Руководством по эксплуатации калибровку нуля разомкнутой и замкнутой измерительной цепи прибора. Для калибровки разомкнутой цепи два зажима кабелей расположить на расстоянии друг от друга, для калибровки замкнутой цепи соединить оба зажима.

Калибровку выполнить для всех частот тестового сигнала прибора, для этого нажать кнопку F1, выбрать пункт меню MODE и режим SWEEP (для E7-14M/24M/25M), чтобы автоматически выполнить калибровку на всех 8 частотах тестового сигнала. Нажать кнопку F2 при разомкнутых измерительных зажимах, чтобы запустить процесс калибровки нуля в разомкнутой цепи. Ход процесса при этом будет отображаться в нижней части экрана. Когда процесс закончится, на экране появится сообщение PASS. Нажимать кнопку F5 для выхода из этого меню.

7.3.1.3 Нажать кнопку F3, чтобы запустить процесс калибровки нуля короткозамкнутой электрической цепи, при этом в цепь измерительного контура вставляют короткий проводник с низким сопротивлением. Ход процесса отображается в нижней части экрана и после его успешного завершения появится сообщение PASS.

7.3.1.4 Для приборов E7-20M/23M процесс калибровки нуля при разомкнутой измерительной цепи выполнять так. Нажать кнопку MENU, чтобы войти в интерфейс обнуления. На экране дисплея появится мигающая надпись OPEN и под ней CLEAR. Нажать кнопку ENTER, чтобы запустить процесс калибровки, ход которого будет отображаться в нижней части экрана. После успешного завершения процесса появится надпись PASS.

После короткого замыкания измерительной цепи снова нажать кнопку MENU, чтобы войти в интерфейс обнуления. На экране дисплея появится мигающая надпись SHORT и под ней CLEAR. Нажать кнопку ENTER, чтобы запустить процесс калибровки, ход которого будет отображаться в нижней части экрана. После успешного завершения процесса появится надпись PASS. Снова нажать кнопку MENU, чтобы выйти из меню калибровки нуля.

7.3.1.5 На поверяемом приборе нажать комбинированную функциональную кнопку [0/FREQ] (для E7-14M/24M/25M), кнопку [8/FREQ] (для E7-20M/23M), чтобы выбрать частоту тестового сигнала. Значения частоты ввести с цифровой клавиатуры, используя в качестве единицы измерения кГц, после чего нажать клавишу ENTER. Проверить весь спектр частот от 100 Гц до 100 кГц (для E7-14M/20M/23M), от 50 Гц до 200 кГц для E7-24M, от 20 Гц до 300 кГц для E7-25M.

7.3.1.6 Подключить к зажимам измерительных кабелей поверяемого прибора частотомер ЧЗ-63/1, на поверяемом приборе установить частоту тестового сигнала 0,020 кГц и измерить ее частотомером. Значение частоты можно ввести с точностью до пятого знака после запятой. Результаты измерения занести в таблицу 3.

7.3.1.7 Повторить операции по пунктам 7.3.1.5, 7.3.1.6 для всех частот таблицы 3, выбирая для каждой модели поверяемого прибора свой диапазон частот в соответствии с руководством по эксплуатации.

Т а б л и ц а 3

Значение установленной частоты	Значение измеренной частоты	Нижний предел	Верхний предел
20 Гц		19,996	20,004

50 Гц		49,990	50,010
100 Гц		99,980	100,020
120 Гц		99,976	100,024
1,000 кГц		0,9998	1,0002
10,000 кГц		9,998	10,002
20,000 кГц		19,996	20,004
40,000 кГц		39,992	40,008
50,000 кГц		49,990	50,010
100,000 кГц		99,980	100,020
200,000 кГц		199,960	200,040
300,000 кГц		299,940	300,060

Результаты поверки считать положительными, если показания частотомера укладываются в пределы, указанные в таблице 3.

7.3.2 Определение погрешности установки уровня тестового сигнала

7.3.2.1 Подсоединить измерительные кабели LCR001 к поверяемому прибору: два штекера к BNC гнездам LS и LD и два штекера – к BNC гнездам HD и HS.

7.3.2.2 Выполнить в соответствии с руководством по эксплуатации калибровку нуля разомкнутой и замкнутой измерительной цепи прибора (7.3.1.2 – 7.3.1.4).

7.3.2.3 На поверяемом приборе в соответствии с руководством по эксплуатации выбрать уровень тестового сигнала посредством комбинированной функциональной кнопки [1/VOL] (для E7-14M/24M/25M) или [9/LEVEL] (только для E7-20M/23M). Проверить весь диапазон уровней: 0,1 В; 0,3 В и 1,0 В для E7-14M/20M/23M; от 0,01 В до 2,0 В для E7-24M и E7-25M. Значение уровня вводить с цифровой клавиатуры в В, затем нажать ENTER.

7.3.2.4 Подключить к зажимам измерительных кабелей прибора вольтметр В7-78/1, на поверяемом приборе установить уровень тестового сигнала 0,1 В и измерить его вольтметром. Результаты измерения занести в таблицу 4.

7.3.2.5 Повторить операции по пунктам 7.3.2.3, 7.3.2.4 для других значений уровня тестового сигнала в соответствии с таблицей 4.

7.3.2.8 Для других модификаций приборов серии E7 операции поверки проводятся в том же порядке в соответствии с таблицей 4.

Т а б л и ц а 4

Значение установленного уровня, В	Значение измеренного уровня, В	Нижний предел, В	Верхний предел, В
E7-14M, E7-20M			
0,1		0,09	0,11
0,3		0,27	0,33
1,0		0,9	1,1
E7-23M			
0,1		0,09	0,11
0,3		0,27	0,33
1,0		0,9	1,1
E7-24M, E7-25M			
0,1		0,088	0,112
0,3		0,268	0,332
1,0		0,898	1,102
1,5		1,348	1,652
2,0		1,798	2,202

Результаты поверки считать положительными, если показания вольтметра укладываются в пределы, указанные в таблице 4.

7.3.3 Определение абсолютной погрешности измерения сопротивления

7.3.3.1 Определение абсолютной погрешности измерения сопротивления производится с помощью мер сопротивления и магазина сопротивлений с малой погрешностью. Перед проведением измерений выполнить калибровки нуля с замкнутой и разомкнутой измерительными цепями по пунктам 7.3.1.2 – 7.3.1.4.

7.3.3.2 Выбрать на поверяемом приборе в соответствии с руководством по эксплуатации необходимый эквивалентный контур: для значений сопротивления менее 10 Ом выбирать последовательный эквивалентный контур, для значений сопротивления более 10 кОм выбирать параллельный эквивалентный контур, для промежуточных значений – в зависимости от условий измерений. Для приборов E7-14M/24M/25M контур выбирать с помощью клавиши F4, для E7-20M, E7-23M – с помощью клавиши EQU.

7.3.3.3. Подсоединить измерительные кабели к мере сопротивления 1 Ом. Поверяемый прибор должен автоматически выбрать измерительную функцию R-Q и необходимый диапазон измерения из шести-девяти возможных. При ручном режиме работы измеряемая пара величин (основная величина и дополнительная) выбирается с помощью клавиши F3 (E7-14M/24M/25M) и PARA (E7-20M, E7-23M), а диапазон измерений с помощью кнопки [•/R.H]. Диапазон измерений отображается на экране дисплея в виде «R.A:X», где X обозначает номер диапазона. Чтобы поменять вручную номер измерительного диапазона, необходимо нажать цифровую кнопку (от 0 до 5 для E7-20M, E7-23M и от 0 до 8 для E7-14M/24M/25M) и нажать клавишу ENTER. Выбрать скорость измерений SLOW с помощью кнопки F1 (для E7-14M/24M/25M) или кнопки 7/SPEED (для E7-20M, E7-23M).

7.3.3.4 Измерения проводить на частоте тестового сигнала 1 кГц и напряжении 1 В (сопротивление 1 МОм измерять на минимальной частоте тестового сигнала). Соответствующие показания дисплея прибора заносить во второй столбец таблицы 5.

7.3.3.5 Выполнить измерения по пунктам 7.3.3.3, 7.3.3.4 для других значений сопротивления меры в соответствии с таблицей 5.

7.3.3.6 Для других модификаций приборов серии E7 операции поверки проводятся в том же порядке в соответствии с таблицей 5.

Т а б л и ц а 5

Значение сопротивления меры	Показания дисплея прибора	Нижний предел	Верхний предел
E7-20M, E7-23M			
100 Ом		99,785 Ом	100,215 Ом
1 кОм		0,9979 кОм	1,0021 кОм
10 кОм		9,979 кОм	10,021 кОм
100 кОм		99,785 кОм	100,215 кОм
1 МОм		0,886 МОм	1,114 МОм
E7-14M			
10 Ом		9,8026 Ом	10,1974 Ом
100 Ом		99,874 Ом	100,126 Ом
1 кОм		0,9964 кОм	1,0036 кОм
10 кОм		9,9734 кОм	10,0262 кОм
100 кОм		99,738 кОм	100,262 кОм
1 МОм		0,999 МОм	1,001 МОм
E7-24M, E7-25M			
100 Ом		99,898 Ом	100,102 Ом
1 кОм		0,999 кОм	1,001 кОм
10 кОм		9,98986 кОм	10,01014 кОм

100 кОм		99,889 кОм	100,111 кОм
1 МОм		0,9969 МОм	1,0031 МОм

Результаты поверки считать положительными, если показания поверяемого прибора укладываются в пределы, указанные в таблице 5.

7.3.4 Определение абсолютной погрешности измерения емкости

7.3.4.1 Определение абсолютной погрешности измерения емкости производить с помощью мер емкости. Перед проведением измерений выполнить калибровки нуля с замкнутой и разомкнутой измерительными цепями по пунктам 7.3.1.2 – 7.3.1.4.

7.3.4.2 Выбрать на поверяемом приборе в соответствии с руководством по эксплуатации необходимый эквивалентный контур: для значений импеданса менее 10 Ом выбирать последовательный эквивалентный контур, для значений импеданса более 10 кОм выбирать параллельный эквивалентный контур, для промежуточных значений – в зависимости от условий измерений. Для приборов E7-14M/24M/25M контур выбирать с помощью клавиши F4, для E7-20M, E7-23M – с помощью клавиши EQU.

7.3.4.3 Подсоединить измерительные кабели к мере емкости. Поверяемый прибор должен автоматически выбрать измерительную функцию L/Q и необходимый диапазон измерения из шести-девяти возможных. При ручном режиме работы измеряемая пара величин (основная величина и дополнительная) выбирать с помощью клавиши F3 (E7-14M/24M/25M) и PARA (E7-20M, E7-23M), а диапазон измерений с помощью кнопки [•/R.H]. Диапазон измерений отображается на экране дисплея в виде «R.A:X», где X обозначает номер диапазона. Чтобы поменять вручную номер измерительного диапазона, необходимо нажать цифровую кнопку (от 0 до 5 для E7-20M, E7-23M и от 0 до 8 для E7-14M/24M/25M) и нажать клавишу ENTER. Выбрать скорость измерений SLOW с помощью кнопки F1 (для E7-14M/24M/25M) или кнопки 7/SPEED (для E7-20M, E7-23M).

7.3.4.4 Измерения проводить на частоте тестового сигнала 1 кГц и уровне тестового сигнала 1 В. Устанавливать значения емкости меры в соответствии с таблицей 6, соответствующие показания испытываемого прибора заносить во второй столбец таблицы 6.

Т а б л и ц а 6

Значение емкости меры	Показания дисплея прибора	Нижний предел	Верхний предел
E7-14M			
1 нФ		0,98747 нФ	1,01253 нФ
10 нФ		9,97935 нФ	10,02015 нФ
100 нФ		99,7981 нФ	100,2019 нФ
1 мкФ		0,998 мкФ	1,002 мкФ
E7-20M, E7-23M			
100 пФ		93,25 пФ	106,75 пФ
1 нФ		0,9875 нФ	1,0125 нФ
10 нФ		9,8875 нФ	10,1125 нФ
100 нФ		98,8875 нФ	101,1125 нФ
1 мкФ		0,98875 мкФ	1,01125 мкФ
E7-24M, E7-25M			
1 нФ		0,98826 нФ	1,01174 нФ
10 нФ		9,9898 нФ	10,0102 нФ
100 нФ		99,8995 нФ	100,1005 нФ
1 мкФ		0,99899 мкФ	1,00101 мкФ

Результаты поверки считать положительными, если показания дисплея прибора укладываются в пределы, указанные в таблице 6.

7.3.5 Определение абсолютной погрешности измерения индуктивности

7.3.5.1 Определение абсолютной погрешности измерения индуктивности производить с помощью мер индуктивности. Перед проведением измерений выполнить калибровки нуля с замкнутой и разомкнутой измерительными цепями по пунктам 7.3.1.2 – 7.3.1.4.

7.3.5.2 Выбрать на поверяемом приборе в соответствии с руководством по эксплуатации необходимый эквивалентный контур: для значений импеданса менее 10 Ом выбирать последовательный эквивалентный контур, для значений импеданса более 10 кОм выбирать параллельный эквивалентный контур, для промежуточных значений – в зависимости от условий измерений. Для приборов E7-14M/24M/25M контур выбирать с помощью клавиши F4, для E7-20M, E7-23M – с помощью клавиши EQU.

7.3.5.3 Подсоединить измерительные кабели к мере индуктивности. Поверяемый прибор должен автоматически выбрать измерительную функцию C/D и необходимый диапазон измерения из шести-девяти возможных. При ручном режиме работы измеряемая пара величин (основная величина и дополнительная) выбирать с помощью клавиши F3 (E7-14M/24M/25M) и PARA (E7-20M, E7-23M), а диапазон измерений с помощью кнопки [•/R.H]. Диапазон измерений отображается на экране дисплея в виде «R.A:X», где X обозначает номер диапазона. Чтобы поменять вручную номер измерительного диапазона, необходимо нажать цифровую кнопку (от 0 до 5 для E7-20M, E7-23M и от 0 до 8 для E7-14M/24M/25M) и нажать клавишу ENTER. Выбрать скорость измерений SLOW с помощью кнопки F1 (для E7-14M/24M/25M) или кнопки 7/SPEED (для E7-20M, E7-23M).

7.3.5.4 Измерения проводить на частоте тестового сигнала 1 кГц и уровне тестового сигнала 1 В. Устанавливать значения индуктивности меры в соответствии с таблицей 7, соответствующие показания испытываемого прибора заносить во второй столбец таблицы 7.

Т а б л и ц а 7

Значение индуктивности меры	Показания дисплея прибора	Нижний предел	Верхний предел
E7-14M			
1 мГн		0,9465 мГн	1,0535 мГн
10 мГн		9,89 мГн	10,11 мГн
100 мГн		99,582 мГн	100,418 мГн
1 Гн		0,9961 Гн	1,0039 Гн
E7-20M, E7-23M			
10 мкГн		7,609 мкГн	12,391 мкГн
100 мкГн		97,024 мкГн	102,976 мкГн
1 мГн		0,9948 Гн	1,0052 мГн
10 мГн		9,9662 мГн	10,0338 мГн
100 мГн		99,672 мГн	100,328 мГн
1 Гн		0,9969 Гн	1,0031 Гн
E7-24M, E7-25M			
10 мкГн		9,709 мкГн	10,291 мкГн
100 мкГн		99,025 мкГн	100,975 мкГн
1 мГн		0,99658 мГн	1,00342 мГн
10 мГн		9,9767 мГн	10,0233 мГн
100 мГн		99,768 мГн	100,232 мГн
1 Гн		0,9978 Гн	1,0022 Гн

Результаты поверки считать положительными, если показания дисплея укладываются в пределы, указанные в таблице 7.

7.3.6 Определение абсолютной погрешности измерения импеданса

7.3.6.1 Определение основной относительной погрешности измерения импеданса (полного комплексного сопротивления) производится с помощью составных мер емкости P597 и магазина сопротивлений P4830/1, включенных последовательно. Перед проведением измерений выполнить калибровку нуля с замкнутой и разомкнутой измерительными цепями по пунктам 7.3.1.2 – 7.3.1.4.

7.3.6.2 Выбрать на поверяемом приборе в соответствии с руководством по эксплуатации необходимый эквивалентный контур: для значений импеданса менее 10 Ом выбирать последовательный эквивалентный контур, для значений импеданса более 10 кОм выбирать параллельный эквивалентный контур, для промежуточных значений – в зависимости от условий измерений. Для приборов E7-14M/24M/25M контур выбирать с помощью клавиши F4, для E7-20M, E7-23M – с помощью клавиши EQU.

7.3.6.3 Подсоединить измерительные кабели к мере индуктивности. Поверяемый прибор должен автоматически выбрать измерительную функцию Z/θ и необходимый диапазон измерения из шести-десяти возможных. При ручном режиме работы измеряемая пара величин (основная величина и дополнительная) выбирать с помощью клавиши F3 (E7-14M/24M/25M) и PARA (E7-20M, E7-23M). Диапазон измерений с помощью кнопки [•/R.H]. Диапазон измерений отображается на экране дисплея в виде «R.A:X», где X обозначает номер диапазона. Чтобы поменять вручную диапазон измерительного диапазона, необходимо нажать цифровую кнопку (от 0 до 5 для E7-20M, E7-23M и от 0 до 8 для E7-14M/24M/25M) и нажать клавишу ENTER. Выбрать скорость измерений SLOW с помощью кнопки F1 (для E7-14M/24M/25M) или кнопки 7/SPEED (для E7-20M, E7-23M).

7.3.6.4 Измерения проводить на частоте тестового сигнала 1 кГц и уровне тестового сигнала 1 В. Установить значения индуктивности меры в соответствии с таблицей 8, соответствующие показания поверяемого прибора заносить в третий столбец таблицы 8.

Т а б л и ц а 8

Значение компонентов составной меры	Номинальное значение	Показания дисплея прибора	Нижний предел	Верхний предел
E7-14M				
C=10 нФ R=5 кОм	16000 Ом		16198 Ом	17166 Ом
C=100 нФ R=5 кОм	5200 Ом		5031 Ом	5463 Ом
C=100 нФ R=10 кОм	10000 Ом		10099,7 Ом	10152,3 Ом
E7-20M, E7-23M				
C=1 нФ R=5 кОм	15920 Ом		142937 Ом	175529 Ом
C=10 нФ R=5 кОм	16000 Ом		16505 Ом	16859 Ом
C=100 нФ R=5 кОм	5200 Ом		5230 Ом	5264 Ом
C=100 нФ R=10 кОм	10000 Ом		9917 Ом	10335 Ом
E7-24M, E7-25M				
C=10 нФ R=5 кОм	16000 Ом		16631 Ом	16733 Ом
C=100 нФ R=5 кОм	5200 Ом		5231 Ом	5263 Ом

C=100 нФ R=10 кОм	1011	10110 Ом	10142 Ом
----------------------	------	----------	----------



Результаты проверки считаются положительными, если показания дисплея прибора укладываются в пределы, указанные в таблице 8.

8 Оформление результатов поверки

8.1 Результаты измерений, полученные в процессе поверки, заносят в протокол произвольной формы.

8.2 При положительных результатах поверки на прибор выдается "Свидетельство о поверке" установленного образца.

8.3 При отрицательных результатах поверки на прибор выдается "Извещение о непригодности" установленного образца с указанием причин непригодности.

Нач. отдела ФБУ «ЦСМ» Московской области  Н.Н. Здориков
 Вед. инженер ФБУ «ЦСМ» Московской области  В.В. Кубышкин