ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
«ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
им. Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА»
(НПО «ВНИИМ им. Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА»)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

НОРМАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ИЗМЕРЕНИЙ В ГИБКИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМАХ. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

МИ 1888—88

Москва
ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ
1989

gost.e-ecolog.ru

УДК 658.52.011.56.012.3.08(083.7) Группа Т80

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ГСИ. Нормальные условия измерений в гибких производственных системах. Общие положения

МИ 1888—88

Введены в действие с 01.07.89

Настоящие методические указания распространяются на измерения в гибких производственных системах (далее — ГПС) и гибких производственных модулях (далее — ГПМ) и устанавливают общие требования к выбору нормальных условий измерений (далее — нормальные условия).

Настоящие методические указания также могут быть применены при установлении нормальных условий измерений в любом технологическом процессе машиностроения. Определения нестандартизованных терминов, используемых в настоящих методических указаниях, даны в приложении 1.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Все измерения в ГПС (ГПМ) для обеспечения заданного качества продукции должны выполняться в нормальных условиях. Результаты измерений, полученные в рабочих условиях, должны приводиться к нормальным условиям, соответствующим требованиям настоящих методических указаний. Методы приведения результатов измерений к нормальным условиям в настоящих методических указаниях не устанавливаются.

1.2. При соблюдении нормальных условий, соответствующих требованиям настоящих методических указаний, введение поправок в результаты измерений на действительные значения влияющих величин (далее — ВВ) не требуется.

Действие ВВ в нормальных условиях должно быть пренебрежимо мало, а результат их действия обратим.

При этом погрешность используемых средств измерений (далее — СИ) характеризуется основной погрешностью, а погрешность результата измерения не должна превышать предела допускаемой погрешности измерений.

1.3. С целью определения значений ВВ используют вспомогательные СИ. Размещение вспомогательных СИ в рабочем пространстве ГПС (ГПМ) должно обеспечивать отсутствие корреля-

© Издательство стандартов, 1989

ционной связи (коэффициент корреляции менее 0,5) между информационными значениями их выходных сигналов (приложение 2).

1.4. Рабочее пространство выполнения измерений в ГПС (ГПМ) устанавливают так, чтобы обеспечить практическое отсутствие корреляции между значениями ВВ вне этого пространства и погрешностью измерений, выполняемых в этом пространстве.

1.5. Нормальные условия, в которых выполняют измерения, подразделяют на унифицированные; расширенные; смещенные.

1.5.1. Унифицированными нормальными условиями считают условия, при которых составляющая погрешности измерений (основной погрешности СИ) от действия совокупности ВВ не должна превышать 35% (50%) предела допускаемой погрешности измерений (основной погрешности СИ).

1.5.1.1. Унифицированные нормальные условия характеризуют совокупностью пределов нормальных областей ВВ и установленных едиными как при измерении, так и при поверке для данного конкретного вида измерений их номинальными значениями по ГОСТ 8.395—80 и РД 50—443—83.

1.5.1.2. Пределы нормальных областей ВВ в унифицированных нормальных условиях устанавливают по заданному пределу допускаемой погрешности измерений (основной погрешности СИ) независимо от вида средств и объекта измерений (для возможно наихудшего сочетания средств и объектов в отношении действия ВВ).

1.5.1.3. Пределы составляющих погрешности измерений (основной погрешности СИ) от действия любой ВВ следует выбирать из ряда 10, 15, 20 и 35% (15, 20, 30 и 50%) от предела допускаемой погрешности измерений (основной погрешности СИ) при действии 7 — 11, 4 — 6, 2 — 3 и 1 ВВ соответственно.

1.5.2. Расширенными нормальными условиями считают условия, при которых значения ВВ находятся за пределами унифицированной нормальной области, но их действие на определенные средства и объекты измерений таково, что выполняются требования пп. 1.5.1; 1.5.1.3.

1.5.3. Смещенными нормальными условиями измерений являются условия, при которых совместное действие ВВ не должно изменять среднее квадратическое отклонение (далее — СКО) результатов измерений более чем на 50% от предела его допускаемого значения при квазиноминальных значениях этих ВВ.

1.5.3.1. Квазиноминальное значение отдельной ВВ определяют как среднее арифметическое ее значений в рабочем пространстве за время измерений.

1.5.3.2. Действие отдельной ВВ в смещенных нормальных условиях не должно изменять СКО результатов измерений более чем на 15, 20, 30 и 50% от его допускаемого значения при 7 — 11, 4 — 6, 2 — 3 и 1 ВВ соответственно.

1.5.3.3. Квазиноминальные значения и пределы нормальной области значений ВВ могут устанавливаться как общими для всех элементов ГПС (ГПМ) и объекта измерений, так и раздельно для

рабочего пространства, СИ и (или) отдельных его элементов, включая элементы передачи и обработки измерительной информации, объекта измерений, базовых измерительных поверхностей, других элементов технологического оборудования ГПС (ГПМ), входящих в измерительную цепь.

1.5.3.4. В смещенных нормальных условиях каждой ВВ может быть присвоен статистический вес (приложение 3) и учтена их корреляционная связь.

1.6. В унифицированных и расширенных нормальных условиях отсутствуют систематические погрешности от действия ВВ.

При смещенных нормальных условиях в результаты измерений вводят поправку на смещение квазиноминальных значений ВВ от их номинальных значений.

Поправку не вводят, если указанные отклонения меньше пределов нормальной области значений ВВ в унифицированных или расширенных нормальных условиях.

1.6.1. Погрешность поправки на смещение не должна превышать 12% допускаемой погрешности измерений.

Коэффициент корреляции между квазиноминальными значениями ВВ и значением постоянной поправки должен быть не менее 0,8.

1.6.2. Поправка может быть определена на основе имеющегося опыта отладки технологического процесса, по пробным изделиям, с помощью адаптивных, инвариантных СИ, с помощью дисперсионного статистического анализа, применения метода местных возбудителей ВВ (приложение 4).

1.7. Если на результаты измерений в ГПС (ГПМ) влияют только технологические ВВ и действительные значения результата измерения не фиксируют, то пределы нормальной области в смещенных нормальных условиях измерений могут нормироваться пределами параметров технологического процесса и пределами временны́х характеристик алгоритмов работы ГПС (ГПМ) в предположении их тесной корреляционной связи с соответствующими пределами значений ВВ (коэффициент корреляции не менее 0,8). В этом случае ВВ специально не определяют и не контролируют.

1.8. В обоснованных случаях допускается всю область реализуемых значений ВВ или главного нормируемого параметра технологического процесса делить на непересекающиеся поддиапазоны, для каждого из которых устанавливают квазиноминальные значения и пределы нормальной области значений.

1.9. Если в ГПС (ГПМ) имеются автоматические подсистемы настройки по действительному значению ВВ (приложение 4), то смещенные нормальные условия измерений устанавливают с учетом принципа, точности и области действия этих подсистем. Для устройств программного управления при этом учитывают требования ГОСТ 21021—85.

1.10. Изменение физико-механических свойств и напряженного состояния объектов измерений при унифицированных и расширен-

ных нормальных условиях не должно вносить погрешность в результат измерения более допускаемой по п. 1.5.1.3.

Изменение физико-механических свойств и напряженного состояния объекта измерения в смещенных нормальных условиях не должно изменять СКО результатов измерений больше, чем допускается по п. 1.5.3.

1.11. Время выдержки объекта и средств измерений в смещенных нормальных условиях определяется временны́ми характеристиками алгоритма технологического процесса, который должен соответствовать требованиям ГОСТ 12997—84 и ГОСТ 26.004—85.

1.12. Требования к нормальным условиям измерений фиксируют в свидетельствах (приложение 5).

Требования к смещенным нормальным условиям измерений, а при необходимости и к унифицированным или расширенным нормальным условиям фиксируют в памяти ЭВМ, управляющей работой ГПС (ГПМ).

1.13. Периодичность контроля существенно влияющих величин может устанавливаться равной половине наименьшего периода существенных изменений во времени контролируемой ВВ или по зависимости $\tau_н/2^{n+1}$, где $\tau_н$ — нормированный интервал времени (смена — 8 ч, сутки); n — степень функции, характеризующей изменение ВВ во времени (степень аппроксимирующего полинома в интервале времени $\tau_н$).

1.14. Нормальные условия поверки средств измерений, установленных в ГПС (ГПМ), должны соответствовать требованиям ГОСТ 8.395—80. Средства измерений, встроенные в ГПС (ГПМ), могут поверяться в смещенных нормальных условиях. При проведении поверки в смещенных нормальных условиях в значения (показания) образцовых средств измерений вводят поправку. Поправка определяется разностью квазиноминальных и номинальных значений с учетом требований пп. 1.6, 1.6.1.

2. ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЛИЯЮЩИХ ВЕЛИЧИН

2.1. В зависимости от источников возникновения ВВ подразделяют на технологические, индустриальные, энергопитания, климатические, комфортные, личные.

2.1.1. К технологическим ВВ относят величины, вызванные работой ГПС (ГПМ).

2.1.2. К индустриальным ВВ относят величины, возникающие в результате работы технологического оборудования, не входящего в рассматриваемую ГПС (ГПМ), транспорта и других промышленных источников ВВ.

2.1.3. К климатическим ВВ относят величины, вызванные климатическими факторами внешней среды, например, температуру, относительную влажность, атмосферное давление воздуха и т. п.

2.1.4. К комфортным ВВ относят величины, возникающие от действия устройств, обеспечивающих условия нормальной работы человека, например, от действия отопительных, вентиляционных систем, кондиционеров и т. п.

2.1.5. К личным ВВ относят величины, вызванные присутствием человека (наладчика, оператора).

2.2. Устанавливают следующие характеристики ВВ.

2.2.1. Для температуры — пределы отклонений от номинального (квазиноминального) значения, разность температур в рабочем пространстве и на поверхности средства и объекта измерений, пределы и скорость изменений температуры в процессе измерений.

2.2.2. Для давления воздуха — пределы отклонений от номинального (квазиноминального) значения, диапазон изменений в процессе измерений, пределы отклонений от атмосферного давления.

2.2.3. Для относительной влажности воздуха — пределы отклонений от номинального (квазиноминального) значения, диапазон изменений в процессе измерений.

2.2.4. Для вибрации и при ударе — амплитуду виброскорости, амплитуду виброперемещений или виброускорений, предел допускаемого пикового ускорения, предел среднего квадратического значения ускорения, предел длительности и направления ударных воздействий.

2.2.5. Для магнитного поля — предел магнитной индукции, амплитуду магнитной индукции, предел напряженности постоянной или переменной составляющей.

2.2.6. Для электростатического поля — пределы напряженности, предел плотности зарядов на поверхности диэлектриков.

2.2.7. Для шума — допустимый уровень звукового давления в частотном диапазоне, пределы других эквивалентных характеристик.

2.2.8. Для освещенности — предел освещенности, пульсацию освещенности, характеристики распределения яркости освещения.

2.2.9. Для уровня радиации — предел эквивалентной дозы или мощности эквивалентной дозы, предел поглощенной дозы или мощности поглощенной дозы ионизирующего излучения*. Для уровня ионизации — концентрацию аэроионов в единице объема воздуха, число пар ионов, создаваемых в 1 $см^3$ воздуха в 1 с.

2.3. Запыленность и загрязнение аэрозолями воздуха в рабочем пространстве можно нормировать как числом частиц пыли и аэрозолей установленных размеров в единице объема, так и массовой концентрацией. Границы их предельных значений устанавливают в соответствии с требованиями пп. 1.5.1.3; 1.5.3.2. В составе атмосферы рабочего пространства не допускается наличия газов и паров, активных по отношению к материалам, применяемым в средствах и объектах измерений ГПС (ГПМ).

2.4. Рекомендуемые пределы нормальной области ВВ в унифицированных, расширенных, смещенных нормальных условиях измерений приведены в приложении 4.

---

* См. ОСП—72/87 и НРБ—76/87.

3. ТРЕБОВАНИЯ К ИСТОЧНИКАМ ЭНЕРГОПИТАНИЯ

3.1. Параметры энергопитания средств измерений ГПС (ГПМ) относят к ВВ, на которые распространяются требования настоящих методических указаний.

3.2. При питании от сетей переменного тока нормируют:

номинальное значение напряжения и частоты; допускаемое отклонение напряжения и частоты от номинального, а также, при необходимости, допускаемый коэффициент несинусоидальности напряжений и допускаемое колебание частоты.

3.3. При питании от сетей постоянного тока нормируют:

номинальное значение напряжения и допускаемое отклонение напряжения, а также, при необходимости, допускаемый коэффициент пульсации напряжения.

3.4. При использовании электрических источников энергопитания в ГПС (ГПМ) нормируют прочность и сопротивление изоляции входных и выходных цепей относительно корпуса средства измерений ГПС (ГПМ) в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.019—79.

3.4.1. Для заземления устанавливают соответствующие требования к сопротивлению растекания.

3.5. При использовании пневматических и гидравлических источников питания нормируют номинальное давление, температуру, скорость течения и расход газа или жидкости, допускаемые пределы отклонения температуры, давления от номинального значения, а также, при необходимости, допускаемую пульсацию давления, требования к качеству используемых воздуха или жидкости (наличия примесей, степени очистки).

3.5.1. При пневматических (гидравлических) источниках питания нормируют допускаемые утечки и сопротивление утечки.

3.6. Допускаемое изменение уровня информационных сигналов в ГПС (ГПМ) от действия влияющих величин в нормальных условиях не должно превышать 5% для аналоговых и 10% для дискретных сигналов от их номинального значения.

3.7. Помехи из сети энергопитания, действующие на устройства программного управления ГПС (ГПМ), не должны превышать значений, установленных в ГОСТ 21021—85 и ГОСТ 21552—84.

4. ОЦЕНКА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ НОРМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ИЗМЕРЕНИЙ В ГПС (ГПМ)

4.1. Для определения соответствия условий измерений нормальным унифицированным, расширенным или смещенным следует провести оценку соблюдения требований пп. 1.5.1; 1.5.2; 1.5.1.3 или 1.5.3; 1.5.3.2 соответственно (приложение 6).

4.2. Оценка соблюдения смещенных нормальных условий при измерении может выполняться с помощью сопоставления результатов измерений обрабатываемых в ГПС (ГПМ) изделий с результатом их арбитражных измерений при соответствующей выдержке

в унифицированных или расширенных нормальных условиях для исключения влияния последействия ВВ.

4.3. Погрешность измерения нормируемых параметров ВВ не должна превышать 35% от предела соответствующей нормальной области значений ВВ относительно установленного номинального (квазиноминального) значения или 15% от разности нормальных пределов при неустановленном номинальном (квазиноминальном) значении.

4.4. Число и размещение вспомогательных средств измерений влияющих величин должно обеспечивать получение достаточной информации для описания влияющего поля с учетом требований пп. 1.5.1; 1.5.1.3 и 1.5.3; 1.5.3.2 (приложение 2).

4.5. Оценка нормальных условий измерений при поверке может выполняться по сопоставлению результатов измерений в них выборочных деталей (мер-свидетелей), аттестуемых в унифицированных или расширенных нормальных условиях с учетом требований пп. 1.6 и 1.6.1.

Поправку на смещение квазиноминальных значений ВВ определяют как разность средних арифметических результатов измерений одних и тех же параметров в смещенных и унифицированных (расширенных) нормальных условиях.

4.6. Эффективность обеспечения нормальных условий измерений в ГПС (ГПМ) определяется исключением затрат времени в технологическом процессе на введение поправок к действительному значению ВВ, исключением необходимости непрерывного контроля ВВ с точностью соответствующих поправок, а также повышением доверительной вероятности результатов измерений при практически неизменных законах распределения их погрешностей, отсутствии систематических погрешностей и малости случайных составляющих.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Справочное

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМИНОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЯХ

1. Пределы нормальной области ВВ — границы диапазона значений ВВ, отсчитываемые обычно от ее номинального (квазиноминального) нормального значения, в которых выполняются требования пп. 1.5.1.3; 1.5.3.2.

2. Адаптивные алгоритмы (средства измерений) — алгоритмы (СИ), обеспечивающие уменьшение действия ВВ на результат измерений посредством автоматической корректировки настройки или функций преобразования.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочное

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ВВ, ИХ ЧИСЛО И РАЗМЕЩЕНИЕ

1. Минимальное число датчиков для контроля ВВ при размещении их по определенному направлению выбирают из соотношения $n_1 = C_l l/\lambda_n$, где $C_l \geqslant 1{,}2$ — коэффициент запаса; l — размер рабочего пространства в заданном направлении; λ_n — минимальный интервал автокорреляционной функции контролируемой ВВ в заданном направлении (масштаб неоднородности измеряемого влияющего поля).

Для двумерной области число требуемых датчиков контроля ВВ выбирают из соотношения $n_F = C_F F/(\lambda_{n1} \quad \lambda_{n2})$, где F — площадь рабочего пространства, λ_{n1}, λ_{n2} — минимальные интервалы автокорреляционных функций контролируемой ВВ по соответствующим координатным направлениям.

Для трехмерной области число требуемых датчиков контроля ВВ соответственно $n_v = c_v V/(\lambda_{n1} \quad \lambda_{n2} \quad \lambda_{n3})$, где V — объем рабочего пространства; λ_{n1}, λ_{n2}, λ_{n3} — минимальные интервалы автокорреляционных функций контролируемой ВВ в соответствующих координатных направлениях.

2. Наилучшее размещение датчиков контроля ВВ выполняется при отсутствии или минимизации корреляции между их показаниями.

При $n_l = 2$ коэффициент корреляции $\rho_{12} \to \min$ и не более 0,5.

При $n > 2$ должно минимизироваться обобщенное число обусловленности у соответствующей корреляционной матрицы $K_{ij}(t, t')$.

Коэффициент корреляции определяют по формуле

$$\rho_{12} = \frac{\sum\limits_i (y_{i1} - \overline{y_1})(y_{i2} - \overline{y_2})}{\sigma_{y1}\sigma_{y2}},$$

где y_{i1}, y_{i2} — показания первого и второго датчиков соответственно; $\overline{y_1}$ и $\overline{y_2}$ — средние арифметические значения показаний первого и второго датчиков из $i = 1, 2, 3 \ldots$ измерений; σ_{y1}, σ_{y2} — СКО ряда показаний датчиков.

$$K_{ij}(t, t') = \begin{pmatrix} K_{11}(t, t') & K_{12}(t, t') & \ldots & K_{1n}(t, t') \\ K_{21}(t, t') & K_{22}(t, t') & \ldots & K_{2n}(t, t') \\ K_{n1}(t, t') & K_{n2}(t, t') & \ldots & K_{nn}(t, t') \end{pmatrix},$$

где i, j — номера размещенных в пространстве датчиков $1, 2 \ldots n$; t, t' — моменты времени контроля влияющей величины; K_{ij} — ее соответствующие корреляционные моменты. Для стационарного поля $(t - t') = \tau$.

3. Рекомендуемые средства измерений ВВ в рабочем пространстве приведены в таблице.

При выборе этих средств для ГПС (ГПМ) предпочтение отдается средствам, имеющим стандартный выходной сигнал для подключения к автоматизированным измерительным информационным системам.

Рекомендуемые средства измерений ВВ

Влияющая величина	Средства измерений	Диапазон вероятных значений	Число точек измерения
1. Температура	Термоэлектрический термометр; термопреобразователь	От —40 до 85°С	2 — 5
2. Разность температур	Термоэлектрический дифференциальный термометр, термометр сопротивления, термопреобразователь	До 40°С	2 — 5
3. Скорость изменения температуры	Термоэлектрический термометр, термопреобразователь со вторичным измерителем	От 0,1 до 100°С/мин	2 — 5
4. Давление окружающего воздуха	Барометр-анероид, датчик давления со вторичным измерительным преобразователем	От 80 до 110 кПа	1
5. Относительная влажность окружающего воздуха	Электрический аспирационный психрометр, датчик влажности с вторичным измерительным преобразователем	От 50 до 98%	1 — 2
6. Вынуждающая вибрация, частота вибраций	Виброметр, информационно-измерительная система	От 0,2 до 1200 Гц	1 — 3
амплитуда виброперемещения		От 0,7 до $7 \cdot 10^4$ мкм	1 — 3
амплитуда виброскорости		До 10 мм/с	1 — 3
амплитуда виброускорения		До 500 м/с^2	1 — 3
7. Скорость движения воздуха	Анемометр, измеритель скорости движения воздуха	От 0,1 до 10 м/с	1 — 3
8. Уровень шума	Шумомер	От 22 до 120 дБ	1
9. Освещенность	Люксметр	От 0 до $1 \cdot 10^5$ лк	1
10. Ориентация линии и плоскости измерения	Оптический квадрант, уровень электронный	От 0 до 180°	1 — 2
11. Запыленность воздуха	Радиоизотопный или фотоэлектрический измеритель концентрации пыли, радиоизотопный или фотоэлектрический пылемер		
размер частицы пыли		От 0,5 до 12 мкм	1
количество частиц пыли в 1 м^3		До 10^9 частиц	1
12. Показатель преломления воздуха	Рефрактометр	От 1,00027 до 1,00028	1

Продолжение

Влияющая величина	Средства измерений	Диапазон вероятных значений	Число точек измерения
13. Плотность воздуха	Лабораторные весы и образцовые гири	От 1,17 до 1,23 г/см^3	1
14. Объемная доля CO_2	Химический газоопределитель	От 0,02 до 0,08%	1
15. Напряженность магнитного поля (магнитная индукция)	Микротесламетр	До 100 000 А/м (От $1 \cdot 10^{-6}$ до 2 Тл)	1
16. Напряженность электрического поля	Измеритель напряженности	От 130 В/м до 25 кВ/м	1
17. Уровень радиации. Пределы эквивалентной дозы рентгеновских излучений	Дозиметр	До 3 мР/ч	1

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Справочное

УЧЕТ ВЕСА ВВ И ОЦЕНКА ОДНОРОДНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

1. СКО составляющей погрешности от совокупности N некоррелированных ВВ, из которых m имеют увеличенные (уменьшенные) веса влияния W_1, $W_2 \ldots W_m$, оценивается по формуле, приведенной в ГОСТ 8.395—80.

1.1. При необходимости учета веса влияния отдельной ВВ квадрат его значения добавляется к числу действующих ВВ, уменьшенному на 1, а соответствующий нормируемый по п. 1.5.1.3. (1.5.3.2) предел следует умножить на учитываемый вес.

Пример. При действии двух ВВ, вес влияния одной из которых равен 2, нормируемый предел случайных погрешностей от действия ВВ с меньшим весом выбирается по п. 1.5.1.3 (1.5.3.2) при действии $5=2^2+2-1$ ВВ, т. е. 20%, а соответствующий предел для величины с большим весом $20 \times 2 = 40\%$.

2. Оценка суммарного СКО S_Σ погрешности влияния от совокупности коррелированных ВВ определяется по формуле РД 50—443—83

$$S_\Sigma^2 = \sum_{i=1}^{m} W_i^2 S_i^2 + 2 \sum_{k \neq l}^{m} \tilde{\rho}_{kl} \cdot W_k \cdot W_l \cdot S_k \cdot S_l,$$

где W_i — вес влияния, $\tilde{\rho}_{kl}$ — коэффициент корреляции. При этом можно принимать $S_i = S_k = S_l = S$; $\tilde{\rho}_{kl} = 1$.

Для некоррелированной ВВ $\tilde{\rho}_{kl} = 0$.

2.1. При необходимости учета веса влияния отдельной коррелированной ВВ ($\varrho_{kl}=1$) квадрат и удвоенное значение ее веса влияния добавляют к числу действующих ВВ, уменьшенному на 1, а соответствующий нормируемый по п. 1.5.1.3 (1.5.3.2) предел следует умножить на учитываемый вес.

Пример. При действии двух коррелированных ВВ, вес влияния одной из которых равен 2, нормируемый предел случайных погрешностей из-за действия ВВ с меньшим весом влияния выбирают по п. 1.5.1.3 (1.5.3.2) как при действии девяти ($9=2^2+4+2-1$) ВВ, т. е. равным 15%, а соответствующий предел для ВВ с большим весом $15\times2=30\%$.

3. Основные требования и методы идентификации унифицированных и расширенных нормальных условий измерений соответствуют положениям, установленным в ГОСТ 8.395—80 и методических указаниях РД 50—443—83.

4. Однородность результатов измерений в смещенных нормальных условиях рекомендуется проверять по критерию Кокрена $G_k=S^2_{k\,\max}\Big/\left(\sum\limits_{k=-m}^{m} S_k{}^2\right)$, где S_k — СКО статистической группы результатов измерений при неизменном режиме обработки и алгоритме измерений. При этом распределение результатов измерений в каждой статистической группе предполагается нормальным; одна из групп соответствует режиму, близкому к квазиноминальному со средними значениями существенно ВВ; число рассматриваемых групп не менее трех, из которых две соответствуют большим и меньшим значениям главного влияющего параметра* режима обработки.

Для критерия однородности Кокрена должно выполняться требование $G_k<G_{\max}(2m,\ n_k-1)q$ — табличное значение статистики при рассматриваемом числе групп $2m$, объеме выборки $n_k=\text{const}$ в каждой группе и уровне значимости q.

Распределение результатов измерений при неопределенном числе ВВ с широкой областью значений принимают соответствующим распределению Лапласа.

Пример. Вариация выборочных СКО S относительно среднего значения S_0 имеет плотность распределения вида

$$p(S)=\frac{2}{\lambda_p{}^2}\cdot S e^{-S^2/\lambda_p{}^2},$$

где $\lambda_p=2S_0/\sqrt{\pi}$.

Функция распределения в пределах $0\leqslant S<\infty$ при этом имеет вид $F(S)=1-e^{-S^2/\lambda_p{}^2}$, а для $S=S_0$ $F(S_0)=0{,}544$. Выделим на графике плотности распределения $p(S)$ ряд из $2m$ симметричных относительно среднего значения S_0 полос с шириной $(\eta/2)S_0$, где η — информационный критерий малости погрешности.

Рассматривая условно каждую полосу как некоторую статистическую группу с номером k и дисперсией $S_k^2=(1+k\eta/2)^2S_0^2$, проведем приближенную оценку статистической однородности их совокупности по критерию Кокрена, для чего определим

$$G_k=\frac{(1+m\eta/2)^2}{\sum\limits_{k=-m}^{m}(1+k\eta/2)^2}.$$

При $\eta=0{,}35$;

$2m=4$ $G_{k=4}=0{,}42<G_{\max}(4{,}16)_{q=0{,}05}=0{,}44$;

$2m=6$ $G_{k=6}=0{,}34<G_{\max}(6{,}16)_{q=0{,}01}=0{,}35$;

$2m=8$ $G_{k=8}=0{,}29>G_{\max}(8{,}16)_{q=0{,}05}=0{,}25$.

* Параметр, имеющий наибольший вес влияния

Таким образом, по критерию Кокрена допустимые изменения СКО под действием ВВ находятся в пределах $\pm 0{,}5\ S_0$ при $n_k = 16$ и общем объеме выборки $n_в = 96 / \left(\sum_{k=-m}^{m} F_k(S_k) \right)$.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
Справочное

ХАРАКТЕРНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ И ПРЕДЕЛЫ НОРМАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ СВВ

1. Для унифицированных (УНУИ) и расширенных (РНУИ) нормальных условий измерений номинальные нормальные значения и пределы нормальной области значений существенно влияющих величин (СВВ) либо непосредственно установлены в государственных стандартах на вид измерений или тип средства измерений (ГОСТ 8.050—73, ГОСТ 12997—84, ГОСТ 22261—84, ГОСТ 8.395—80 и т. п.) либо могут быть определены расчетно-экспериментальными методами (РД 50—443—83, МИ 88—76).

2. Специфика действия ВВ, их источники, диапазоны значений в машиностроении, а также характерные нормальные значения ВВ в унифицированных нормальных условиях измерений приведены в таблице. Там же указаны зависимости для определения нормальной области значений ВВ в смещенных нормальных условиях измерений (СНУИ).

3. Для уменьшения поправки на смещение квазиноминального значения ВВ могут использоваться адаптивные алгоритмы настройки и работы ГПС (ГПМ); специальное расположение базовых измерительных поверхностей.

Пример. Для уменьшения температурной поправки на токарном ГПМ рекомендуются двусторонние измерения и следующее расположение базовых поверхностей привязки датчиков линейных измерений: для оси вращения — на патроне и пиноли (центре) задней бабки; для координаты продольного положения — любая торцевая поверхность на патроне. Размеры базовой детали должны быть возможно малыми или эта деталь должна выполняться из материала с малым температурным коэффициентом линейного расширения (инвар, ситалл, кварц). Если конструкция ГПМ позволяет, то базовую деталь целесообразно расположить внутри патрона, а также выполнить в виде тонкостенного кольца, сектора.

4. Для ориентировочного оценивания пределов нормальной области СВВ, кроме расчетного моделирования и испытания в специальных камерах, может применяться метод парциальных топограмм, основанный на использовании местных возбудителей ВВ заданного уровня с фиксацией во времени отклика измерительной системы на действие ВВ на определенных участках ГПС (ГПМ). Эти возбудители могут быть накладными и дистанционными.

5. При изготовлении партии деталей предварительное квазиноминальное значение ВВ можно определять по первым пробным деталям (первой детали), а окончательное квазиноминальное значение определять при экстраполяции на всю партию изделий. Округление устанавливаемого квазиноминального значения ВВ выполняется аналогично округлению соответствующего номинального нормального значения этой ВВ.

6. Рабочее пространство, в котором нормируются и обеспечиваются смещенные нормальные условия, имеет границы вдоль стен помещения с отступлением на 1 м от окон, радиаторов отопления, 0,5 м от пола и потолка; выделяется экранирующими щитами, специальными изолирующими устройствами.

7. При соблюдении требований пп. 1.5.3 и 1.5.3.2 изменение составляющей погрешности измерений от действия ВВ в смещенных нормальных условиях при повторных измерениях не должно превышать 35% от предела допускаемой погрешности результата измерений. СВВ имеет статистический вес влияния не менее 1/3.

8. Уровень индустриальных радиопомех, создаваемых при работе средств вычислительной техники ГПС (ГПМ) не должен превышать значений, установленных в ГОСТ 23511—79, нормах 8—72, 15—78.

9. В нормальных условиях измерений размещение средств измерения в рабочем пространстве должно обеспечивать электромагнитную совместимость измерительного и управляющего оборудования, т. е. способность удовлетворительно с учетом требований пп. 1.5.1.3; 1.5.3; 1.5.3.2 функционировать в электромагнитной среде без внесения в нее нежелательных возмущений.

Специфика действия и характерные значения влияющих величин в рабочем пространстве ГПС (ГПМ)

Влияющая величина	Специфика действия	Основной источник	Нормальное значение в УНУИ	Определение значений ВВ в СНУИ
1	2	3	4	5
Температура t, °С $\Delta\bar{t}$ — среднее отклонение температуры от номинального нормального значения $t_{ном}$	Деформация статическая Изменение электрического сопротивления проводников, полупроводников, индуктивности, емкости, изменение модуля упругости	Работа двигателей, трансформаторов, электронной аппаратуры, магнитных плит и захватов, климатические факторы, отопление	$t_{ном}=20$°С $\Delta\bar{t}\leqslant 5$°С	$\overset{\circ}{\Delta}_{yN}(t-t_{кн})\leqslant$ $\leqslant\frac{\eta\Delta_{пред}}{\sqrt{N}}W_t\approx$ $\approx\frac{\eta_0\Delta_{д.осн}}{\sqrt{N}}W_t$ $\eta=0{,}35;\ \eta_0=0{,}5$ $W_t=2-3$
δt_τ — изменение температуры в процессе выполнения измерений за время τ	Деформация динамическая	Нагрев при термообработке, испытаниях, механической обработке	$\delta t_\tau<2$°С	
Δt_p — разность температур	$\delta C^i=R_{mkl}{}^i C^l X^{mk} F_n$ Неоднозначность δC^i смещения в многосвязной системе C^l	Тепловые потоки	$\Delta t_p<2$°С	$\frac{\lvert\delta C^i\rvert}{\lvert C^l\rvert}\leqslant\eta^6$
Уровень вынуждающих вибраций: 1) гармонических с амплитудой A виброперемещений частотой $f=\omega/2\pi$ амплитудой виброскорости $V_a=A\omega$	Периодическая динамическая сила периодические смещения	Дисбаланс, эксцентриситет вращающихся элементов станков, машин, двигателей, обрабатываемых	При линейных измерениях для $f=1-100$ Гц $V_a=2\pi fA=0{,}0315-1$ мм/с	$\overset{\circ}{\Delta}_{yN}(V_a-V_{a.кн})\leqslant$ $\leqslant\frac{\eta\Delta_{пред}}{\sqrt{N}}W_{V_a}=$

Продолжение

1	2	3	4	5
амплитудой ускорения $Q_a=A\omega^2$ 2) полигармонических вибраций ограниченного спектра, негармонических с существенными гармониками по условию Парсеваля—Ляпунова $S_{с.п}\approx\sqrt{\sum_{n=1}^{p}A^2_n/2}$	Случайные и спектральные вибрации, релаксационные колебания	изделий; электромагнитные наводники Удары в зубчатых передачах; автоколебания трения и резания; проходящий транспорт; удары молота; забивание свай в песчаный и глинистый грунт		$=\frac{\eta_0\Delta_{д.осн}}{\sqrt{N}}W_{V_a}$; $W_{Va}=1-2$
Запыленность воздуха и поверхностей	Оседание на поверхность пыли Рефракция Шунтирование микропроводников	Эрозия почвы; износ покрытий; пары масел; аэрозоли; аэропланктон; абразивная пыль; СОЖ*, другие технологические элементы; тонкие волокна	$a_ч\leqslant\eta_0\Delta_{д.осн}$ Для контактных линейных измерений при $\psi=0$ $V_{aч}=V_{в.н}$ $N_{a\,ч}\leqslant\frac{40\cdot10^6}{\tau V_{a\,ч}}$ при $0<\psi<89°$ $N_{a\,ч}=\frac{1{,}4\cdot10^3}{\cos\psi}(1-P_{a\,ч})V^{-1}_{a\,ч}$	$\mathring{\Delta}_{yN}(N_{a\,ч}-N_{a\,ч.кн})\leqslant$ $\leqslant\frac{\eta\Delta_{пред}}{\sqrt{N}}W_{a\,ч}=$ $=\frac{\eta_0\Delta_{д.осн}}{\sqrt{N}}W_{a\,ч}$; $W_{a\,ч}\approx\frac{1}{3}-1$

* СОЖ — смазочно-охлаждающая жидкость

Продолжение

1	2	3	4	5
Давление P воздуха	Изменение расхода истечения жидкостей и газов в атмосферу; изменение плотности воздуха, действующее на показатель преломления и длину световой волны, вызывающее изменение погрешности определения массы гирь, искривление светового луча и т. п.	Состояние атмосферы; обмен и подача воздуха	$P_{ном}=100$ кПа (750 мм. рт. ст.). Для линейных, угловых измерений и спектрометрии $P_{ном}=101{,}3$ кПа (760 мм. рт. ст.). $P=P_{ном}\pm 4$ кПа $P_{ном}=P_{ат}$	$\mathring{\Delta}_{yN}(P-P_{кн})\leqslant \leqslant \frac{\eta\Delta_{пред}}{\sqrt{N}}W_p= =\frac{\eta_0\Delta_{д.осн}}{\sqrt{N}}W_p;$ $W_p=\frac{1}{3}-\frac{1}{2}$
Относительная влажность воздуха	Изменение плотности воздуха, электропроводности воздуха и адсорбирующих влагу поверхностей, условий теплопередачи; коррозия металлов	Состояние атмосферы, технологические процессы	$\varphi=30-80\%$; $\varphi_{ном}=60\%$. Для линейных измерений $\varphi_{ном}=58\%$	$\mathring{\Delta}_{yN}(\varphi_н-\varphi_{кн})\leqslant \leqslant \frac{\eta_0\Delta_{пред}}{\sqrt{N}}W_\varphi= =\eta_0\Delta_{д.осн}W_\varphi N^{-1/2};$ $W_\varphi=1/3-1/2$
Напряженность H магнитного поля (магнитная индукция $B_м$), магнитный поток	Пондеромоторные силы $G_м$, магнитострикция; $G_м=4{,}06\ B_м^2\times \times F_м=4{,}06\ Ф^2/F_м$	Магнитные плиты, захватные приспособления, магнитное поле Земли $H_з$	$H=400$ А/м, $H_{ном}=H_з$	$\mathring{\Delta}_{yN}(H-H_{кн})\leqslant \leqslant\eta\Delta_{пред}W_м N^{-1/2}= =\eta_0\Delta_{д.осн}W_м N^{-1/2};$ $W_м=1/3-1$

Продолжение

1	2	3	4	5
Уровень звукового давления $Q_{зв}$ (шум)	Микрофонный эффект мешающее, утомляющее и болевое действие на человека	Технологические процессы, работа транспорта	$Q_{зв} \leqslant 80$ дБ	$\mathring{\Delta}_{yN}(Q_{зв}-Q_{зв.кн}) \leqslant \eta\Delta_{пред} W_{Qзв} N^{-1/2} = \eta_0 \Delta_{д.осн} W_{Qзв} N^{-1/2}$; $W_{Qзв}=1/3-1/2$
Напряженность электростатического поля E	Сила $G_э = H_э Q_э$ $Q_э < 5 \cdot 10^{-9} F_{ф.кл}$	Технологические процессы, трение полимерных материалов, ЛЭП, атмосферное электричество, электростатическое поле Земли $E_з$	$E_{ном}=1$ кВ/м $E_з = E_{ном} = 130$ В/м	$\mathring{\Delta}_{yN}(E-E_{кн}) \leqslant \eta\Delta_{пред} W_E N^{-1/2} = \eta_0 \Delta_{д.осн} W_E N^{-1/2}$; $W_E = 1/3-1$
Освещенность E_v	Ясность видения, засветка фоточувствительных элементов, нагревание поверхностей плит, термофорез пыли	Общее и местное освещение, технологические процессы, внешний дневной свет	500 лк ($l_{об} \geqslant 5$ мм) $\leqslant E \leqslant 5000$ лк ($l_{об} \leqslant 0{,}15$ мм)	$\mathring{\Delta}_{yN}(E_v-E_{vкн}) \leqslant \eta\Delta_{пред} W_{Ev} N^{-1/2} = \eta_0 \Delta_{д.осн} W_{Ev} N^{-1/2}$; $W_{Ev}=1/3-1$
Внешние силы G поверхностные, объемные. Ориентация линии и плоскости измерений	Деформация, напряжения	Силы зажима, трения, измерительного усилия. Сила тяжести, инерции	$G_{ном}=0$ Для линейных измерений $\psi_{G\,ном}=90°$	$\mathring{\Delta}_{yN}(G-G_{кн}) \leqslant \eta\Delta_{пред} W_G N^{-1/2} = \eta_0 \Delta_{д.осн} W_G N^{-1/2}$; $W_G=1/2-2$

Продолжение

1	2	3	4	5
Скорость движения воздуха (среды измерения) $V_в$	Изменение граничных условий теплопередачи; изменение плотности воздуха; перенос пыли; рефракция	Вентиляция; ветер; технологические процессы	$V_{в.ном}=0$ $V_в \leqslant 0{,}1$ м/с	$\overset{\circ}{\Delta}_{yN}(V_в - V_{в.кн}) \leqslant$ $\leqslant \eta \Delta_{пред} W_{vв} N^{-1/2} =$ $= \eta_0 \Delta_{д.осн} W_{vв} N^{-1/2}$; $W_{vв}=1/3-1/2$
Напряжение U, ток I, частота f электрической энергии питания	Нестабильность энергопитания вызывает изменения метрологических характеристик; нестабильность и ненадежность работы	Источники электрической энергии переменного тока, постоянного тока	$U=220\pm^{11}_{22}$ В	$\overset{\circ}{\Delta}_{yN}(U - U_{кн}) \leqslant$ $\leqslant \eta \Delta_{пред} W_{эп} N^{-1/2} =$ $= \eta_0 \Delta_{д.осн} W_{эп} N^{-1/2}$; $W_{эп}=1-2$
Радиация. Мощность эквивалентной дозы рентгеновского излучения	Влияние на человека. Ионизация воздуха, изменение сопротивления проводников	Технологические процессы	Предел эквивалентной дозы 3 мР/ч на расстоянии 1 м	$W_{рад}=1/3-1/2$

В таблице: $\eta_0 = 0{,}5$ — критерий малости случайной составляющей основной погрешности средства измерений; $\eta = 0{,}35$ — критерий малости случайной составляющей погрешности измерений; $\Delta_{\text{пред}}$ и $\Delta_{\text{д.осн}}$ — предел допускаемой погрешности измерений и основной погрешности средства измерений соответственно; $\overset{\circ}{\Delta}_{yN}$ — случайная составляющая погрешности измерений (основной погрешности СИ) от действия соответствующей ВВ; N — расчетное число действующих СВВ; W_t — вес влияния температуры; $t_{\text{кн}}$ — квазиноминальное значение температуры, W_{va} — вес влияния вибраций; $S_{\text{с.п}}$ — СКО кривой реализации перемещений процесса колебаний; A_n — амплитуда n-й гармоники; ω — круговая частота; $V_{a.\text{кн}}$ — квазиноминальное значение амплитуды виброскорости вынуждающих вибраций; $a_{\text{ч}}$ — размер пылевой частицы; $\gamma_{\rho\text{ч}}$ — плотность частиц пыли; $N_{a\text{ч}}$ — количество частиц в 1 м³ (1 л) воздуха; $N_{a\text{п}}$ — число частиц, осевших на поверхность площадью $F_{\text{п}}$ за время τ; $V_{a\text{ч}}$ — скорость оседания витающих частиц пыли; ψ — угол между направлением оседания частиц (или скорости воздушного потока) и нормалью к поверхности; $V_{\text{в.ном}}$ — номинальная нормальная скорость движения воздуха; $P_{a\text{ч}}$ — вероятность оседания частиц пыли; $W_{a\text{ч}}$ — вес влияния запыленности; $P_{\text{кн}}$ — квазиноминальное значение давления воздуха; W_p — вес влияния давления воздуха; $\varphi_{\text{кн}}$ — квазиноминальное значение относительной влажности воздуха; W_φ — вес влияния влажности воздуха; $H_{\text{кн}}$ — квазиноминальное значение напряженности магнитного поля; $F_{\text{м}}$ — площадь, через которую проходит магнитный поток Ф; $W_{\text{м}}$ — вес влияния магнитного поля; $Q_{\text{э}}$ — электрический заряд в воздухе на площади F_Φ; W_E — вес влияния напряженности электростатического поля; $Q_{\text{зв.кн}}$ — квазиноминальное значение уровня звукового давления от шума; $W_{Q\text{зв}}$ — вес влияния звукового давления от шума; $l_{\text{об}}$ — линейный размер объекта наблюдений; $E_{v\text{кн}}$ — квазиноминальное значение освещенности; W_{Ev} — вес влияния освещенности; W_G — вес влияния внешней силы; $G_{\text{кн}}$ — квазиноминальное значение внешней силы; $V_{\text{в.кн}}$ — квазиноминальное значение скорости воздуха (среды измерений); $W_{V\text{в}}$ — вес влияния скорости воздуха; $R_{mkl}{}^i$ — математический оператор, связывающий векторную величину с ее приращением при параллельном переносе по замкнутому контуру площади F_n в пространстве (тензор кривизны пространства); X^{mk} — бивектор направления поверхности, ψ_G — угол между направлениями линии (плоскости) измерения и силы тяжести; $W_{\text{эп}}$ — вес влияния энергопитания; $W_{\text{рад}}$ — вес влияния радиации.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5
Справочное

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о соблюдении нормальных условий измерений в ГПС (ГПМ)

1. Наименование и назначение ГПС (ГПМ).
2. Шифр, инвентарный номер.
3. Предел допускаемой погрешности измерений (контроля).
4. Тип нормальных условий: унифицированные, расширенные, смещенные (подчеркнуть).
5. Пределы существенно влияющих величин (пределы главных параметров режима обработки) в ГПС (ГПМ).
6. Номинальные (квазиноминальные) значения ВВ (главных параметров технологического процесса).
7. Номер алгоритмов и программ оценки расширенных и смещенных нормальных условий измерений.

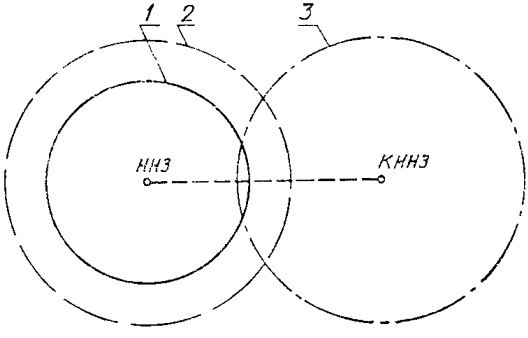
Председатель комиссии
Члены комиссии
Ответственный по метрологическому обеспечению ГПС

Примечания:

1. Свидетельство выдается на основании экспериментальной (расчетно-экспериментальной) проверки соответствия условий измерений нормальным.
2. Комиссия назначается руководителем предприятия. В состав ее должны входить специалисты-метрологи и технологи.

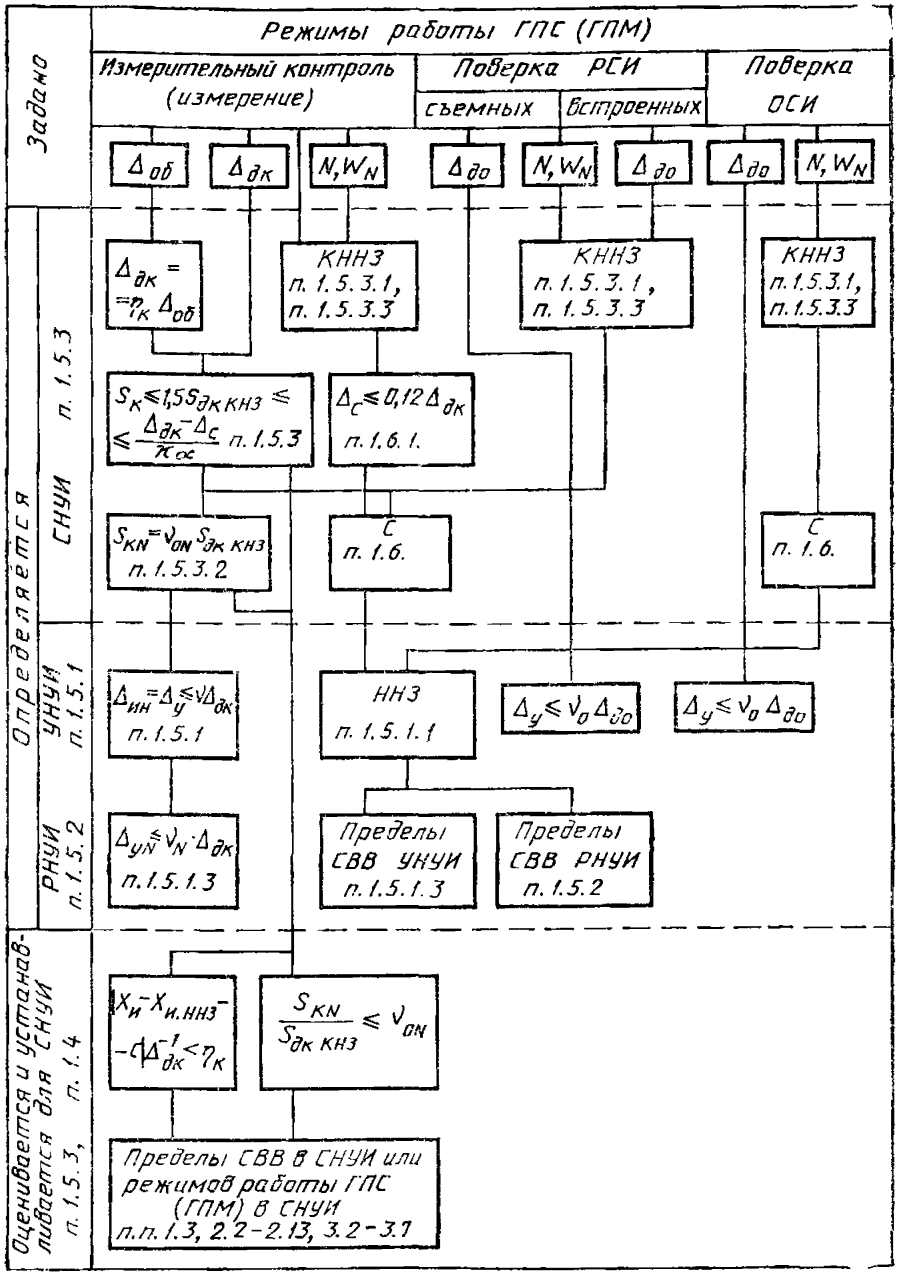
ПРИЛОЖЕНИЕ 6
Справочное

1. Диаграмма связи СНУИ, УНУИ, РНУИ



1—унифицированные нормальные условия измерений; *2*—расширенные нормальные условия измерений; *3*—смещенные нормальные условия измерений (СНУИ); ННЗ — номинальное нормальное значение ВВ; КННЗ—квазиноминальное нормальное значение ВВ

2. Схема анализа и выбора нормальных условий измерений



На схеме приняты следующие обозначения:

$\Delta_{об}$ — допуск контролируемой (измеряемой) величины;

$\Delta_{д.к}$ — предел допускаемой погрешности контроля (измерения);

$\eta_к \leqslant 0{,}35$ — критерий малости погрешности контроля;

$\Delta_{д.о}$ — предел допускаемой основной погрешности СИ;

$\Delta_{ин}$ — выход инструментальной погрешности за предел основной погрешности СИ;

$\Delta_{у}$ — погрешность влияния от действия совокупности ВВ;

$\Delta_{уN}$ — погрешность влияния от действия N-й ВВ;

C — поправка на смещение для перехода от СНУИ к УНУИ и РНУИ.

Δ_C — погрешность поправки;

$\nu \leqslant 0{,}35$; $\nu_0 \leqslant 0{,}5$ — критерий малости составляющей погрешности измерений и основной погрешности СИ соответственно;

ν_N, ν_{0N} — критерий малости составляющей погрешности измерений и основной погрешности СИ для отдельной ВВ;

N — число и вид существенно влияющих величин (СВВ);

W_N — вес влияния СВВ;

$X_и$, $X_{иННЗ}$ — значение величины, измеренное в СНУИ и в УНУИ или в РНУИ;

$S_{КНЗ}$ — среднее квадратическое отклонение результатов измерений (обычно закон распределения нормальный) при квазиноминальных значениях (КННЗ) СВВ;

$S_{дк.КНЗ}$ — предел допускаемого значения СКО при КННЗ СВВ;

$S_к$ — СКО результатов измерений в СНУИ (при действии случайного числа случайных величин характерен закон распределения Лапласа, т. е. двойной экспоненциальный);

x_α — квантиль порядка α;

$S_{кN}$ — СКО результатов измерений в СНУИ от действия N-й ВВ

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. **РАЗРАБОТАНЫ И ВНЕСЕНЫ** Государственным комитетом СССР по стандартам

ИСПОЛНИТЕЛИ

Цейтлин Я. М., канд. техн. наук (руководитель темы); **Кудряшова Ж. Ф.**, канд. техн. наук; **Гречухина Г. Б.**

2. **УТВЕРЖДЕНЫ** НПО «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева» 20.05.88

3. **ЗАРЕГИСТРИРОВАНЫ** ВНИИМС 24.05.88

4. **ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений.

Нормальные условия измерений в гибких производственных системах.

Общие положения

МИ 1888—88

Редактор *Н. А. Еськова*
Технический редактор *В. Н. Прусакова*
Корректор *В. С. Черная*

Н/К

Сдано в набор 30.11.88 Подп. в печ. 14.03.89 Формат 60×90¹/₁₆ Бумага типографская № 2 Гарнитура литературная. Печать высокая 1,5 усл. п. л. 1,5 усл. кр.-отт. 1,58 уч.-изд. л. Тираж 2 000 экз. Зак. 3259 Изд. № 10455/4

«Почета» Издательство стандартов, 123840, Москва, ГСП, Новопресненский пер., 3
Тип. «Московский печатник». Москва, Лялин пер., 6.

gost.e-ecolog.ru