ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ (ВНИИМС)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ПО ОРГАНИЗАЦИИ, РАСЧЕТУ СОСТАВА, ОБОРУДОВАНИЯ И ПОМЕЩЕНИЙ ПОВЕРОЧНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ОРГАНОВ ВЕДОМСТВЕННЫХ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ СЛУЖБ

МИ 15—74

МОСКВА — 1982

gost.e-ecolog.ru

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ПО ОРГАНИЗАЦИИ, РАСЧЕТУ СОСТАВА, ОБОРУДОВАНИЯ И ПОМЕЩЕНИЙ ПОВЕРОЧНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ОРГАНОВ ВЕДОМСТВЕННЫХ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ СЛУЖБ

МИ 15—74

Настоящие методические указания содержат основные положения, исходные нормативные данные и методику расчета для обоснования решения об организации поверочных подразделений метрологических служб предприятий (организаций) для обеспечения ведомственной поверки средств измерений в соответствии с требованиями ГОСТ 8.002—71, расчета их состава, оборудования и помещений.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ПОВЕРОЧНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ОРГАНОВ ВЕДОМСТВЕННЫХ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ СЛУЖБ

1.1. Поверочные подразделения создают в составе метрологической службы предприятия (организации) для проведения ведомственной поверки средств измерений в соответствии с пп. 2.8—2.10, 3.1.1, 3.1.4, 3.3.1, 3.3.3—3.3.8 ГОСТ 8.002—71.

1.2. Основой для принятия решения о создании поверочных подразделений в составе метрологической службы предприятия (организации) является оценка технико-экономической целесообразности обеспечения поверки всей или части номенклатуры средств измерений, подлежащих ведомственной поверке, силами метрологической службы предприятия.

При проведении такой оценки учитывают:

соотношение финансовых затрат предприятия (организации) при условии обеспечения поверки средств измерений в органах Госстандарта с затратами на создание и содержание поверочных подразделений метрологической службы предприятия (организации);

требуемую оперативность поверки средств измерений;

реальные возможности обеспечения необходимой материально-технической базы для поверочных подразделений (помещение, образцовое и поверочное оборудование);

Переиздание. Ноябрь 1980 г.

© Издательство стандартов, 1982

необходимость проведения работ по обеспечению контроля за правильностью выполнения контрольно-измерительных операций на данном производстве.

1.2.1. Финансовые затраты за 1 год на обеспечение поверки средств измерений в органах Госстандарта определяют как сумму

$$З_г = С_г + Т_р + Р_{оф}, \quad (1)$$

где $С_г$ — сумма государственных сборов, выплачиваемых органу Госстандарта за поверку средств измерений;

$Т_р$ — расходы, связанные с транспортированием средств измерений на поверку и после поверки и вызовом государственного поверителя;

$Р_{оф}$ — расходы, связанные с содержанием обменного фонда средств измерений, необходимого для замены средств измерений, находящихся в поверке.

1.2.2. Финансовые затраты за 1 год на обеспечение поверки средств измерений силами поверочных подразделений метрологической службы предприятия (организации) определяют как сумму

$$С_в = А_о + Р_э + Р_п + Р_р + Ф_{зп}, \quad (2)$$

где $А_о$ — амортизационные отчисления от стоимости образцовых средств измерений и другого поверочного оборудования, входящего в основные фонды предприятия (организации);

$Р_э$ — расходы, связанные с содержанием и эксплуатацией образцовых средств измерений и другого поверочного оборудования поверочных подразделений;

$Р_п$ — расходы, связанные с содержанием помещений поверочных подразделений;

$Р_р$ — расходы, связанные с подготовкой ведомственных поверителей;

$Ф_{зп}$ — фонд заработной платы работников поверочных подразделений.

1.2.3. При необходимости крупных первоначальных затрат на приобретение образцовых средств измерений и другого поверочного оборудования, а также подготовку помещений для поверочных работ важным элементом технико-экономической оценки является определение времени окупаемости этих затрат ($В_о$), которое может быть определено следующим отношением

$$В_о = \frac{З_п}{З_г - С_в}, \quad (3)$$

где $З_п$ — первоначальные затраты на создание поверочных подразделений;

$З_г$ и $С_в$ — см. формулы (1) и (2).

1.2.4. В тех случаях, когда необходимо поверить средства измерений, применяемые на предприятии (в организации), через

короткие межповерочные интервалы, делающие невозможным направление средств измерений на поверку в орган Госстандарта, а также если нельзя изъять средства измерений из эксплуатации на длительный срок для их поверки, создание поверочных подразделений в составе метрологической службы предприятия (организации) будет необходимым для обеспечения требуемой оперативности поверки и при отсутствии явной финансовой экономии.

Конечный технико-экономический эффект в этом случае проявится через улучшение контроля и управления технологическими процессами, повышение качества продукции, повышение эффективности производства.

2. РАСЧЕТ ЧИСЛЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ ПОВЕРОЧНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ (ПОВЕРИТЕЛЕЙ)

2.1. Численность поверителей определяют номенклатурой и числом применяемых на предприятии средств измерений, подлежащих ведомственной поверке, и периодичностью их поверки.

2.2. Численность поверителей предприятия может быть рассчитана на основе среднего времени в часах на поверку одного средства измерения (см. приложение 1).

Примечание. Если расчет выполняют для предприятия, имеющего подразделения ведомственного надзора за измерительной техникой, целесообразно указанное среднее время уточнить на основании опыта работы этих подразделений.

Численность поверителей определяют по формуле

$$N = N_{лу} + N_т + N_р + N_э + \ldots + N_т, \qquad (1)$$

где $N_{лу}$ — численность поверителей по линейно-угловым измерениям;

$N_т$ — численность поверителей по теплотехническим измерениям;

$N_э$ — численность поверителей по электротехническим измерениям;

$N_р$ — численность поверителей по радиотехническим измерениям и т. д.

Численность поверителей по каждому виду измерений определяют по формуле

$$N_п = \frac{\sum^{m} [t(n_п + n_р + n_в)]}{T}, \qquad (2)$$

где m — число групп средств измерений;

t — время поверки одного средства измерения определенной группы в соответствии с приложением 1;

$n_п$ — число поверок средств измерений соответствующей группы по приложению 1, подлежащих периодической поверке. Определяют как произведение общего числа средств измерений данного типа (Q) на число поверок в год (n) $n_п = Q \cdot n$;

$n_р$ — число средств измерения, подлежащих поверке после ремонта. Определяют исходя из среднегодовой нормы ремонта средств измерений, которая составляет 20—25% общего числа средств измерений, находящихся в эксплуатации.

Примечание. Этот процент необходимо уточнить на основании опыта работы поверочных подразделений метрологических служб предприятий;

$n_в$ — число внеочередных поверок, средств измерений определенного типа, равное 25—30% числа периодических поверок ($n_п$). При наличии опыта работы метрологической службы предприятия этот процент целесообразно уточнить по данным за 2—3 года;

T — фонд рабочего времени, планируемый на год на одного поверителя, определяемый из выражения

$$T = T_к(1-n), \qquad (3)$$

где $T_к$ — календарный годовой фонд рабочего времени;

n — плановые потери рабочего времени в часах. На основании существующего опыта n принимают равным 0,09.

3. РАСЧЕТ ОСНАЩЕНИЯ ПОВЕРОЧНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ОБРАЗЦОВЫМИ СРЕДСТВАМИ ИЗМЕРЕНИЙ И ПОВЕРОЧНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

3.1. При оснащении поверочных подразделений образцовыми средствами измерений и поверочным оборудованием необходимо исходить из наличия средств измерений, подлежащих поверке.

3.2. Номенклатуру образцовых средств измерений и поверочного оборудования определяют в соответствии с требованиями нормативно-технических документов (стандартов, инструкций, методических указаний Госстандарта ведомственных методик и т. п.) по поверке средств измерений.

3.3. Необходимое число однотипных поверочных установок в штат поверителей в случае неравномерного поступления средств измерений на поверку следует рассчитывать на основе «Методики расчета оптимального числа поверочных установок» (см. приложение 2).

3.4. В тех случаях, когда наличие средств измерений, подлежащих поверке, не обеспечивает полной загрузки поверочного оборудования, решение о его приобретении необходимо принимать с учетом:

соотношения стоимости поверки средств измерений в органах Госстандарта и затрат на приобретение оборудования и обеспечение поверки предприятием;

возможности изъятия средств измерений из эксплуатации для направления их на поверку в органы Госстандарта;

сокращения затрат на приобретение дублирующих средств измерений.

4. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ПОМЕЩЕНИЯМ ПОВЕРОЧНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ

4.1. Поверочные подразделения должны быть размещены в отдельном здании или в изолированных помещениях общих зданий, расположенных вдали от источников вибрации, шума с уровнем выше 90 дБ, радио- и электропомех (машины, электросварочное оборудование и др.).

Примечание. Допустимые расстояния поверочных помещений до источников шума и вибрации должны быть уточнены в каждом отдельном случае в зависимости от вида поверочных работ и местных условий.

4.2. Площадь помещений для поверочных подразделений определяют из расчета 10—12 м^2 на одного работающего.

В тех случаях, когда один работающий обслуживает неодновременно 2—3 установки, площадь можно определить из расчета 4,5—6 м^2 на одно рабочее место (установку).

4.3. Поверочные подразделения целесообразно располагать в помещениях с окнами на север. Если это условие выполнить невозможно, то необходимо предусмотреть устройство зашторивания окон.

4.4. Помещения поверочных подразделений должны быть сухими, чистыми и изолированными от химико-физических лабораторий, электролитических цехов и других производственных участков, могущих служить источниками проникания пыли, агрессивных паров и газов. Не допускается проводить через поверочные помещения паро-газопровод, фановые трубы и т. д.

4.5. В помещениях должна быть обеспечена постоянная температура +20°С. Допустимые отклонения от этой температуры должны соответствовать требованиям стандартов на методы и средства поверки.

Относительная влажность должна быть в зависимости от характера выполняемых работ в пределах 40—80%.

В тех случаях, когда отклонение от нормальной температуры (20°С) не должно превышать ±2—3°С, в помещениях устанавливают терморегулирующие устройства для поддерживания постоянной температуры.

4.6. Коэффициент естественной освещенности на поверхности лабораторного стола следует принимать 1,50. Для работы в вытяжном шкафу этот коэффициент допускается принимать равным 1,0—0,75.

4.7. Искусственное освещение помещений должно быть рассеянным. Освещенность на уровне рабочего места должна быть не ниже 150 лк при лампах накаливания и 30 лк при люминесцентных лампах.

4.8. Стены помещений должны быть окрашены масляной краской светлых тонов на 3/4 высоты. Остальную часть стен и потолок окрашивают белой прочной краской, допускающей протирку от пыли.

Полы, кроме помещений со специальными требованиями к покрытию полов, рекомендуется покрывать линолеумом, релином, пластиком или паркетом.

Примечание. В помещении, где проводят поверку средств радио- и электроизмерений и электронной аппаратуры, предусматривают устройство для снятия статических зарядов.

4.9. Образцовые средства измерений и поверочные установки должны быть удалены от отопительных, нагревательных установок и источников вредных излучений на расстояние, исключающее их прямое воздействие или экранированы от них.

4.10. Специальные требования к помещениям для поверки отдельных видов средств измерений

4.10.1. Помещения для поверки средств измерений времени, массы, скорости и оптико-механических должны быть полностью изолированы от смежных помещений капитальными стенами.

4.10.2. Помещения для поверки средств радио- и электроизмерений, а также помещения, где применяют образцовую электронную аппаратуру, при наличии внешних электромагнитных полей, должны быть снабжены соответствующей экранировкой.

4.10.3. Помещения для поверки водосчетчиков, нефте-бензо- и маслосчетчиков должны иметь гладкий пол, выложенный керамическими плитками с уклоном в сторону трапов. Стены помещений должны быть на высоту до 2 м покрыты керамическими плитками или выкрашены масляной краской. Проводка для электрического освещения должна быть заключена в газовые трубы, а источники света — в герметическую арматуру. Выключатели освещения, за исключением помещений для поверки водосчетчиков, должны быть установлены вне помещения или же выполнены во взрывобезопасном исполнении. Помещения должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией с трехкратным обменом воздуха.

4.10.4. Помещения, где проводят работу с открытой металлической ртутью, должны отвечать требованиям действующих «Санитарных правил проектирования, оборудования, эксплуатации и содержания производственных и лабораторных помещений, предназначенных для проведения работ со ртутью, ее соединениями и приборами с ртутным заполнением», утвержденных Главным санитарно-эпидемиологическим управлением Министерства здравоохранения СССР № 780—69.

СРЕДНЕЕ РАСЧЕТНОЕ ВРЕМЯ В ЧАСАХ НА ПОВЕРКУ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ УКАЗАНО НИЖЕ

1. Средства измерения давления и разрежения

1. Манометры, вакуумметры и мановакуумметры технические всех систем до 600 кгс/см² 0,13
2. То же, свыше 600 кгс/см² (в том числе манометры с контрольной стрелкой) 0,26
3. Манометры сверхвысокого давления свыше 2500 кгс/см² и лабораторные для точных измерений, контрольные и глубиномеры 0,5
4. Манометры, вакуумметры, мановакуумметры с сигнальным устройством; манометры жидкостные и тягомеры мембранные и жидкостные 0,4
5. Манометры дистанционные электрические 0,55
6. Микроманометры с наклонной и вертикальной трубками классов 0,25; 0,5 и 1,0 и индикаторы для определения мощности с комплектом поршней и пружин 4,0
7. Высотомеры 2,0
8. Тягомеры электронные и уровнемеры дистанционные и самопишущие 0,83

2. Средства измерения расхода и вместимости

1. Дифманометры-расходомеры и вторичные приборы:
а) регистрирующие и показывающие без интегратора и первичные преобразователи с унифицированными сигналами 1,3
б) то же, с интегратором и с передачей на расстояние 2,6
2. Ротаметры типа РМ и однопредельные 1,25
3. Ротаметры типов РП и РЭ 2,5
4. Мерники технические 2-го класса до 20 л (поверка объемным методом) 0,5
5. То же, от 20 до 200 л 1,42
6. То же, свыше 200 до 1000 л 3,33
7. Бочки лагерные, буты винные, цистерны металлические стационарные для пищевых продуктов, вместимостью до 5000 л 5,00
8. То же, от 5000 до 20000 л 12,5

3. Средства измерения механических свойств материалов

1. Динамометры общего назначения 1 и 2-го классов 0,83
2. Машины для испытания механических свойств материалов статическим способом:
а) с одной шкалой 1,66
б) с двумя и более шкалами 5,00
в) универсальные (работающие в двух направлениях) 10,0
3. Машины для испытания механических свойств материалов динамическим способом (копры) 5,00
4. То же, с переменным запасом энергии с двумя маятниками и тремя маятниками 10,0

5. Прессы гидравлические с пределом измерения до 100 т/с . . . 5,0
6. Прессы гидравлические с пределом измерения свыше 100 т/с (групповой метод) 2,00
7. Тензометры рычажные 1,00
8. Приборы для определения твердости материалов:
а) типов ТШ, ТКЕ, ТК (по Бринеллю, Супер-Роквеллу, Роквеллу) . 0,77
б) типа ТП (по Виккерсу) 0,99
9. Приборы твердости типов ХП, ХПО универсальные 2,00

4. Свойства измерения линейно-угловых величин

1. Рулетки рабочие длиной до 2 м. Меры усадочные 0,07
2. Рулетки рабочие длиной 5 м и 10 м. Калибры гладкие свыше 50 мм. Угольники. Штангенглубиномеры и штангенрейсмусы до 200 мм . . . 0,27
3. Рулетки рабочие длиной свыше 10 м и рулетки с лотом . . . 0,4
Микрометры со вставками 0,4
Глубиномеры индикаторные 0,4
Калибры резьбовые с диаметром до 50 мм 0,016
4. Линейки измерительные 0,016
5. Линейки синусные. Угольники поверочные образцовые. Бруски для контроля лекальных линеек и микроскопов 1,33
6. Линейки поверочные всех классов до 320 мм 1,00
7. Метр-компараторы ленточные. Линейки поверочные всех классов от 320 до 1000 мм. Динамометры оптические горизонтальные. Квадранты оптические 2,0
Меры установочные к микрометрическим нутромерам. Приборы для поверки угловых мер контактные. Компараторы штриховые. Центра повышенные. Плиты поверочные длиной до 1000 мм 2-го класса. Приспособление для внутренних измерений ИЗО-1 (приспособление к микроскопам) 2,0
8. Линейки поверочные всех классов свыше 1000 мм. Головки делительные оптические с ценой деления 2—20″. Нутромеры микрометрические. Машины зубомерные. Столы делительные оптические с ценой деления до 60″ . . 4,0
Плиты поверочные длиной до 1000 мм класса 0,1; 0, 1 4,0
9. Линейки поверочные типа ЛД. Стекла очковые пробные. Планиметры и калибры кожемерные 0,36
10. Линейки поверочные типа ЛТ. Меры длины концевые плоскопараллельные III, IV, V разрядов номинальным размером 1000 мм. Штангенциркуля, штангенглубиномеры, штангенрейсмусы с точным отсчетом свыше 1000 до 5000 мм. Шагомеры. Скобы индикаторные с отсчетным устройством свыше 200 мм. Зубомеры индикаторные 0,72
11. Линейки поверочные типа ЛЧ. Валики для поверки ножей. Пластины плоские стеклянные для насадки проекционных (типов ПН-6, ПН-7) интерференционных измерений нижние образцовые 1-го класса типов ПИ-80 и ПИ-100. Нормалемеры до 200 мм 1,1
12. Рейки измерительные. Меры угловые призматические I, II, III типов III разряда 0,23
13. Рейки нивелирные. Микрометры гладкие свыше 200 мм. Ортотесты и микротесты. Штангенглубиномеры и штангенрейсмусы свыше 200 до 1000 мм 0,32
Проволоки для измерения среднего диаметра резьбовых калибров комплект из 3 шт. 0,32
Угломеры 0,32
14. Скобы и вилки мерные лесные 0,12
15. Меры длины концевые плоскопараллельные III и IV разрядов до 100 мм 0,11
16. То же, V разряда 0,08
17. Меры длины концевые плоскопараллельные III, IV и V разрядов свыше 100 до 900 мм 0,67
18. Боковички 0,17

19. Оптиметры вертикальные и горизонтальные. Ультраоптиметры. Микроскопы инструментальные. Нормалемеры свыше 200 мм. Зубомеры тангенциальные для основного шага. Приборы для поверки угловых мер контактные. Столы круглые типа СТ-9 1,6

20. Микроскопы универсальные 3,2

21. Микроскопы интерференционные и двойные. Меры установочные к микрометрам со вставками. Эвольвентомеры универсальные. Гониометры с ценой деления свыше 2″. Профилометры и профилографы (мод. 240, 253) . 5,3

Сферометры без аттестации колец. Плиты поверочные длиной свыше 1000 мм 2-го класса 5,3

22. Длиномеры оптические вертикальные 1,3

23. Головки делительные оптические с ценой деления свыше 20″. Экзаменаторы. Пластины плоские стеклянные для интерференционных измерений нижние образцовые 1-го класса типов ПИ-120 и ПИ-140. Оптикаторы и микрокаторы с ценой деления 0,0001 мм и более точные, а также с ценой деления 0,0005 мм и менее точные. Интерферометры контактные вертикальные . 2,7

24. Машины измерительные типа ИЗМ-1. Интерферометры для определения плоскостности. Кольцо 0 к сферометрам. Столы делительные оптические с ценой деления до 5″. Теодолиты с ценой деления свыше 2″. Плиты поверочные длиной свыше 1000 мм 1-го класса 8,0

25. Машины измерительные типа ИЗМ-2 13,3

26. Машины измерительные типа ИЗМ-3. Колеса зубчатые измерительные 27,0

27. Пластины плоские стеклянные для интерференционных измерений верхние. То же, нижние 2-го класса. Пластины плоскопараллельные стеклянные. Микрометры гладкие до 200 мм. Вставки с резьбовым микрометром/пар. Калибры гладкие диаметром до 50 мм 0,2

28. Пластины плоские стеклянные для интерференционных измерений нижние образцовые 1-го класса типа ПИ-60. Меры угловые призматические образцовые II разряда и рабочие классов 0; I; II и III. Уровни. Ножи измерительные штриховые 0,89

29. Микрометры рычажные и индикаторные с ценой деления 0,01 мм и 0,002 мм. Штангенциркули свыше 200 мм до 1000 мм. Штангензубомеры. Скобы рычажные 0,44

30. Индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм. Нутромеры индикаторные с ценой деления 0,01 мм и глубиномеры микрометрические . . 0,38

31. Калибры резьбовые свыше 50 мм. Скобы индикаторные с отсчетным устройством до 200 мм. Толщиномеры индикаторные 0,53

32. Гониометры с ценой деления 2″ 20,0

33. Интерферометры контактные горизонтальные 3,6

34. Профилометры и профилографы типа 201 11,4

35. Столы делительные оптические с ценой деления 1 и 2″. Теодолиты с ценой деления 2″ и менее. Шкалы стеклянные образцовые II разряда 200 мм 16,0

36. Бабки измерительные типа ИБ-21 1,81

5. Средства измерений электрических и магнитных величин

1. Амперметры и вольтметры классов 0,1; 0,2 и 0,5 1,6
2. Амперметры и вольтметры однопредельные классов 1,0; 0; 1,5 и 2,5 0,29
3. Амперметры и вольтметры на повышенной частоте классов 0,2 и 0,5 3,3
4. То же, классов 1,0; 2,0; 2,5 1,45
5. Ампервольтметры классов 0,2 и 0,5 2,28
6. Ампервольтметры классов 0,1; 1,5 и 2,5 1,6
7. Ампервольтфарадметры классов 1,0; 1,5; 2,5 1,6
8. Вольтметры универсальные (катодные) 8,0

9. Ваттметры классов 0,2 и 0,5 0,67
10. То же, классов 1,0; 1,5 и 2,5 0,29
11. То же, на повышенной частоте классов 0,2 и 0,5 4,0
12. То же, на повышенной частоте классов 1,0; 2,0 и 2,5 . . . 2,7
13. То же, трехфазные 0,67
14. Киловольтметры 0,67
15. Киловаттметры 0,89
16 Счетчики однофазные до 5 кВт 0,13
17. Трансформаторы тока измерительные всех классов с несколькими пределами измерений, а также двухобмоточные; трансформаторы напряжения измерительные всех классов с несколькими пределами измерений 0,4
18. То же, однопредельные 0,2
19. Гальванометры нулевые всех видов и систем 2,0
20. Омметры, килоомметры, мегаомметры и фарадметры 0,67
21. Омметры цифровые 0,72
22. Микроомметры и омметры многопредельные электронные . . . 1,1
23. Тераомметры и мегаомметры электронные 3,6
24. Элементы нормальные всех классов 0,67
25. Катушки сопротивления образцовые классов 0,01 и 0,02 и конденсаторы воздушные постоянной емкости 0,89
26. Клещи токоизмерительные 0,72
27. Катушки индуктивности и взаимоиндуктивности, отдельные конденсаторы постоянной емкости (кроме воздушных) на одной частоте 0,53
28. Катушки индуктивности высокочастотные типа КИВ-1 (набор) . 8,0
29. Катушки добротности типов КДВ, КДН и КДУ (наборы) . . 8,0
30. Катушки добротности типа Р-593 (набор) 40,0
31. Катушки Гельмгольца 4,0
32. Катушки магнитные измерительные 4,0
33. Измерители магнитной индукции 8,0
34. Милливеберметры 1,0
35. Компенсаторы переменного тока 16,0
36. Магазины сопротивления измерительные образцовые классов 0,0; 0,02; 0,05 4,0
37. Магазины сопротивления измерительные классов 0,1 с верхним пределом измерения до 10^5 Ом 1,3
38. Магазины больших сопротивлений измерительные 10^{-6}—10^{10} Ом классов 0,05—0,1 2,7
39. То же, 10^{11}—10^{14} Ом 5,3
40. Магазины нагрузочных сопротивлений 1,6
41. Меры электрических сопротивлений универсальные всех классов . 4,0
42. Магазины взаимоиндуктивности 11,4
43. Магазины индуктивности рабочие 2,0
44. Магазины емкости и конденсаторы переменной емкости 2,0
45. Мосты одинарные и потенциометры постоянного тока измерительные с отсчетом менее четырех значащих цифр 1,33
46. Мосты-потенциометры 11,4
47. Мосты переменного тока измерительные классов 0,2 и менее точные 3,2
48. Потенциометры переменного тока измерительные 5,3
49. Потенциометры постоянного тока измерительные высокоомные лабораторные с отсчетом не менее пятизначных цифр 5,8
50. Микрофарадметры 0,8
51. Блоки сопротивления, состоящие из 4 катушек 5,3
52 То же, состоящие из 2 катушек 2,7
53. Фазометры образцовые классов 0,2 и 0,5 3,2
54. То же, рабочие классов 1,0; 1,5; 2,5 1,1
55. Фазометры классов 0,2—0,5 на повышенной частоте 10,0,
56. Флюксметры 1,0
57. Конденсаторы переменной емкости с числом отсчетных точек менее 20 4,0

58. Конденсаторы переменной емкости с числом отсчетных точек свыше 20 8,0
59. Вариометры 2,0
60. Шунты однопредельные переносные 0,44
61. Шунты стационарные класса 0,5 0,89
62. То же, классов 0,05; 0,1 и 0,2 1,6
63. Шунты на большие токи 0,89
64. Делители напряжения рабочие классов 0,02 и 0,03 1,6
65. Компараторы мощности термоэлектрические переменного тока . . 5,3
66. Частотомеры стрелочные 1,6
67. То же, вибрационные 0,8

6. Средства измерений радиотехнических величин

1. Генераторы высокостабильные и калибраторы кварцевые с погрешностью не более $1 \cdot 10^{-5}$ 32,0
2. Генераторы измерительные низкочастотные (поверка по всем параметрам) 11,4

Генераторы искаженных сигналов типа ГИС. Генераторы инфранизких частот. Осциллографы однолучевые широкодиапазонные универсальные типов 25-И; С1-5; С1-8; С1-15 и т. п. 8,0

Измерители помех диапазона до 20 МГц. Измерители нелинейных искажений. Измерители напряженности поля: поверка измерительного блока, усилители напряжения измерительные. Приборы настройки телевизоров типа XI-7 и аналогичные 8,0

3. Генераторы сигналов измерительные в диапазоне частот 0,1—35 МГц 8,0

Генераторы сигналов измерительные типа Г3—35 (с прецизионной формой кривой). Частотомеры гетеродинные с погрешностью более $5 \cdot 10^{-6}$. Измерители плотности потока электромагнитного поля ПО-1 и им подобные 8,0

Поверка измерительного моста. Вольтметры ламповые на высокой частоте. Аттенюаторы поляризационного типа (Д5—4; Д5—10). Фазометры электронные. Магазины затухания (частотой 20 кГц) 8,0

4. Генераторы периодических колебаний (НФ и НГПК) и фазометры низкочастотные при совместной работе. Генераторы напряжения сложных форм. Частотомеры электронно-счетные на частотах до 10 МГц. Измерители полных сопротивлений коаксиальные. Вольтметры селективные. Вольтметры фазочувствительные. Измерители коротких интервалов времени. Мосты термисторные типов М4-1 и М4-3. Приборы комбинированные испытательные по всем параметрам. Испытатели радиоламп типа Л1—3. Измерители помех в диапазоне 20—400 МГц 16,0
5. Генераторы сигналов измерительные, имеющие встроенные волномеры 2,0

Генераторы камертонные. Генераторы сигналов измерительные низкочастотные 2,0

Частотомеры резонансные (без таблиц). Частотомеры электронные стрелочные. Эквиваленты антенны и эквиваленты нагрузочного сопротивления
6. Генераторы измерительные сантиметрового диапазона волн всех типов 3,2

а) поверка модулятора эхорезонатора
б) поверка по частоте
в) поверка встроенного аттенюатора по каждой частоте

7. Генераторы измерительные сантиметрового диапазона волн всех типов 1,0

а) поверка графика опорного уровня СВЧ мощности на каждой частоте

8. Генераторы импульсов измерительные Г5—15 и аналогичные вольтметры цифровые 13,3
9. Частотомеры резонансные (с таблицами) 2,7

Измерители напряженности поля:

а) поверка каждой антенны

Термисторы. Аттенюаторы поляризационного типа (Д5—4; Д5—10) . 2,7

а) поверка на дополнительных частотах за каждую частоту

10. Частотомеры электронно-счетные комбинированные на частотах свыше 10 МГц 20,0

Осциллографы многолучевые. Измерители частотных характеристик. Измерители девиации частоты. Радиодальномеры. Анализаторы спектра. Мосты высоковольтные, высокочастотные. Мосты переменного тока универсальные класса 0,2 и точнее. Измерители малой мощности термисторные 20,0

11. Измерители модуляции. Приемники метрового, дециметрового и сантиметрового диапазона волн измерительные 26,7

12. Измерители плотности потока электромагнитного поля ПО-1 и им подобные 4,0

а) поверка одной термисторной головки

Измерители коэффициента стоячей волны 4,0

13. Измерители плотности потока электромагнитного поля ПО-1 и им подобные:

а) поверка каждой антенны. Измерители мощности. Измерители шумов, измерители добротности. Измерители емкости, индуктивности, сопротивления и тангенса угла потерь (по каждому параметру). Чемоданы измерительные и кабельные приборы. Головки термисторные на 5 частотах. Приборы для калибровки радиовысотомеров. Указатели уровня и неперметры 5,3

14. Вольтметры и милливольтметры импульсные и ваттметры при импульсных напряжениях 8,9

15. Вольтметры электронные типа В3—7 и В3—20 каждая основная шкала 1,6

7. Средства измерения скорости, вибрации, времени и ускорений

1. Секундомеры и спидометры 0,27
2. Секундомеры электрические 1,0
3. Миллисекундомеры электронные, стробоскопы. 4,0
4. Секундомеры-калибраторы 16,6
5. Хроноскопы и тахометры электрические 1,4
6. Тахометры ручные и стационарные, счетчики оборотов 1,32
7. Тахоскопы, тахографы и таксометры 0,8

8. Средства измерения светотехнических величин

1. Лампы светоизмерительные на силу света и лампы светоизмерительные на цветовую температуру 8,33
2. Лампы измерительные на световой поток 4,0

9. Средства измерения состава и свойства

1. Денсиметры всех назначений, кроме денсиметров для морской воды, урометры и сахарометры, кроме сахарометров с подразделением 0,1% . . 0,2
2. Сахариметры с подразделением 0,1%; денсиметры для морской воды 4,4
3. Сахариметры универсальные 0,4
4. Приборы для определения температуры вспышки нефтепродуктов; рефрактометры 0,61
5. Вискозиметры стеклянные капиллярные, электроды сравнения для pH-метров 0,66

6. Вискозиметры для определения вязкости лакокрасочных продуктов; кондуктометры; психрометры электронные; фотоэлектроколориметры . . . 4,0

7. pH-метры многопредельные и однопредельные (вторичные приборы) 2,0

8. pH-метры в комплекте с электродами многопредельные и однопредельные; газоанализаторы промышленные полуавтоматические и автоматические; газоанализаторы лабораторные; кондуктометры в комплекте с датчиком; психрометры в комплекте с датчиком рефрактометры РЛ, РЛ-2, РП и РФ-1 с погрешностью измерения от $2 \cdot 10^{-4}$ ПД и точнее 8,33

10. Средства измерений температурных и тепловых величин

1. Термометры ртутные и жидкостные до 100°С с делением на 0,5; 1 и 2°С 0,16

2. Термометры ртутные и жидкостные до 300°С; термометры сопротивления; милливольтметры пирометрические показывающие (поверка милливольтовой шкалы без термопары) 0,3

3. Термометры для инкубаторов шкафного типа (угловые) и для протравления семян 0,14

4. Термометры ртутные и жидкостные до 500°С; термометры с ценой деления 0,1 и 0,2°С; термометры манометрические электроконтактные и регистрирующие; термометры технические и лабораторные низкоградусные; термопары из неблагородных металлов 0,43

5. Термометры с ценой деления 0,1 и 0,2°С до 300°С 0,4

6. Термометры манометрические свыше 300°С; логометры 0,57

7. Термопары из благородных металлов; градуировка термопар из неблагородных металлов (от 0 до 300°С через 50°С и от 0 до 200°С через 20°С) потенциометры переносные типа ПП; милливольтметры пирометрические регистрирующие, в том числе автоматические и потенциометры (поверка милливольтовой шкалы без термопары) 1,6

8. Пирометры фотоэлектрические 2,0

9. Термопары на низкие температуры (от —200° до 0°С); термопары поверхностные 2,7

10. Градуировка термопар из неблагородных металлов (от 0°С до 300°С через 10°); потенциометры переносные типа ПП-63 4,0

11. Термометры высокотемпературные (900—2500°С); пирометры оптические свыше 2000 до 3200°С; пирометры микрооптические телескопы радиационных пирометров II и III разрядов 8,33

11. Средства измерения массы

1. Дозаторы весовые автоматические и полуавтоматические дискретного действия для дозирования и фасовки сыпучих и жидких материалов до 20 кг и выше 500 кг; весы специального назначения тяжелой конструкции (крановые, для блюмингов, для прокатов миксерные и т. д.) 4,0

2. Дозаторы весовые автоматические и полуавтоматические дискретного действия для дозирования и фасовки сыпучих и жидких материалов от 20 до 500 кг весы автоматические конвейерные

3. Весы специального назначения легкой конструкции (маслопробные, счетные, потолочные и т. п.) 0,35

4. Весы настольные гирные 0,18

5. Весы настольные и подвесные циферблатные до 20 кг 0,4

6. Пурки рабочие 0,52

7. Весы для взвешивания молока 1,33

Примечание. Данные времени не могут быть использованы для нормирования и учета труда поверителей.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ОПТИМАЛЬНОГО ЧИСЛА ПОВЕРОЧНЫХ УСТАНОВОК

1. Общие положения

1.1. Методика предназначена для обоснованного выбора оптимального числа действующих установок в существующих и проектируемых поверочных лабораториях государственной и ведомственных метрологических служб, условия работы которых характеризуются случайным, неравномерным поступлением приборов на поверку. В методике содержатся также способы расчета средних и максимальных сроков пребывания приборов в поверке, среднего и максимального числа приборов, одновременно скапливающихся в поверочной лаборатории.

1.2. Под действующей установкой подразумевается поверочное оборудование (одно рабочее место поверителя), которое при наличии в лаборатории неповеренных приборов, предназначенных для поверки на нем, не имеет простоев в рабочее время. Аналогично расчету действующих установок производят расчет оптимального штата поверителей, работающих на однотипном оборудовании.

1.3. Каждый расчет оптимального числа установок выполняют в соответствии с одним из трех критериев эффективности, выбираемых с учетом общих условий работы лаборатории:

критерием времени пребывания;

критерием числа приборов;

экономическим критерием.

Оптимальным по критерию времени пребывания служит наименьшее число установок, при котором расчетная максимальная продолжительность пребывания приборов в поверке не превышает предельно допустимого значения этого показателя. Аналогично определяют оптимальное число установок и по критерию числа приборов с той разницей, что в этом случае следует исходить из наличия ограничения на наибольшее число приборов, одновременно скапливающихся в поверочной лаборатории. Оптимальным по экономическому критерию служит число установок, которому соответствует минимум суммарных среднегодовых издержек из-за потерь от пребывания приборов в поверке и из-за расходов по содержанию действующих установок.

2. Исходные данные для расчета

2.1. Параметрами, числовые оценки которых требуется знать при выполнении расчетов в соответствии с любым из указанных в п. 1.3 критериев, являются:

λ — среднее число партий приборов, поступающих в поверочную лабораторию за рабочий день;

ν — среднее число приборов в одной партии;

μ — величина, обратная средней продолжительности обслуживания одного прибора в рабочих днях (или, что равнозначно, среднее число приборов обслуживаемых на одной из однотипных поверочных установок при бесперебойной ее работе в течение рабочего дня).

2.2. За партию принимают число приборов, одновременно доставляемых в поверочную лабораторию от одного из подразделений или организаций клиентов этой лаборатории и поверяемых на однотипных установках (установке).

Считается, что поступление таких партий в лабораторию образует единый входящий поток приборов, принадлежащих к одной группе поверяемых средств измерений.

Под обслуживанием прибора подразумевается его поверка, а также монтаж и демонтаж на установке, оформление документов по результатам поверки и другие необходимые операции, приходящиеся на период работы поверителя (или поверителей, одновременно работающих на данной установке) над одним прибором.

2.3. Для получения достоверных оценок параметров λ и ν рекомендуется исходить из общего числа приборов и партий рассматриваемого потока, поступающих в лабораторию за год. Среднегодовое число партий, поступающих в лабораторию, обозначим $\lambda T_р$, где $T_р$ — число рабочих дней лаборатории за год. Для получения исходных оценок, указанных в п. 2.1 настоящего приложения, можно использовать зависимость

$$\nu = \frac{\Gamma}{\lambda T_р}, \qquad (1)$$

где Γ — число приборов данного потока, поступающих в лабораторию в среднем за год.

Значения параметра μ определяют на основе хронометрирования или норм, приведенных в приложении 1 к настоящим методическим указаниям.

2.4. Для принятия обоснованного решения об оптимальном числе установок в случае, когда в расчете руководствуются экономическим критерием, требуется дополнительно знать значения следующих показателей:

$Б_1$ — средняя балансовая стоимость одного поверяемого прибора рассматриваемого потока;

$Б_2$ — средняя балансовая стоимость одной из однотипных поверочных установок, предназначенных для обслуживания данного потока;

a — норма амортизации прибора;

A — норма амортизации поверочной установки;

$C_л$ — среднегодовые расходы по содержанию 1 м² помещения лаборатории;

$S_п$ — площадь в квадратных метрах, требуемая для складирования поступившего на поверку прибора;

$ч$ — число поверителей, одновременно работающих на данной установке;

$C_з$ — среднегодовая заработная плата одного поверителя с начислениями;

$C_р$ — среднегодовая стоимость текущих ремонтов поверочной установки;

$C_э$ — среднегодовые расходы на электроэнергию и/или другие виды энергии, если установка потребляет ее при работе;

$C_в$ — среднегодовые расходы на вспомогательные материалы (бензин, вода и т. д.), если они необходимы для нормальной работы установки;

$S_л$ — площадь в квадратных метрах, требуемая для размещения одного рабочего места в лаборатории (поверочной установки и поверителя).

Показатели a, A, $C_л$ и $S_л$ имеют нормированные значения (см. Нормы амортизационных отчислений Госплана СССР, Методику расчета экономической эффективности новой техники и другую нормативную документацию), которые использованы в примере расчета, приводимом в данной методике.

3. Схема выполнения расчета

3.1. Расчет сводится к определению значений следующих основных характеристик работы поверочной лаборатории, которые зависят от n — числа действующих установок, предназначенных для обслуживания заданного потока приборов;

ϱ — коэффициент использования установки.

L — среднее число приборов, одновременно скапливающихся в поверочной лаборатории (средняя очередь приборов);

T — средняя продолжительность пребывания приборов в поверочной лаборатории;

$L_м$ — практически максимальное число приборов, одновременно скапливающихся в поверочной лаборатории (максимальная очередь приборов);

$T_м$ — практически максимальная продолжительность пребывания приборов в поверочной лаборатории;

$C(n)$ — суммарные среднегодовые издержки из-за потерь от пребывания приборов в поверочной лаборатории и из-за расходов по содержанию действующих установок.

Продолжительность пребывания приборов в поверочной лаборатории исчисляется в рабочих днях от момента оформления заявления на поверку партии поступивших приборов до момента полного окончания ее обслуживания в лаборатории.

3.2. Расчет выполняют последовательно для вариантов, соответствующих всем значениям n, начиная от наименьшего, при котором $\varrho<1$, и кончая оптимальным — в расчетах по первым двум критериям — и превышающим на 1 оптимальное — в расчетах по экономическому критерию.

Коэффициент ϱ определяют по формуле

$$\varrho=\frac{\lambda\nu}{n\mu}, \tag{2}$$

3.3. Затем используем выражение

$$L=\frac{\sum_{i=1}^{n-1}\frac{i}{n}(n-i)P_i+\frac{\varrho}{2}\left(\nu+1+\frac{D\nu}{\nu}\right)}{1-\varrho}+\frac{\omega\lambda\nu}{2}, \tag{3}$$

где P_i — вероятность одновременного пребывания в лаборатории i приборов (способ вычисления этой вероятности приведен в п. 3.4);

ω — задаваемый средний интервал времени между двумя очередными изъятиями из лаборатории партий поверенных приборов;

$D\nu$ — дисперсия числа приборов в одной партии.

Если приборы поступают в лабораторию по одному (т. е. $\nu=1$) или вообще партиями одинакового размера, то $D\nu=0$. Если же число приборов в партии случайное, то принимают $D\nu=\nu$.

3.4. Вероятность P_i представляется в виде

$$P_i=P_0K_i, \tag{4}$$

где вероятность отсутствия в лаборатории неповеренных приборов данного потока есть

$$P_0=\frac{n(1-\varrho)}{\sum_{i=0}^{n}(n-i)K_i}. \tag{5}$$

Коэффициент K_i вычисляют из выражения

$$K_i=\frac{[\lambda+(i-1)\mu]K_{i-1}-B}{i\mu}, \tag{6}$$

где в случае, когда $D\nu=0$, принимают

$$B=\lambda K_{i-1-\nu}, \tag{7}$$

а если $D\nu=\nu$, то соответственно

$$B=e^{-\nu\lambda}\sum_{j=1}^{i-1}\frac{\nu^j K_{i-1-j}}{j}. \tag{8}$$

Причем $e=2{,}7$; $K_0=1$; $K_1=\dfrac{\lambda}{\mu}$ и т. д. в соответствии с формулами (4), (6), (7) *либо* (8).

3.5. Остальные характеристики, требуемые для выполнения расчета по критерию числа приборов и критерию времени пребывания, имеют следующие выражения:

$$T=\frac{L}{\lambda\nu}\ ; \tag{9}$$

$$L_{\text{м}}\approx 4L; \tag{10}$$

$$T_{\text{м}}\approx 4T. \tag{11}$$

Формулы (10) и (11) выражают приближенный способ получения оценок $L_{\text{м}}$ и $T_{\text{м}}$*.

3.6. Если исходить из экономического критерия, то общий расчет продолжается в соответствии с формулой

$$C(n)=(Б_1a+C_{\text{л}}S_{\text{п}})L_{\text{м}}+\left[C_{\text{э}}\text{ч}+\frac{У}{n}(Б_2A+C_{\text{р}}+C_{\text{э}}+C_{\text{в}}+C_{\text{л}}S_{\text{л}})\right]n, \tag{12}$$

где $У$ — число поверочных установок, используемых для обслуживания данного потока приборов.

Величина $У$ введена в эту формулу для учета случая, когда число поверочных установок в лаборатории не совпадает с числом (групп) поверителей, работающих на них.

4. Оценка экономической эффективности

4.1. Эффективность варианта с оптимальным числом действующих установок в сравнении с любым другим из рассматриваемых вариантов оценивают по формуле

$$Э=C(n)-C(n_0), \tag{13}$$

где $C(n_0)$ и $C(n)$ — суммарные среднегодовые издержки при оптимальном и другом сравниваемом варианте соответственно.

4.2. При сравнении расчетного оптимального варианта и варианта с наличным числом установок или при оценке целесообразности замены одних поверочных установок другими с учетом различий в их производительности и стоимости эффективность рассчитывают аналогично — с тем уточнением, что вместо n в формуле (13) принимается $n_{\text{н}}$ — число наличных (заменяемых) установок.

4.3. Если реализация оптимального варианта связана с приобретением дополнительных установок, то оправданность такого увеличения их числа оценивают вычислением также срока окупаемости этих установок по формуле

$$T_{\text{ок}}=\frac{Б_2(n_0-n_{\text{н}})}{Э}, \tag{14}$$

а целесообразность мероприятий по замене — по формуле

$$T_{\text{ок}}=\frac{Б_2n-Б'_2\,n_{\text{н}}}{Э}, \tag{15}$$

где $Б'_2$ — балансовая стоимость заменяемой установки.

Расчеты по формулам (14) и (15) выполняют только при положительных значениях их числителей и знаменателей. Увеличение числа или замена, а также (модернизация) действующих установок считаются неоправданными, если срок окупаемости превышает 8 лет.

---

* О точном, но более сложном способе расчета этих характеристик, который включает вычисление дисперсии числа приборов, одновременно скапливающихся в лаборатории, и при котором весьма желательно использовать ЭВМ, см. в журнале «Измерительная техника», 1971 г., № 5, стр. 78—80.

5. Пример расчета по данной методике

5.1. Определить по каждому из трех указанных в п. 1.3 настоящей методики критериев эффективности оптимальное число действующих установок, если поток приборов, поверяемых на этих установках, поступает партиями в среднем по 3,8 в день (в рабочую смену), партия содержит в среднем 2 прибора, каждый из которых обслуживается в среднем в течение 2 ч, а партии поверенных приборов доставляют из лаборатории в отделение выдачи в среднем через каждые 1,5 дня.

Таким образом, $\lambda=3{,}8$; $\nu=2$; $\mu=\dfrac{8\text{ ч}}{2\text{ ч}}=4$; $\omega=1{,}5$.

Для получения решения по критерию числа приборов задано предельно допустимое количество приборов, одновременно скапливающихся в лаборатории, $L_{пд}=50$ приборов, а по критерию времени пребывания—предельно допустимый срок пребывания приборов в лаборатории $T_{пд}=10$ рабочих дней. Для выполнения расчета в соответствии с экономическим критерием используем следующие дополнительные исходные данные: $Б_1=80$ руб.; $Б_2=500$ руб.; $a=0{,}14$; $A=0{,}09$; $C_л=7{,}5$ руб./м^2, $S_л=6$ м^2; $ч=1$; $C_з=1320$ руб./год; $C_р=40$ руб./год; $У=n$, $S=0{,}1$ м^2, а значения $C_э$ и $C_в$ пренебрежимо малы.

5.2. Начнем расчет с рассмотрения варианта, соответствующего значению $n=2$ как наименьшему, при котором $\varrho<1$.

Согласно формуле (2), $\varrho=\dfrac{3{,}8\cdot 2}{2\cdot 4}=0{,}95$.

Затем по формулам (6) и (8) вычисляем: $K_0=1$; $K_1=\dfrac{\lambda}{\mu}=0{,}95$.

Теперь при помощи формулы (5) определим

$$P_0=\frac{2(1-0{,}95)}{\sum_{i=0}^{2}(2-i)K}=\frac{2\cdot 0{,}95}{2K_0+K_1}=\frac{0{,}10}{2+0{,}95}=0{,}03.$$

Далее из формулы (4) находим $P_1=P_0K_1=0{,}03$.

В соответствии с формулами (3) и (9) вычисляем

$$L=\frac{0{,}5P_1+0{,}5\varrho(\nu+2)}{1-\varrho}+\frac{\omega\lambda\nu}{2}=\frac{0{,}5(0{,}03+0{,}95\cdot 4)}{0{,}05}+\frac{1{,}5\cdot 3\cdot 8\cdot 2}{2}=$$

$$=38{,}3+5{,}7=44;\quad T=\frac{44}{3{,}8\cdot 2}=5{,}8$$

Тогда согласно формулам (10) и (11) получаем $L_м=176$ (приборов) и $T_м=23$ (дня).

Поскольку при $n=2$ имеем $L_м>L_{пд}$ и $T_м>T_{пд}$, то расчет по первым двум критериям следует продолжить для вариантов, соответствующих последующим значениям n.

5.3. При $n=3$ в соответствии с формулой (2) находим $\varrho=\dfrac{3{,}8\cdot 2}{3\cdot 4}=0{,}63$.

В дополнение к значениям K_0 и K_1 также по формулам (6) и (8) вычислением

$$K_2=\frac{(\lambda+\mu)K_1-e^{-\nu}\lambda\nu K_0}{2\mu}=\frac{(3{,}8+4)0{,}95-2{,}7^{-2}3{,}8\cdot 2\cdot 1}{2\cdot 4}=0{,}79$$

В результате по формуле (5) определяем

$$P_0=\frac{3(1-0{,}63)}{3K_0+2K_1+K_2}=\frac{3\cdot 0{,}37}{3+2\cdot 0{,}95+0{,}79}=0{,}19.$$

Теперь согласно формуле (4) имеем

$$P_1=0{,}19\cdot 0{,}95=0{,}18;\quad P_2=0{,}19\cdot 0{,}79=0{,}15.$$

Вновь переходя к вычислению основных характеристик, из (3), (9), (10) и (11) получаем

$$L=\frac{\sum_{i=1}^{2}\frac{i}{3}(3-i)P_1+\frac{0{,}63}{2}(\nu+2)}{1-0{,}63}+\frac{1{,}5\cdot 3{,}8\cdot 2}{2}=\frac{\frac{2}{3}(P_1+P_2)+0{,}63\cdot 2}{0{,}37}+$$

$$+5{,}7=9{,}7;$$

$$T=\frac{9{,}7}{3{,}8\cdot 2}=1{,}3,$$

$$L_{\text{м}}=39\ \text{(приборов)};\ T_{\text{м}}=5{,}2\ \text{(дня)}.$$

Поскольку в данном случае заданные значения $L_{\text{пд}}$ и $T_{\text{пд}}$ не превышены, то вариант, соответствующий $n=3$, с точки зрения двух рассмотренных критериев, следует считать оптимальным.

5.4. Теперь выполним расчет в соответствии с экономическим критерием по формуле (12). Поскольку в ней при $У=n$ зависят от n только множители, то определим сначала значения множимых, которые в этих условиях выполняют роль постоянных стоимостных коэффициентов

$Б_1a+C_{\text{л}}S_{\text{п}}=80\cdot 0{,}14+7{,}5\cdot 0{,}1=12$ (руб./год)

$C_{\text{з}ч}+Б_2A+C_{\text{р}}+C_{\text{л}}\cdot S_{\text{л}}=1320\cdot 1+500\cdot 0{,}09+40+7{,}5\cdot 6=1450$ (руб./год).

Тогда $C(2)=12\cdot 176+1450\cdot 2=5020$ (руб./год);

$C(3)=12\cdot 39+1450\cdot 3=4820$ (руб./год).

Поскольку, как видим, суммарные издержки при $n=2$ больше, чем при $n=3$, то последний вариант в данных условиях эффективнее.

5.5. Проверим, не повысится ли эффективность системы в случае дальнейшего увеличения числа установок, т. е. при $n=4$.

$$\text{Тогда } \varrho=\frac{3{,}8\cdot 2}{4\cdot 4}=0{,}48;$$

$$K_{\text{з}}=\frac{(\lambda+2\mu)K_2-e^{-\nu}\lambda\left(\nu K_1+\frac{\nu^2}{2}K_0\right)}{3\mu}=\frac{(3{,}8+2\cdot 4)0{,}79-0{,}14\cdot 3{,}8(2\cdot 0{,}95+2)}{3\cdot 4}=$$

$$=0{,}60;$$

$$P_0=\frac{4(1-0{,}48)}{4K_0+3K_1+2K_2+K_3}=\frac{2{,}1}{4+3\cdot 0{,}95+2\cdot 0{,}79+0{,}60}=0{,}23;$$

$$P_1=0{,}23\cdot 0{,}95=0{,}22;\ P_2=0{,}23\cdot 0{,}79=0{,}18;\ P_3=0{,}23\cdot 0{,}60=0{,}14;$$

$$L=\frac{\sum_{i=1}^{3}\frac{i}{4}(4-i)P_1+\frac{0{,}48}{2}(\nu+2)}{1-0{,}48}+\frac{1{,}5\cdot 3{,}8\cdot 2}{2}=\frac{0{,}75(P_1+P_3)+P_2+0{,}48\cdot 2}{0{,}52}+$$

$$+5{,}7=8{,}4;$$

$$T=\frac{8{,}4}{3{,}8\cdot 2}=1{,}1;\qquad L_{\text{м}}=34\ \text{(прибора)};\ T_{\text{м}}=4\ \text{(дня)};$$

$C(4)=12\cdot 34+1450\cdot 4=6210$ (руб./год).

Превышение $C(4)$ над $C(3)$ означает, что увеличение числа установок сверх трех в данных условиях нецелесообразно, и в рассматриваемом примере оптимальным по экономическому критерию следует также считать $n=3$.

Вычислим теперь по формулам (13) и (14) оценки экономической эффективности оптимального варианта в сравнении с двумя другими рассмотренными. Если его реализация приводит к сокращению числа действующих установок ($сп_{\text{в}}=4$ до $n_0=3$), то $Э=C(4)-C(3)=6210-4820=1390$ (руб./год).

Если же она связана с увеличением их числа ($сп_н=2$ до $n_0=3$), то обоснованность приобретения новой установки оценивается показателями

$$Э=C(2)-C(3)=5020-4820=200 \text{ (руб./год)}.$$

$$T_{ок}=\frac{500(3-2)}{200}=2{,}5 \text{ (года)}.$$

Таким образом, с точки зрения срока окупаемости оптимальный вариант также является оправданным.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по организации, расчету состава, оборудования и помещений поверочных подразделений органов ведомственных метрологических служб

МИ 15—74

Редактор *Р. Г. Говердовская*
Технический редактор *Л. В. Вейнберг*
Корректор *Л. А. Царева*

Сдано в наб. 16.04.81 Подп. в печ. 15.01.82 Формат 60×90¹/₁₆ Бумага типографская № 3 Гарнитура литературная Печать высокая 1,25 п. л. 1,67 уч.-изд. л. Зак. 2169 Тираж 20.000
Цена 10 коп.

«Почета» Издательство стандартов, Москва, Д-557, Новопресненский пер., д. 3.
Вильнюсская типография Издательства стандартов, ул. Миндауго, 12/14.

gost.e-ecolog.ru