

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського

„Харківський авіаційний інститут”

К. Б. Трофимов, Н. В. Чернобай

МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ

Навчальний посібник

Харків „ХАІ” 2004

УДК 658.562.012.7 (075.8)

Метрологічне забезпечення якості/ К.Б. Трофимов, Н.В. Чернобай. – Навч. посібник. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т „Харк. авіац. ін-т”, 2004. – 34 с.

Описано основні положення метрологічного забезпечення якості згідно з вимогами до систем управління якістю, а також подано основні терміни та визначення в сфері метрологічного забезпечення, чинні в Україні. Наведено класифікацію характеристик якості продукції.

Становить інтерес для студентів спеціальності „Якість, стандартизація та сертифікація” денної та заочної форм навчання, оскільки містить основні вимоги до метрологічного забезпечення якості продукції та перелік основних характеристик якості продукції.

Бібліогр.: 4 назви

Рецензенти : О.П. Балевський, Л.Ф. Ковалевський

© Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського

„Харківський авіаційний інститут”, 2004

ЗМІСТ

<i>ВСТУП</i>	4
<i>Розділ 1. СИСТЕМА МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ДСТУ 3921.1-1999 (ISO 10012-1:1992)</i>	4
1.1. СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ	4
1.2. НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ.....	4
1.3. Терміни щодо системи метрологічного забезпечення.....	4
1.4. ВИМОГИ	8
<i>Розділ 2. НАСТАНОВИ ЩОДО КОНТРОЛЮ ПРОЦЕСІВ ВИМІРЮВАНЬ ДСТУ 3921.2-2000 (ISO 10012-2:1997)</i>	17
2.1. СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ	17
2.2. НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ.....	17
2.3. ВИЗНАЧЕННЯ ЩОДО КОНТРОЛЮ ПРОЦЕСІВ ВИМІРЮВАННЯ....	17
2.4. РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	19
<i>Розділ 3. ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ</i>	23
3.1. СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ	23
3.2. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ	24
3.3. КЛАСИФІКАЦІЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ.....	25
3.4. ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКЦІЇ.....	26
3.5. ХАРАКТЕРИСТИКИ НАДІЙНОСТІ	26
3.6. ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕКОНОМІЧНОСТІ.....	27
3.7. ЕРГОНОМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОДУКЦІЇ.....	28
3.8. ЕСТЕТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОДУКЦІЇ.....	28
3.9. ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ ПРОДУКЦІЇ.....	28
3.10. ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАНСПОРТАБЕЛЬНОСТІ	28
3.11. ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАНДАРТИЗАЦІЇ І УНІФІКАЦІЇ.....	29
ДОДАТОК А	30
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	33

ВСТУП

У наш час конкурентної боротьби виробники приділяють багато уваги якості продукції і її контролю. Тому в сучасне виробництво постійно впроваджують нові засоби та процеси вимірювання. Але одного цього занадто мало. Потрібно постійно контролювати засоби та процеси вимірювання, щоби гарантувати відповідну якість продукції. Рішенням цієї проблеми є використання при виробництві продукції ефективної системи метрологічного забезпечення та системи контролю процесів вимірювання.

Для забезпечення якості продукції також потрібно знати характеристики, які необхідно контролювати засобами вимірювальної техніки. Тому важливо визначати показники якості продукції.

Розділ 1. СИСТЕМА МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ДСТУ 3921.1-1999 (ISO 10012-1:1992)

1.1. СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

У першому розділі посібника наведено загальні положення системи метрологічного забезпечення засобів вимірювальної техніки (ЗВТ), яку використовують в межах системи управління якістю.

1.2. НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У цьому розділі наведено посилання на такі стандарти:

ДСТУ 2681-94 Метрологія. Терміни та визначення.

ДСТУ ISO 9000 -2001 Системи управління якістю. Загальні положення. Словник.

ДСТУ ISO 9001-2001 Системи управління якістю. Вимоги.

ДСТУ ISO 9004-2001 Системи управління якістю. Настанови щодо поліпшення діяльності.

1.3. Терміни щодо системи метрологічного забезпечення

1.3.1. Метрологічне підтвердження

Сукупність процедур, необхідних для визначення відповідності метрологічних характеристик ЗВТ установленим нормам.

Примітка. Залежно від сфери застосування ЗВТ метрологічне підтвердження передбачає реалізацію процедур перевірки, калібровки або метрологічної атестації, а також пломбування та етикетування.

1.3.2. Засіб вимірювальної техніки

Технічний засіб, який застосовується під час вимірювань і має нормовані метрологічні характеристики (згідно з ДСТУ 2681).

Примітка 1. Цим терміном позначають також вимірювальну апаратуру, що використовується при випробуваннях та перевірках, а також під час калібрування.

Примітка 2. Термін «засіб вимірювальної техніки» об'єднує терміни «вимірювальний прилад» і «еталони».

1.3.3. Вимірювання

Відображення фізичних величин за допомогою їх значень шляхом експериментальних досліджень та обчислень із застосуванням спеціальних технічних засобів.

Примітка. Виконання операцій може бути автоматичним.

1.3.4. Вимірювана величина

Фізична величина або параметри її залежності, що підлягають вимірюванню (згідно з ДСТУ 2681).

Приклад. Тиск пара даної проби води при температурі 20 °С.

Примітка. Під час описування вимірюваної величини можуть знадобитися такі додаткові величини: час, температура, тиск.

1.3.5. Впливна величина

Фізична величина, яка впливає на результат вимірювання, але не є вимірюваною величиною (згідно з ДСТУ 2681).

1.3.6. Точність вимірювання

Головна характеристика якості вимірювання, що відображає близькість результату вимірювання до істинного значення вимірюваної величини (згідно з ДСТУ 2681).

1.3.7. Невизначеність вимірювання

Оцінка, що характеризує діапазон значень, в якому є істинне значення вимірюваної величини (згідно з ДСТУ 2681).

Примітка 1. Невизначеність вимірювань має зазвичай декілька складових. Деякі з них можуть бути оцінені на основі статистичного розподілу результатів вимірювань — експериментальним середнім квадратичним відхиленням. Характеристики інших складових можна визначати іншим шляхом, як приписані величини.

Примітка 2. Параметром може бути, наприклад, середнє квадратичне відхилення (або кратне число) або половина ширини інтервалу встановленого довірчого рівня.

1.3.8. Абсолютна похибка вимірювання

Різниця між результатом вимірювання і умовно істинним значенням вимірюваної величини (згідно з ДСТУ 2681).

1.3.9. Поправка

Значення величини, що алгебрично додається до результату

вимірювання з метою вилучення систематичної похибки (згідно з ДСТУ 2681).

Примітка 1. Поправка дорівнює значенню оціненої систематичної похибки, взятої з протилежним знаком.

Примітка 2. Оскільки систематична похибка не може бути точно визначена, повне її вилучення неможливе.

1.3.10. Вимірювальний прилад

Засіб вимірювання, в якому створюється візуальний сигнал вимірювальної інформації (згідно з ДСТУ 2681).

1.3.11. Юстування ЗВТ

Операція доведення ЗВТ до стану функціонування, придатного для його використання.

Примітка. Юстування може бути автоматичним, напівавтоматичним або ручним.

1.3.12. Діапазон вимірювань

Інтервал значень вимірюваної величини, в межах якого пронормовано похибки ЗВТ (згідно з ДСТУ 2681).

Примітка 1. Похибка визначається відносно умовно істинного значення.

Примітка 2. В деяких сферах знань різницю між найбільшим та найменшим значеннями називають діапазоном.

1.3.13. Нормальні умови застосування ЗВТ

Умови застосування ЗВТ, за яких впливні величини мають нормальні значення або знаходяться в межах нормального інтервалу значень (згідно з ДСТУ 2681).

Примітка. Нормальне значення (нормальний інтервал значень) впливної величини — це інтервал значень впливної величини, в межах якого нормується основна похибка ЗВТ.

1.3.14. Роздільна здатність засобу вимірювання

Найменша різниця між двома значеннями показувального пристрою, яка може бути зафіксована засобом вимірювання.

Примітка 1. Для цифрового пристрою це — різниця у показаннях, яка відповідає зміні на одиницю значення найменшого розряду.

Примітка 2. Це поняття також можна застосовувати щодо реєструвального пристрою.

1.3.15. Стабільність ЗВТ

Здатність ЗВТ зберігати свої метрологічні характеристики в заданих межах протягом заданого інтервалу часу (згідно з ДСТУ 2681).

Примітка 1. Під час розгляду стабільності відносно іншої характеристики, ніж час, це треба зазначати окремо.

Примітка 2. Стабільність може бути визначена кількісно декількома способами, наприклад зазначеннями:

- періоду часу, протягом якого метрологічна характеристика зазнає певної кількісної зміни;
- зміни характеристики протягом устанавленого періоду часу.

1.3.16. Дрейф ЗВТ

Повільна зміна за часом метрологічної характеристики ЗВТ (згідно з ДСТУ 2681).

1.3.17. Межі допустимої похибки ЗВТ

Найбільше значення (без урахування знака) похибки ЗВТ, за яким він ще може бути визнаний придатним до застосування (згідно з ДСТУ 2681).

1.3.18. Еталон

ЗВТ, що забезпечує відтворення та (або) зберігання одиниці вимірювання одного чи декількох значень, а також передавання розміру цієї одиниці іншим ЗВТ.

1.3.19. Стандартний зразок, зразкова речовина

Міра у вигляді речовини або матеріалу зі встановленими в результаті метрологічної атестації значеннями однієї або більше величин, що характеризують властивості або склад цієї речовини або матеріалу (згідно з ДСТУ 2681).

Примітка 1. Розрізняють стандартні зразки властивостей і стандартні зразки складу.

Примітка 2. Стандартні зразки властивостей і стандартні зразки складу за метрологічним призначенням можна використовувати як робочі еталони.

1.3.20. Міжнародний еталон

Еталон, який за міжнародною угодою призначений для погодження розмірів одиниць, що відтворюються і зберігаються державними (національними) еталонами (згідно з ДСТУ 2681).

1.3.21. Державний еталон

Офіційно затверджений еталон, який забезпечує відтворення одиниці вимірювання та передавання її розміру іншим еталонам з найвищою в країні точністю.

1.3.22. Передача розміру одиниці

Зведення одиниці фізичної величини, яка відтворюється або зберігається за допомогою ЗВТ, що перевіряється, до розміру одиниці, яка відтворюється або зберігається еталоном, робочим еталоном. Зведення здійснюється при їх зіставленні (перевірці) (згідно з ДСТУ 2681).

Примітка 1. Це поняття часто визначають прислівником «простежуваний».

Примітка 2. Безперервну низку порівнянь називають ще «ланцюжком простежуваності».

1.3.23. Калібровка ЗВТ

Визначення в певних умовах або контроль метрологічних характеристик ЗВТ, на які не поширюється державний метрологічний нагляд.

Примітка 1. Результат калібровки дозволяє присвоїти показанням відповідні значення вимірюваної величини або визначити поправки до них.

Примітка 2. Калібровка дає можливість визначити інші метрологічні властивості, тип дії впливної величини.

1.3.24. Перевірка якості (аудит)

Систематичний і незалежний аналіз, який дає змогу визначити відповідність діяльності щодо якості і її наслідків запланованим заходам, а також ефективність від упровадження цих заходів та їхню придатність для досягнення мети.

Примітка. Перевірку якості виконують здебільшого (але не тільки) взагалі до системи якості або її елементів, таких, як процеси, продукція або послуги. Такі перевірки часто називають «перевіркою [аудитом] системи якості», «перевіркою [аудитом] якості процесу», «перевіркою [аудитом] якості продукції», «перевіркою [аудитом] якості послуги».

1.4. ВИМОГИ

1.4.1. Загальні положення

Постачальник повинен документально оформити методики, що застосовані ним для реалізації положень цього стандарту. Ця документація має становити невід'ємну частину його системи якості. В ній необхідно особливо обумовити засоби вимірювальної техніки, на які поширюються положення цього стандарту, розподіл обов'язків і виконувані дії. Постачальник повинен надавати Покупцеві об'єктивні докази досягнення потрібної точності.

1.4.2. Засоби вимірювальної техніки

Метрологічні характеристики ЗВТ (такі, як похибка, стабільність, діапазон вимірювань та роздільна здатність) повинні відповідати їх призначенню згідно з вимогами чинної нормативної документації на виготовлену продукцію.

При використанні й обслуговуванні ЗВТ і супроводженні відповідної документації необхідно враховувати всі чинники впливу, умов експлуатації (в тому числі умов довкілля і виробничого середовища) та інших аспектів. Робочі умови, в яких експлуатуються ЗВТ, мають відповідати робочим умовам, для яких нормуються метрологічні характеристики цих засобів.

Необхідні метрологічні характеристики слід вносити в документацію.

Примітка. Сукупність метрологічних характеристик (особливі вимоги) є важливим елементом системи метрологічного забезпечення. Як правило,

Постачальник включає до своїх методик перелік установлених вимог. Такі вимоги встановлюють на основі документації виробника, регламентів тощо. Якщо цього недостатньо, то Постачальнику слід установити вимоги самостійно.

1.4.3. Система метрологічного забезпечення

Постачальник повинен створити і впровадити ефективну документовану систему управління ЗВТ, у тому числі еталонами, які застосовуються для доказу відповідності продукції або послуг установленим вимогам, а також підтвердження придатності цих засобів для експлуатації. Така система повинна гарантувати наявність у всіх цих ЗВТ необхідних робочих характеристик, а також передбачати недопущення невідповідностей. Похибки вимірювань не повинні виходити за межі встановлених границь допустимої похибки. Недоліки слід оперативно виявляти та своєчасно усувати.

Система метрологічного забезпечення повинна гарантувати всебічний облік усіх супутніх даних, у тому числі й тих, що формуються методами статистичного контролю процесів вимірювань, які використовує Постачальник. Він призначає працівників, відповідальних за обслуговування та контроль ЗВТ, належний їх стан і своєчасне підтвердження їх відповідності.

У тих випадках, коли метрологічні процедури з підтвердження придатності (у тому числі калібровка) повністю або частково виконують сторонні організації, Постачальник повинен одержати гарантії дотримання цими організаціями вимог стандарту.

Примітка. Призначення системи метрологічного забезпечення полягає в обмеженні ризику видачі ЗВТ недостовірних результатів. Для цього рекомендується використовувати відповідні статистичні методи аналізу результатів попередньої калібровки, оцінювання результатів калібровки кількох одиниць аналогічних ЗВТ і прогнозування кумулятивної невизначеності. Зазвичай калібровку в межах підтвердження придатності ЗВТ проводять у нормальних умовах, однак, якщо відомо про суттєву відмінність робочих умов від нормальних, калібровку можна виконувати при певних значеннях впливних величин. Якщо неможливо відтворити потрібний режим на практиці, слід робити поправку на відмінність умов.

Під час роботи з приладами промислового виробництва зазвичай за критерій відповідності робочих характеристик і точності їх визначення приймають характеристики, гарантовані виробником. У разі незнання гарантованих характеристик критерії відповідності робочих характеристик можна встановити дослідним шляхом.

Деякі прилади, наприклад, індикатор нуля або індикатор зміщення, потребують обмеження періодичної калібровки і підтвердження їхньої відповідності тільки функціональною перевіркою, яка свідчить про відповідність їх функціонування нормативним вимогам. Найбільш вдалим способом перевірки, який дає змогу користувачеві впевнитися в правильності роботи того чи іншого засобу вимірювальної техніки, є застосування еталона. Така перевірка покаже, чи й надалі даний засіб працюватиме згідно із значенням, що перевіряється. Еталон, у свою чергу,

також підлягає калібровці і підтвердженню для того, щоб одержувані з його використанням результати можна було впевнено відносити на рахунок приладу, а не змін, що сталися з даним еталоном, який, як правило, має бути простим і надійним. Застосування еталона не замінює періодичної калібровки та підтвердження придатності приладу, проте здатне підтвердити можливість продовження роботи з приладом, який у період між двома офіційними підтвердженнями перестав відповідати вимогам технічних умов.

1.4.4. Періодична перевірка і аналіз метрологічного підтвердження

Постачальник повинен проводити періодичну і систематичну перевірку якості метрологічного підтвердження або організувати проведення такої перевірки з метою постійного забезпечення ефективності її використання та відповідності вимогам цього стандарту.

На основі результатів перевірок якості й інших чинників, наприклад, даних зворотного зв'язку з Покупцем, Постачальник повинен у разі потреби переглянути свою систему підтвердження і внести до неї потрібні зміни.

План і процедури перевірки якості слід документувати. Хід перевірки якості й аналізу, а також будь-які подальші коригувальні дії необхідно протоколювати.

1.4.5. Планування

Розпочинаючи роботу над виробленням продукції або наданням послуг, Постачальник повинен проаналізувати вимоги Покупця та всі інші технічні вимоги і переконатися в наявності необхідних для виконання роботи методів вимірювань та ЗВТ (у тому числі еталонних) і в тому, що їхні похибки, стабільність, діапазон вимірювань і роздільна здатність відповідають вимогам до їх використання, які, в свою чергу, впливають з вимог до виробів або послуг.

Примітка. Такий аналіз слід проводити якомога раніше, що дасть змогу провести ретельне й ефективне планування системи метрологічного забезпечення Постачальника.

1.4.6. Невизначеність вимірювань

Під час вимірювань та використання їхніх результатів Постачальник повинен урахувати всі виявлені суттєві невизначеності процесу вимірювань, включаючи як ті, що стосуються засобів вимірювальної техніки (у тому числі еталонів), так і ті, що вносяться атестованими (стандартизованими) методиками вимірювань і впливними величинами, в тому числі умовами довкілля.

Оцінюючи невизначеності, Постачальник повинен брати до уваги всі наявні дані, в тому числі й ті, що були одержані за допомогою статистичного контролю процесу вимірювання, застосованого ним самим або на його замовлення.

Примітка. Якщо калібровка показала, що ЗВТ працюють точно та відповідають технічним умовам, то прийнято вважати, що похибки, які

мають місце під час експлуатації цих засобів, не виходять за встановлені допустимі межі. Це припущення не втрачає сили до наступної калібровки та підтвердження придатності ЗВТ. Воно може виявитися хибним при частій експлуатації ЗВТ в несприятливих, порівняно з регульованими, умовах калібровки.

У такому разі може бути доцільним введення більш жорстких вимог до приймання виробу, що залежить від конкретних обставин і визначається дослідним шляхом (п. 1.4.17).

Для постійного спостереження і контролю невизначеності вимірювань рекомендовано використовувати статистичні методи.

1.4.7. Документування методики підтвердження

Постачальник повинен розробляти і застосовувати оформлені за встановленими правилами методики метрологічного підтвердження, а також забезпечувати відповідність цих методик їх призначенню.

Зокрема, методики мають бути достатньо докладними для відповідної роботи з ними, для забезпечення однаковості виконання процедур при різних їх використаннях і вимірюваннях із допустимими похибками. Цими методиками слід забезпечити персонал, що проводить роботу з метрологічного підтвердження ЗВТ.

Примітка. Дані методики можна обмежувати, хоча це й необов'язково, компіляцією відомих стандартних методів вимірювань і письмовими інструкціями Постачальника або виробника даного ЗВТ. Рівень деталізації положень методики повинен відповідати складності процесу підтвердження.

При опрацюванні таких методик доцільно передбачити введення розділу контролю точності результатів вимірювань.

1.4.8. Реєстрація даних

Постачальник повинен вести реєстрацію даних про модель, тип і заводський номер (або іншу характеристику ЗВТ, у тому числі еталонів). На кожний ЗВТ слід оформити відповідний документ підтвердження.

Примітка 1. Зареєстровані дані можна зберігати в рукописному або друкованому вигляді, на мікрофільмі, в електронному, магнітному або інших носіях.

Мінімальний термін зберігання зареєстрованих даних визначається багатьма чинниками, в тому числі вимогами Постачальника, регламентами, законами, положеннями про відповідальність виробника тощо. На основі даних стосовно основних еталонів можна поставити вимогу безтермінового зберігання.

Результати підтвердження слід реєструвати достатньо детально для встановлення простежуваності всіх вимірювань і відтворення вимірювань в умовах, наближених до вихідних, тим самим полегшуючи виявлення будь-яких відхилень від норми.

Дані, які необхідно реєструвати, повинні містити:

- назву і позначення ЗВТ;
- дату кожного підтвердження його придатності;

- результати калібровки, одержані після кожного юстування та ремонту або перед ними у разі потреби.

Примітка 2. Іноді результати калібровки наводять для підтвердження відповідності або невідповідності вимозі.

При калібровці слід реєструвати:

- установлену періодичність підтвердження;
- позначення методики підтвердження;
- задані границі допустимої похибки;
- джерело калібровки, застосоване для забезпечення простежуваності;
- умови довілля і зазначення необхідних поправок на них;
- невизначеності калібровки ЗВТ та їх кумулятивного впливу;
- відомості про всі види виконаного обслуговування, такі, як налагодження, юстування, ремонт або доопрацювання;
- будь-які обмеження щодо експлуатації;
- прізвища осіб, які виконували процедуру підтвердження;
- прізвища осіб, що несуть відповідальність за вірогідність зареєстрованих даних;
- позначення (наприклад номери) всіх свідоцтв про калібровку та інших аналогічних документів.

Постачальник повинен мати чіткі документально оформлені методики зберігання зареєстрованих даних (які встановлюють і термін їх зберігання). Ці дані необхідно зберігати стільки часу, скільки існує ймовірність того, що вони можуть знадобитися.

Примітка 3. Постачальнику слід вжити необхідних заходів для запобігання випадкового знищення зареєстрованих даних.

1.4.9. Засоби вимірювальної техніки, які не відповідають установленим вимогам

Будь-який ЗВТ, що зазнав пошкодження, перевантаження або неправильного використання, відповідність функціонування якого викликає сумнів або який має прострочену дату чергового підтвердження, ушкоджену пломбу, підлягає вилученню з експлуатації та ізолюванню з відповідним етикетуванням або маркуванням. Такі ЗВТ не можна повернути до експлуатації без усунення причин невідповідності та повторного підтвердження їх придатності.

Якщо результати калібровки, яка передувала юстуванню або ремонту, вказали на можливість значних похибок вимірювання, зробленого за допомогою ЗВТ до початку даної калібровки, то Постачальник повинен виконати необхідні коригувальні дії.

Примітка. Якщо виявлено неточності або будь-які інші недоліки, ЗВТ, як правило, підлягають юстуванню, огляду і ремонту для приведення їх до належного стану. При неможливості виконання таких робіт слід розглянути питання зниження класу точності даного засобу або його бракування. До вирішення такого питання необхідно підходити особливо ретельно, оскільки це може призвести до ситуації, коли за всіма ознаками ідентичні засоби будуть мати різні допустимі похибки, причому цей факт може бути встановлений лише під час уважного вивчення етикетки, розглянутої в

п. 1.4.10. Крім того, необхідно повторно підтвердити придатність засобів з повторною перевіркою на відповідність менш жорстким вимогам.

Якщо йдеться про багатофункціональний або багатодіапазонний прилад і може бути продемонстрована його нормальна робота під час виконання однієї або декількох функцій або під час роботи в одному або декількох діапазонах, то допускається його подальша експлуатація щодо цих функцій та (або) діапазонів за умови, що в ньому на видному місці є етикетка із зазначенням обмежень його застосування.

1.4.10. Нанесення етикеток підтвердження

Постачальник повинен забезпечити обов'язкове нанесення на ЗВТ міцних і надійних етикеток, коду чи будь-якого іншого позначення, яке б указувало на проходження даним ЗВТ процедури підтвердження. Слід зазначати і будь-які обмеження або застереження щодо експлуатації, встановлені під час підтвердження. При нездійсненності на практиці або недоцільності нанесення етикеток або коду на ЗВТ необхідно прийняти й оформити згідно зі встановленими правилами інші ефективні методи позначення.

Примітка 1. В Україні в нормативних документах з метрології використовують термін «перевірне тавро».

Примітка 2. Для етикетування можна застосовувати самоклеєні, навісні етикетки, а також надійне маркування безпосередньо на поверхні ЗВТ.

На етикетці необхідно вказати дату чергового підтвердження згідно з чинною у Постачальника системою підтвердження, прізвище відповідального за дане підтвердження і дату попереднього підтвердження (п. 1.4.3).

Слід вживати всі можливі заходи щоби запобігти навмисному чи випадковому неналежному використанню етикеток. ЗВТ, які не підлягають підтвердженню, необхідно чітко позначити для того, щоб можна було відрізнити їх від ЗВТ, які потребують підтвердження, але з яких відклеїлась або загубилась етикетка.

Примітка 3. Це може бути реалізовано за допомогою документації.

Якщо підтвердження не поширюється на значний обсяг загальних функціональних можливостей ЗВТ, це слід зазначити на етикетці підтвердження.

Примітка 4. Наприклад, багатодіапазонний прилад, що пройшов підтвердження, експлуатують тільки в деяких діапазонах.

1.4.11. Періодичність підтвердження

ЗВТ, у тому числі еталони, через певні проміжки часу, які встановлюють з урахуванням вимог до стабільності, призначення і застосування, повинні проходити підтвердження придатності. Проміжки часу мають бути такими, щоби не допустити жодної зміни точності ЗВТ, суттєвої для їх експлуатації. Залежно від результатів калібровки попередніх

підтверджені періодичність підтверджені в разі потреби можна зменшувати з метою досягнення постійної точності. Це роблять лише в тому випадку, якщо результати калібровки, проведеної під час попередніх підтверджені, чітко вказують на те, що такий захід не відіб'ється негативно на точності ЗВТ.

Постачальник повинен установити об'єктивні критерії вибору періодичності підтвердження.

Розглядаючи питання доцільності зміни періодичності підтвердження, Постачальнику слід урахувати всі наявні щодо цього дані, в тому числі й ті, що були отримані за результатами статистичного контролю за ходом процесу вимірювання, який застосовується ним самим або за його замовленням.

Примітка. Призначення періодичного підтвердження придатності ЗВТ полягає в тому, щоби гарантувати збереження показників точності ЗВТ і не допустити їх експлуатації у разі наявності значної імовірності одержання помилкових результатів. Неможливо встановити періодичність підтвердження такою, щоб імовірність виникнення несправності ЗВТ до призначеного терміну наступного підтвердження дорівнювала нулю.

Часті підтвердження супроводжуються значними витратами і призводять до вилучення ЗВТ з експлуатації, їх заміни іншими засобами або до припинення робіт, для виконання яких їх використовували. Тому слід шукати компромісного рішення.

Доки організація не збере достатніх статистичних даних щодо рівня невідповідностей, періодичність підтвердження може бути визначена тільки за досвідом інших організацій (умови експлуатації ЗВТ в яких можуть відрізнятися) або на основі оцінок.

При застосуванні ЗВТ у деяких галузях промисловості до Постачальника можуть бути поставлені вимоги дотримання обов'язкової періодичності підтвердження.

Рекомендації щодо вибору періодичності підтвердження наведено в додатку А.

1.4.12. Опломбування для забезпечення недоторканості

З метою попередження несанкціонованого втручання в роботу ЗВТ не повноваженого на це персоналу Постачальника цей прилад має бути опломбований або закритий іншим способом для запобігання доступу до регульованих пристроїв вимірювального механізму, конструктивні вузли якого впливають на робочі характеристики ЗВТ. Пломба має бути такою, щоб її ушкодження не могло залишитися непомітним. Постачальникові слід передбачити порядок ідентифікації та використання таких пломб і вилучення ЗВТ із зіпсованими пломбами.

Примітка. Вимога до опломбування не поширюється на регульовальні пристрої, показання яких повинен виставляти користувач, вони не потребують зовнішніх джерел порівняння (наприклад, пристрій встановлення на нуль). Рішення про те, які ЗВТ, їх органи керування або регулятори слід опломбувати і який матеріал потрібно для цього використати (етикетки, припій, провід, фарбу тощо), як правило, приймає

Постачальник. Детальний опис прийнятого їм порядку опломбування необхідно документально оформити. Слід пом'ятати, що не на кожний ЗВТ можна поставити пломбу.

1.4.13. Використання сторонньої продукції та послуг

Якщо продукція (в тому числі послуги), яку надають сторонні організації, суттєво впливає на характеристики процесів вимірювань, що виконує Постачальник, то йому слід переконатися (за умовами, зазначеними в договорі) в тому, що така продукція має належний рівень якості.

Примітка. З метою забезпечення якості сторонньої продукції Постачальник може скористатися послугами офіційно акредитованих органів (хоча це й не знімає з нього відповідальності перед Покупцем). Коли до послуг таких органів не звертаються і Постачальник самостійно проводить оцінювання в сторонній організації, його можна перевірити для одержання формального підтвердження компетентності в проведенні такого оцінювання.

1.4.14. Зберігання та внутрішнє обслуговування

З метою запобігання ушкодженню, неправильній експлуатації або зміні функціональних характеристик ЗВТ Постачальник повинен установити і підтримувати порядок їх одержання, використання, транспортування, зберігання та розподілу. Цей порядок мусить відповідати вимогам нормативних документів на ЗВТ і бути відповідно оформленим.

Примітка. Незважаючи на те, що вказані вимоги поширюються тільки на ЗВТ, які входять до власної системи вимірювань Постачальника, безсумнівно, заслуговують увагу і ті засоби, які можуть належати Покупцю, наприклад, засоби, отримані Постачальником для ремонту, технічного обслуговування або калібровки.

1.4.15. Передача розміру одиниці

Усі ЗВТ слід калібрувати за еталонами, що наближаються до міжнародних або до державних еталонів, які відповідають рекомендаціям Генеральної конференції по мірах та вагах (ГКМВ). У разі відсутності таких міжнародних еталонів (наприклад, через складність їх виготовлення) необхідно встановити простежуваність до інших еталонів (наприклад, стандартних зразків, робочих ЗВТ, робочих еталонів), прийнятих у даній галузі на міжнародному рівні.

До всіх застосованих у системі підтверджень еталонів необхідно додавати свідоцтва (сертифікати) та відповідні документи, в яких мають бути зафіксовані способи вимірювань, їхня дата, значення метрологічних характеристик та умови проведення.

Кожний такий документ має бути підписаний уповноваженою особою, що засвідчила вірогідність результатів.

Постачальникові слід зберігати документацію щодо виконання кожної калібровки в ланцюжку простежуваності.

Примітка. У деяких країнах державні еталони приймають не на основі

рекомендацій ГКМВ, а офіційною постановою у вигляді конкретних еталонів — артефактів (або кількома такими постановами). Втім, майже в усіх випадках застосування цього стандарту відмінності між цими двома джерелами простежуваності навряд чи здатні призвести до якихось складностей у практичній метрології.

Належної простежуваності можна досягти за рахунок використання прийнятих значень природних фізичних сталих (наприклад, температур фазового перетворення), зразкових речовин, засобів автокалібровки на основі відношень і нарощування шкал. При цьому підсумкова невизначеність може перевищувати ту, яка могла б бути отримана під час безпосереднього порівняння з міжнародним або державним еталоном. Прикладом автокалібровки у відношенні 1:1 є застосування подвійного методу зважування Гаусса з використанням номінальних рівноплечих ваг. У галузі електричних вимірювань багато точних відношень може бути одержано при використанні трансформаторів відповідної конструкції (індуктивних подільників напруги) і компараторів постійного струму.

Прикладом нарощування шкал є одержання точної шкали мас шляхом взаємного порівняння мас, які мають системні значення, і наступного їх комбінування для одержання шкали 1, 2, 3, 4, 5 тощо. На практиці для економії часто використовують набір мас 1-1, 2-2, 5, 10, 20-20, 50 тощо. Аналогічні методи застосовують і в інших видах вимірювання, але при цьому необхідно слідкувати за тим, щоби складові елементи дійсно допускали додавання.

Проводячи калібрування в офіційно акредитованих органах, Постачальник може забезпечити документальне підтвердження простежуваності.

1.4.16. Кумулятивний вплив невизначеностей

На всі еталони та одиниці ЗВТ, які проходять процедури підтвердження, слід враховувати кумулятивний вплив невизначеностей, які вносять в кожне кільце ланцюжка калібрувань. Якщо загальна невизначеність ставить під сумнів можливість виконання вимірювань у межах допустимої похибки, слід вживати відповідні заходи.

В системі управління якістю необхідно реєструвати дані про суттєві складові невизначеності. Метод поєднання цих складових також підлягає реєстрації.

Примітка. Коли йдеться про ланцюжок калібрувань, то мається на увазі, що значення кожного еталона в цьому ланцюжку було визначено за допомогою іншого еталона, що, як правило, має меншу невизначеність вимірювань, і так до міжнародного чи державного еталона.

1.4.17. Умови довкілля

Умови довкілля, в яких здійснюють калібровку, юстування і застосовують еталони та ЗВТ, необхідно забезпечувати так, щоб одержувати вірогідні результати вимірювання. Слід приділяти належну увагу контролю та реєстрації температури, швидкості її зміни, вологості, освітлення, наявності вібрації, пилу, електромагнітних завад та інших

чинників, від яких можуть залежати результати вимірювань. У певних випадках такі чинники підлягають безперервному контролю і реєстрації, а до результатів вимірювань, у разі потреби, слід вносити компенсуючі надбавки. Необхідно реєструвати як вихідні дані, так і дані з поправками. Внесення поправок потребує належного обґрунтування.

Примітка. Виробник еталона або ЗВТ, як правило, подає технічні характеристики, які відображають діапазони і максимальні навантаження, так само як і граничні умови довкілля, за яких гарантується відповідна робота ЗВТ. Такі відомості слід використовувати під час визначення умов експлуатації ЗВТ і потреби в будь-якому регулюванні цих умов з метою підтримання їх параметрів у заданих межах.

Можна звужувати межі допустимих значень параметрів довкілля, розширювати ж їх не рекомендовано.

1.4.18 Персонал

Постачальник відповідає за те, щоби персонал, що бере участь у проведенні процедури підтвердження придатності ЗВТ, мав відповідну кваліфікацію, підготовку, досвід і здібності для здійснення належного контролю за його роботою.

Розділ 2. НАСТАНОВИ ЩОДО КОНТРОЛЮ ПРОЦЕСІВ ВИМІРЮВАНЬ ДСТУ 3921.2-2000 (ISO 10012-2:1997)

2.1. СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Другий розділ посібника містить настанови щодо контролю процесів вимірювань.

2.2. НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

ДСТУ 2681-94 Метрологія. Терміни та визначення.

ДСТУ 3921.1-1999 (ISO 10012-1:1992) Вимоги до забезпечення якості засобами вимірювальної техніки. — Ч.1: Система метрологічного забезпечення засобами вимірювальної техніки.

ДСТУ ISO 9000-2001 Системи управління якістю. Загальні положення. Словник.

ДСТУ ISO 9001-2001 Системи управління якістю. Вимоги.

2.3. ВИЗНАЧЕННЯ ЩОДО КОНТРОЛЮ ПРОЦЕСІВ ВИМІРЮВАННЯ

Наведено терміни та визначення відповідно до ДСТУ 2681, деякі визначення з УІМ-1993 «Міжнародного словника основних та загальних термінів, що використовуються у метрології».

2.3.1. Робочий еталон

Еталон призначений для перевірки або калібровки ЗВТ.

2.3.2. Контроль процесів вимірювань

Перевірка і аналіз даних процесу вимірювання разом з коригувальними діями, призначеними для встановлення відповідності процесу технічним вимогам.

Примітка. Робочі еталони, карти контролю або їхні еквіваленти можна застосовувати під час контролю процесів вимірювань.

2.3.3. Межа допустимої похибки ЗВТ; максимально допустима похибка ЗВТ

Найбільше значення (без урахування знаку) похибки ЗВТ, за яким цей засіб ще може бути визнаний придатним до застосування (згідно з ДСТУ 2681).

2.3.4. Процедура вимірювання

Порядок виконання вимірювальних операцій, що забезпечує вимірювання згідно з вибраним методом (згідно з ДСТУ 2681).

Примітка. Процедуру вимірювання зазвичай записують у документі, який називають «методика вимірювання» або «процедура вимірювання»; цю процедуру звичайно деталізують, щоби дати змогу оператору виконувати вимірювання без додаткової інформації.

2.3.5 Процес вимірювання

Сукупність взаємозв'язаних засобів і процедур вимірювання, за допомогою яких виконують вимірювання.

Примітка 1. До взаємозв'язаних ресурсів належать вимірювальна апаратура, процедури вимірювання і оператор.

Примітка 2. «Впливи» — це всі впливні величини, зумовлені довкіллям (контрольовані або ні), що додаються до значень мінливості або до опосередкованого впливу на процес вимірювання.

Примітка 3. Процес вимірювання може складатись з вимірювань, які виконано:

- операторами при застосуванні універсального вимірювального обладнання, неофіційних методів і процедур;
- атестованими працівниками калібрувальних лабораторій, які використовують вимірювальну систему з температурним контролем рідкого мастила, магазину опору, а також компаратори та інше допоміжне обладнання.

Примітка 4. Процес вимірювання можна виконувати одним вимірювальним приладом.

2.3.6 Єдність вимірювань

Стан вимірювань, при якому їхні результати виражають в узаконених одиницях вимірювань, а похибки відомі і із заданою ймовірністю не виходять за встановлені межі.

2.3.7 Перевірка ЗВТ

Встановлення придатності ЗВТ, на які поширюється державний метрологічний нагляд, до застосування на основі результатів контролю їхніх метрологічних характеристик.

Примітка 1. За структурою та побудовою перевірка стосується процесу дослідження результату даної дії для визначення її відповідності вхідним вимогам.

Примітка 2. Термін «перевірюваний» використовують для визначення відповідного стану.

2.4. РЕКОМЕНДАЦІЇ

2.4.1. Основні положення

Постачальник повинен установити і документально визначити об'єктивні критерії та процедури щодо процесів вимірювань і контролю процесів вимірювань. Вимоги потрібно визначити, використовуючи терміни цього розділу.

Постачальник повинен гарантувати, що всі процедури є адекватними для досягнення мети. Так, зокрема, процедури повинні мати достатньо інформації, щоб забезпечити їхнє належне виконання, послідовність застосування і, таким чином, правильні результати вимірювань.

У процедурах слід передбачати виявлення можливих відхилень, що перевищують встановлені межі допустимих відхилень, для своєчасного коригування.

Процедури мають бути доступні для штатних працівників, включаючи виконання вимірювань та контроль цих процесів.

Примітка 1. Процедури можна, але необов'язково, обмежувати набором наявних стандартних методів контролю процесів вимірювань. Кількість етапів (операцій) у процедурах має бути сумірна зі складністю вимірювань та контролю цих процесів.

Примітка 2. Для постачальника та замовника економічно недоцільно контролювати всі процеси вимірювань.

Примітка 3. Постачальник і замовник повинні аналізувати комплексні процеси вимірювань та визначити, яка з частин(и) процесу є найкритичнішою та найпридатнішою для використання вимог цієї частини.

2.4.2. Документація

Постачальник повинен документально оформити використовувані методи контролю, враховуючи рекомендації цього стандарту. Така документація має бути невід'ємною частиною його системи якості.

Це необхідно визначити з використанням термінів щодо застосовуваного обладнання (в тому числі щодо комп'ютерного та програмного забезпечення), яке є частиною кожного процесу вимірювання.

Документація має бути офіційна та чинна. Процес вимірювання слід задокументувати.

Примітка 1. До потрібної документації можна віднести:

- технічний опис;
- методики виконання вимірювання;
- інструкцію для роботи операторів;
- протоколи досліджень;
- методики перевірки;
- фрагменти та(або) повні роздруківки застосовуваних комп'ютерних програм.

Примітка 2. Документацію використовують з метою охопити всі засоби запису та подання інформації.

2.4.3. Процеси вимірювань

Необхідно навести робочі характеристики, які визначають процес вимірювання.

Примітка 1. Приклади характеристик приладів, обладнання або

методів містять:

- похибки вимірювань;
- стабільність;
- діапазон;
- роздільну здатність;
- повторюваність;
- відтворюваність;
- рівень підготовки оператора;
- інші характеристики, що можуть бути важливими в деяких процесах вимірювань.

Для досягнення необхідних результатів процеси вимірювань та документація мають бути розроблені з урахуванням усіх коригувань, експлуатаційних умов (зокрема довкілля) тощо.

Постачальникові слід повною мірою визначати і документувати кожний контрольований процес вимірювання. Комплект документації на процес вимірювання повинен містити підтвердження всього необхідного обладнання, процедур вимірювань, програмного забезпечення, експлуатаційних умов, професійного рівня оператора та інших чинників, що впливають на надійність вимірювань.

Примітка 2. Процес вимірювання можна обмежити використанням одного засобу вимірювання.

Під час контролю процесів вимірювань рекомендується переважно використовувати робочі еталони.

2.4.4. Розробка та опис процесу вимірювання

Постачальник повинен визначити межі похибок і функційні вимоги до процесів вимірювань на основі вимог Замовника. При описанні процесу вимірювання в документації необхідно перелічити ці вимоги, тільки в такому випадку документація буде повною. Цей документ необхідно узгодити з Замовником, що важливо для утвердження процесів вимірювань, нових для Постачальника, та(або) за наявності невідомих даних процесу.

Примітка. Всі впливні величини, що дають змогу задовольнити вимоги до процесів вимірювань, необхідно визначити. Вплив усіх величин на процеси вимірювань слід розрахувати кількісно. Це можна здійснити за допомогою проведених експериментів або досліджень.

2.4.5. Система метрологічного забезпечення

Усі ЗВТ, необхідні для відповідного виконання процесу вимірювання, мають бути перевірені, атестовані або калібровані відповідно до вимог ДСТУ 3921.1.

Інформація, отримана під час контролю процесу вимірювання із застосуванням еталонів, може бути використана для визначення міжкалібрувальних інтервалів відповідно до вимог ДСТУ 3921.1.

2.4.6. Система контролю процесів вимірювань

Постачальник повинен упровадити систему контролю процесу вимірювання, щоби гарантувати виконання процесу вимірювання із заданою точністю. За допомогою цієї системи враховують будь-які наявні і можливі ризики, несправності та можливість їх усунення.

Постачальникові слід бути готовим продемонструвати Замовнику, що

встановлені характеристики будуть досягнені.

Приймаючи рішення, що ґрунтуються на даних, які є результатом функціонування системи контролю процесу вимірювання, Постачальник повинен виконувати задокументовані процедури.

2.4.7. Інформація щодо контролю процесів вимірювань

Для кожного процесу вимірювання, що підлягає контролю, Постачальникові слід визначити перелік інформативних параметрів і встановити діапазон їх змін.

Приклад. Для процесу вимірювання імпедансу (повного опору) активний опір може бути вибраний як інформативний параметр.

Вибір інформативних параметрів і діапазону контролю має бути таким, щоби підтримувати необхідну точність вимірювання, сумірну з ризиком несправності, за умови виконання спеціальних вимог. До них можна віднести вплив операторів, обладнання, впливні величини тощо.

Постачальник повинен установити джерела відомої мінливості вимірювання, що не були включені до зазначеного процесу, та врахувати у похибках вимірювання значення невизначеностей.

Примітка. Різні сукупності зазначених вище невизначеностей можуть вплинути на результати процесів вимірювань таким чином, що величини, отримані при цьому відрізнятимуться.

Наявність або відсутність такої значущої розбіжності з точки зору статистики треба внести в документацію, яка може складати частину повного переліку невизначеностей щодо процесів.

Приклад. Будь-які відхилення, отримані внаслідок дії персоналу під час процесу вимірювання, або умови довкілля можуть бути складовими процесу, що впливає на розбіжність одержаних значень.

2.4.8 Нагляд за процесом вимірювання

Контроль процесів вимірювань треба виконувати відповідно до задокументованих процедур, застосовуючи загальноновизнані методи.

Процес вимірювання треба перевіряти за однією або декількома значеннями вимірюваної величини, які повинні знаходитись в середині діапазону значень величин. Отримані результати треба записати.

Примітка. Використання робочих еталонів з контрольними картами може об'єктивно засвідчити відповідність цим рекомендаціям. Контрольні карти забезпечують перевірку, але їх можна замінити відповідними чисельними методами. Інші методи нагляду використовують тільки тоді, коли вони базуються на загальноновизнаних принципах контролю процесу. Низку вимірювань робочими еталонами можна проаналізувати, застосовуючи карти контролю або відповідні засоби, щоби виявити, чи дійсно даний процес вимірювання перебуває в стані контролю. Використання робочого еталона та карт контролю не може допомогти вилучити всі похибки, які можуть виникнути в процесі вимірювання.

2.4.9. Перевірні інтервали

Постачальникові слід указати в документах проміжки часу, через які мають перевіряти процес.

Примітка. Спочатку частота перевірки процесів вимірювання має

бути високою, але після того, як з'являється впевненість у правильності виконання цих процесів, частоту перевірки можна зменшити, якщо довести доцільність цього.

2.4.10. Ідентифікація несправності контрольованого процесу вимірювання

Якщо виявлено, що відповідний параметр процесу вимірювання перевищує певні граничні точки або серія перевірок засвідчує неприйнятний результат, Постачальник повинен або відкоригувати роботу так, щоби повернути процес вимірювання під контроль, або підтвердити, що цей процес перебуває під контролем.

Постачальник повинен задокументувати критерії для виконання коригувальної роботи. Якщо система контролю процесу вимірювання вказує на несправність, Постачальникові слід виконати необхідну коригувальну роботу, яку потрібно задокументувати.

Примітка. Коригувальна робота, яку треба здійснити, якщо виконані дії не відповідають поставленій меті, може включати:

- зменшення проміжків часу між перевітками процедур вимірювання;
- ремонт або вилучення несправних або ненадійних приладів;
- збільшення проміжку часу, протягом якого виконують вимірювання;
- зменшення невизначеності щодо вимірювального обладнання під час атестації (підтвердження), тобто збільшення точності вимірювального обладнання;
- збільшення кількості перевірюваних впливних величин;
- підвищення кваліфікації оператора.

2.4.11. Перевірка процесу вимірювання

Постачальник повинен задокументувати результати нагляду за процесом вимірювання та будь-які коригувальні дії для підтвердження відповідності цього процесу встановленим вимогам щодо забезпечення точності вимірювань.

2.4.12. Встановлення відповідності перевірюваного процесу вимірювання заданим параметрам

Параметри, що використовують під час контролю процесу вимірювання, треба чітко встановлювати кожний окремо (індивідуально) або в сукупності.

Прилади або обладнання, призначені для застосування тільки в спеціальному процесі або процесах вимірювань, повинні мати технічну етикетку або позначатися інакше. Це особливо важливо, якщо прилади виробничого контролю також застосовують для перевірки робочих еталонів.

2.4.13. Звіти про контроль процесів вимірювань

Постачальник повинен зберігати звіти, в яких описано процес вимірювання залежно від вимог системи контролю, в тому числі:

- перевірки неординарних параметрів;
- впливу операторів;
- застосування унікального вимірювального обладнання або робочих еталонів;
- необхідних умов експлуатації;

- повного опису реалізованої системи контролю процесу вимірювання.

Примітка. Під час контролю процесу вимірювання може бути використано відповідний ідентифікаційний пакет програм:

- дані, отримані від системи контролю процесу вимірювання разом з інформацією щодо похибки вимірювання (невизначеності);

- дані, одержані як результат контролю процесу вимірювання;

- дата (дати) кожної операції контролю процесу вимірювання у виконаній програмі Постачальника щодо нагляду та перевірки;

- відомості про будь-яку відповідну перевірку, інші документи;

- дані про людину, яка відповідає за постачання інформації для звітів;

- кваліфікація (потрібна або досягнута) персоналу.

2.4.14. Персонал

Постачальник повинен гарантувати, що контроль процесу вимірювання виконав досвідчений, здібний та спостережливий персонал, який має відповідну кваліфікацію. Постачальникові слід чітко визначати відповідну кваліфікацію робітників, їх досвід, здібності та спостережливість і гарантувати чітке виконання ними всіх необхідних вимог щодо контролю процесу вимірювання.

2.4.15. Періодичні перевірки та перегляд системи якості процесів вимірювань

Постачальник повинен виконувати сам (або домовлятися, щоби виконували) періодичну і систематичну перевірку якості вимірювання, щоби гарантувати її подальше ефективне виконання згідно з вимогами цього стандарту. Базуючись на результатах перевірок системи контролю якості процесу вимірювання та інших відповідних чинниках, наприклад, зауваженнях Замовників, Постачальникові слід за необхідності переглядати та вдосконалювати систему контролю якості процесу вимірювання.

Плани і процедури щодо перевірки (аудиту) якості та перегляду системи контролю процесу вимірювання необхідно задокументувати. Послідовність (порядок) перевірки якості та перегляду системи, а також будь-які наступні коригувальні дії слід описати.

Примітка. Несправність системи контролю процесу вимірювання, наприклад, ушкодження робочих еталонів або зміну кваліфікації оператора, можна виявити на основі скарг замовника і врахувати під час виконання таких дій:

- аналізу карт контролю;

- наступних перевірок (інспектування);

- внутрішніх лабораторних порівнянь.

Розділ 3. ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

3.1. СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

У цьому розділі наведено показники якості продукції, а також методи їх визначення.

3.2. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Вся практична і теоретична діяльність у сфері якості продукції та послуг і ефективності виробництва, починаючи з якості розроблення нової продукції та якості технологічних процесів і закінчуючи якістю праці окремих працівників та колективів, базується на кількісних методах. Це зумовлює необхідність широкого розвитку науково обґрунтованих кількісних методів оцінювання рівня якості.

Під рівнем якості продукції розуміють відносну характеристику її якості, основу на порівнянні характеристик показників якості оцінюваної продукції з її базовими характеристиками.

Рішення завдань щодо оцінювання рівня якості продукції на підприємстві в кожному окремому випадку має свою мету, а саме:

- порівняння різних можливих варіантів запропонованих виробів для вибору кращого;

- порівняння різних можливих варіантів поліпшення якості виготовлення продукції для вибору кращого;

- аналіз ефективності проведення заходів щодо поліпшення якості продукції з метою забезпечення її конкурентоспроможності.

Для оцінювання рівня якості продукцію як об'єкт досліджень доцільно поділити на групи, кожна з яких може бути охарактеризована обмеженою сукупністю видів показників, які визначають рівень якості.

У зв'язку з цим вся промислова продукція класифікується за групами:

- **перша** – всі корисні копалини, в тому числі руди і їх концентрати; природне рідке, тверде і газоподібне паливо; природні ратинові матеріали; коштовні мінерали; інші неметалеві копалини; сільськогосподарська продукція; квіти; лікарські трави; сировинні продукти й напівфабрикати бджільництва, шовківництва, тваринництва, птахівництва, звіроводства і мисливства, рибальства тощо.

- **друга** – штучне паливо, мастила; металеві болванки, прокат, дріт; хімічні продукти, в тому числі гази, кислоти, луги, солі, добрива, ядохімікати, лаки, фарби, штучні смоли, пластмаси; матеріали для текстильної та легкої промисловості; будівельні матеріали; целюлозно-паперові матеріали; лісоматеріали; електро- і радіотехнічні матеріали; кіно- і фотоматеріали; лікувальні медичні препарати тощо.

- **третья** – куски мила; ліки в таблетках; катушки або бобіни ниток, проводу та кабелів; пляшки напоїв; кондитерські вироби; аптечні та парфюмерно-косметичні вироби в промисловій упаковці; банки консервів; бочки з рідким паливом; балони з газами тощо.

- **четверта** – електровакуумні і напівпровідникові комплектуючі елементи; резистори; конденсатори; реле; болти; гайки; підшипники; колеса; цегла; кріпильні деталі тощо.

- **п'ята** – обладнання для різних галузей промисловості; автоматичні й автоматизовані комплекси, системи і лінії цього обладнання; сільськогосподарські машини; транспортні машини і

засоби; вимірювальні прилади; засоби автоматизації та систем керування; медичні та побутові прилади й апаратура; шкіряні та валяльно-повстяні вироби; швейні та трикотажні вироби тощо.

Використання цієї класифікації необхідне для таких цілей:

- вибору номенклатури одиничних показників певної групи продукції;
- визначення галузі використання продукції;
- обґрунтування можливості вибору конкретного виробу або декількох виробів як базових зразків;
- створення системи державних стандартів на номенклатуру показників якості продукції.

У кожному конкретному випадку вибір визначальних ознак для класифікації продукції з метою оцінки її рівня якості є завданням галузевих методик.

3.3. КЛАСИФІКАЦІЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

Кожна продукція має певні властивості.

Властивістю продукції називають її об'єктивну особливість, яка може проявлятися при її розробленні, виготовленні, експлуатації або споживанні.

Характеристика – це відмітна властивість.

Характеристики бувають власні або привласнені, кількісні або якісні.

Власні характеристики – характеристики, які присутні у чомусь постійно.

Привласнені характеристики – це характеристики, які привласнюються та можуть змінюватись. Вони не будуть характеристиками якості.

Характеристика якості – це власна відмітна властивість продукції, процесу або системи, що визначена вимогою.

Характеристики якості продукції залежно від характеру вирішуваних задач щодо оцінювання рівня якості продукції можна класифікувати таким чином:

- характеристики призначення;
- характеристики надійності (безвідмовності, довговічності, ремонтпридатності, збережуваності);
- характеристики технологічності;
- характеристики транспортабельності;
- характеристики стандартизації й уніфікації;
- характеристики безпеки;
- характеристики економічності;
- ергономічні характеристики;
- естетичні характеристики;
- екологічні характеристики;
- патентно-правові характеристики.

3.4. ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКЦІЇ

Характеристики призначення – це властивості продукції, які визначають основні функції, для виконання яких вона призначена, а також обумовлюють сферу її застосування.

Групу характеристик призначення підрозділяють на три підгрупи показників:

- функціональної та технічної ефективності;
- конструктивні;
- складу та структури.

До показників *функціональної та технічної ефективності* відносять такі характеристики:

- продуктивності верстака, які визначають кількість виготовленої продукції за деякий період;
- міцності тканини для швейних виробів;
- калорійності продуктів та ін.

До *конструктивних показників* належать:

- габаритні розміри;
- коефіцієнт складання виробу;
- коефіцієнт ефективності взаємозамінності та ін.

До *характеристик складу та структури* відносять:

- процентний вміст легуючих добавок у сталі;
- концентрацію різних домішок у кислотах;
- вміст сірки в коксі та ін.

3.5. ХАРАКТЕРИСТИКИ НАДІЙНОСТІ

Характеристики надійності – це властивості безвідмовності, довговічності, ремонтпридатності та збереження.

Характеристики безвідмовності – властивості об'єкта безупинно зберігати працездатність протягом деякого часу або деякого напрацювання.

До характеристик безвідмовності належать:

- імовірність безвідмовної роботи;
- інтенсивності відмов;
- середнє напрацювання до відмови;
- гамапроцентне напрацювання до відмови та інші.

Характеристики довговічності – це властивості об'єкта зберігати працездатність до настання граничного стану при встановленій системі технічного обслуговування та ремонтів.

До характеристик довговічності належать такі ресурси:

- середній;
- призначений;
- гамапроцентний та ін.

Характеристики ремонтпридатності – властивість об'єкта, що полягає в пристосованості його до попередження ремонтів та технічного обслуговування.

До характеристик ремонтпридатності відносять:

- імовірність відновлення стану працездатності;

- середній час відновлення та ін.

До характеристик відновлюваності належать:

- середній час відновлення до одержання заданого значення показника якості;

- рівень відновлення (відношення значення показника якості після відновлення до заданого або вихідного значення цього показника якості) та ін.

Характеристики збереження – це властивість об'єктів зберігати працездатний стан або властивість продуктів і матеріалів зберігати придатність до використання протягом зберігання та (або) після нього і під час транспортування.

До характеристик збереження відносять середній і гамапроцентний термін збереження та ін.

3.6 ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕКОНОМІЧНОСТІ

Характеристики економічного використання сировини, матеріалів, палива, енергії та трудових ресурсів – це властивість виробу, яка відображає його технічну досконалість за рівнем або ступенем витраченої сировини, матеріалів, палива, енергії та трудових ресурсів на його розроблення, виготовлення і експлуатацію або споживання продукції.

Групу характеристик економічного використання сировини, матеріалів, палива, енергії та трудових ресурсів підрозділяють на три групи:

- економічного використання сировини та матеріалів;

- економічного енергоспоживання;

- економічного використання трудових ресурсів.

До *характеристик економічного використання сировини та матеріалів* належать:

- питома витрата сировини;

- питома витрата матеріалів;

- втрати сировини при регламентованих умовах;

- втрати матеріалів при регламентованих умовах та ін.

До *характеристик економічного енергоспоживання* відносять:

- питому витрату палива;

- питому витрату енергії (енергоносія);

- ККД та ін.

З характеристик економічності енергоспоживання, як правило, варто вибирати питомі характеристики, тобто відношення витраченої енергії та (або) палива до обсягу виробленої продукції або корисної роботи (на одиницю роботи).

До характеристик *економічного використання трудових ресурсів* належать:

- сумарна (загальна) трудомісткість продукції при її експлуатації (використані);

- питома (на одиницю головного показника) трудомісткість продукції при її експлуатації (використані) та ін.

Як узагальнені характеристики, які визначають економне використання сировини, матеріалів, палива, енергії та трудових ресурсів,

можна застосовувати характеристики, що визначають витрати на розроблення, виготовлення і експлуатацію продукції.

3.7. ЕРГОНОМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОДУКЦІЇ

Ергономічні характеристики – це властивість системи „людина-виріб” (зокрема „людина машина”), де враховується комплекс гігієнічних, антропометричних, фізіологічних і психологічних властивостей людини, що виявляються у виробничих і побутових процесах.

До ергономічних характеристик належать показники:

- рівня шуму;
- рівня освітленості;
- рівня температури;
- відповідності конструкції виробу швидкісним можливостям людини;
- відповідності конструкції виробу силовим можливостям людини та ін.

3.8. ЕСТЕТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОДУКЦІЇ

Естетичні характеристики – це інформаційна властивість, раціональність форми, цілісність композиції та досконалість виробничого виконання.

До естетичних характеристик відносять показники:

- оригінальності;
- відповідності стилю;
- відповідності моді;
- функціонально-конструктивної пристосованості;
- організованості об'ємо-просторової структури;
- колориту;
- рівномірності покриття та обробки поверхні;
- чіткості виконання фірмових знаків, покажчиків і упакування та ін.

3.9. ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ ПРОДУКЦІЇ

Характеристики технологічності – це властивість складу, структури або конструкції продукції, завдяки якій її визнають пристосованою до досягнення мінімальних витрат при виробництві, експлуатації та відновленні до вказаних значень показників якості продукції, обсягу її випуску та умов виконання робіт.

До характеристик технологічності належать:

- питома трудомісткість виготовлення виробу;
- питома матеріаломісткість виробу;
- питома енергоємність виробу;
- середня разова оперативна трудомісткість технічного обслуговування (ремонт) даного виду.

3.10. ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАНСПОРТАБЕЛЬНОСТІ

Характеристики транспортабельності – це властивість продукції пристосовуватись до переміщення у просторі (транспортування), яка не супроводжується її використанням або споживанням.

До характеристик транспортабельності відносять:

- середню тривалість підготовки продукції до транспортування;

- середню трудомісткість підготовки продукції до транспортування;
- середню тривалість навантаження продукції на засіб транспортування вказаного виду;
- коефіцієнт використання об'єму засобу транспортування;
- середню тривалість розвантаження продукції із засобу транспортування вказаного виду.

3.11. ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАНДАРТИЗАЦІЇ І УНІФІКАЦІЇ

Характеристики стандартизації і уніфікації – це рівень насиченості продукції стандартними, уніфікованими і оригінальними складовими частинами, а також рівень уніфікації з іншими виробами.

До характеристик стандартизації та уніфікації належать такі коефіцієнти:

- застосовності;
- повторюваності;
- уніфікації та ін.

3.12. ПАТЕНТНО-ПРАВОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОДУКЦІЇ

Патентно-правові характеристики – це ступінь оновлення технічних рішень, які використовують при проектуванні продукції, їх патентна захищеність, а також можливість безперешкодної реалізації продукції в країні та за кордоном.

До патентно-правових характеристик відносять показники:

- захищеності патенту;
- патентної чистоти та ін.

3.13. ЕКОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОДУКЦІЇ

Екологічні характеристики – це рівень шкідливого впливу на навколишнє середовище, який виникає при експлуатації або споживанні продукції.

При виборі та визнанні цих характеристик необхідно враховувати вимоги охорони навколишнього середовища.

До екологічних характеристик належать:

- допустимий зміст шкідливих домішок, які викидаються в навколишнє середовище;
- імовірність викидів у навколишнє середовище шкідливих частин, газів, випромінювань при збереженні, транспортуванні, експлуатації або споживанні продукції та ін.

3.14 ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕЗПЕКИ ПРОДУКЦІЇ

Характеристики безпеки – це особливості продукції, які гарантують при її використанні безпеку обслуговуючого персоналу.

До характеристик безпеки належать:

- імовірність безпечної роботи;
- середній час безпечної роботи захисних засобів;
- мінімальна електрична міцність ізоляції струмоведучих частин виробу, з яким можливе зіткнення людини, та ін.

ДОДАТОК А

НАСТАНОВИ ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРІОДИЧНОСТІ ПІДТВЕРДЖЕННЯ ПРИДАТНОСТІ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Примітка. Основою цього додатка є Міжнародний документ № 10 OIML (Міжнародної організації із законодавчої метрології).

А.1. ПОЧАТКОВИЙ ВИБІР ПЕРІОДИЧНОСТІ ПІДТВЕРДЖЕННЯ

Початковий вибір періодичності підтвердження слід проводити на основі так званої інженерної інтуїції. Будь-яка особа, що має досвід проведення вимірювань або досвід роботи з конкретним ЗВТ, придатність якого підлягає підтвердженню, а також, бажано, обізнана з періодичністю, прийнятою в інших лабораторіях, оцінює кожну одиницю або декілька одиниць ЗВТ, визначаючи термін, протягом якого після підтвердження їхніх характеристик вони, як очікується, залишаться в межах допуску.

Крім того, необхідно враховувати такі чинники:

- рекомендації виробника ЗВТ;
- режими й інтенсивність експлуатації;
- вплив чинників довкілля;
- потрібну точність вимірювань.

А.2. МЕТОДИ ПЕРЕГЛЯДУ ПЕРІОДИЧНОСТІ ПІДТВЕРДЖЕННЯ

Систему, в якій періодичність підтвердження залишається незмінною та визначеною тільки на основі так званої інженерної інтуїції, не можна вважати достатньо надійною.

Після того, як певний досвід проведення підтвердження буде накопичений, з метою одержання оптимального балансу ризику та витрат слід створити умови для коригування періодичності підтвердження.

З одного боку, може бути виявлено, що початково вибрана періодичність не дає бажаних оптимальних результатів, а саме: ЗВТ можуть виявитися не настільки надійними, як це очікувалося; режими їх експлуатації можуть відрізнятися від передбачуваних раніше; може виявитися достатнім замість підтвердження за повною програмою проводити лише часткове підтвердження окремих одиниць ЗВТ; дрейф, визначений на основі регулярної калібровки ЗВТ, може вказувати на те, що без збільшення ризику можливе зменшення періодичності підтвердження, тощо.

З іншого боку, якщо нестача засобів або персоналу нібито вказує на необхідність зменшення частоти підтвердження, то слід узяти до уваги і можливість чималих витрат, пов'язаних з експлуатацією непридатних ЗВТ. Під час підрахунку цих витрат може виявитися, що вкладання значних коштів у проведення підтвердження та збільшення його періодичності є вигіднішим з економічної точки зору. Під час перегляду періодичності підтвердження застосовується кілька наведених нижче методів. Вони відрізняються залежно від таких чинників:

- одиниці ЗВТ розглядають окремо або групами (добраними,

наприклад, за принципом спільного виробника або однакового типу);

- характеристики одиниць ЗВТ виходять за межі технічних вимог внаслідок дрейфу в часі або залежно від режиму експлуатації;
- статистика попередніх калібрувань ЗВТ врахована або ні.

Жоден з методів не може ідеально підходити до всієї сукупності ЗВТ.

А.2.1. Метод 1. Автоматичне або "пошагове регулювання"

Під час кожного планового підтвердження ЗВТ дату наступного підтвердження віддаляють, якщо виявляють, що дана одиниця перебуває в межах допуску, або наближають, якщо виявляється, що вона вийшла за ці межі. При такому «ступінчастому» підході регулювання періодичності підтвердження виконується швидко і легко, без додаткових формальностей.

Під час реєстрації та зберігання відповідних даних для груп однотипних ЗВТ легко виявляються можливі проблеми, які вказують на бажаність технічного доопрацювання або профілактичного обслуговування.

Недолік систем, в яких одиниці ЗВТ розглядають кожен окремо, може полягати в складності планомірної та збалансованої організації робіт з підтвердження і необхідності їх детального перспективного планування.

А.2.2. Метод 2. Контрольні карти

Для кожного підтвердження вибирають ті ж самі точки калібрування, а на основі одержаних результатів будують графік залежності перевіряваної функції від часу. За допомогою такого графіка обчислюють як дрейф значень перевіряваних характеристик, так і їх розкид. При цьому за дрейф беруть середній дрейф протягом одного інтервалу підтвердження, а для більш стабільного ЗВТ – кількох. За допомогою цих значень може бути обчислено ефективний дрейф.

Цей метод є трудомістким у застосуванні через складність обчислень, фактично його використовують тільки під час автоматизованого оброблення даних. Перш ніж розпочинати обчислення необхідно дослідити закон зміни характеристик даного чи аналогічного ЗВТ. Тут знову-таки мають місце труднощі щодо планомірної організації робіт.

Разом з тим цей метод дає змогу визначити припустиме відхилення інтервалів підтвердження від приписаних відхилень без зміни вірогідності вимірювань, обчислити безвідмовність і, принаймні теоретично, встановити ефективну періодичність підтвердження. Крім того, обчислений розкид покаже, чи є обґрунтованими межі відхилень, зазначені в технічних умовах виробника, а аналіз знайденого дрейфу допоможе визначити його причини.

А.2.3. Метод 3. Календарний час

Спочатку одиниці ЗВТ поділяють на групи за принципом подібності їхньої конструкції, очікуваної надійності та стабільності значень характеристик. Для кожної групи встановлюють періодичність підтвердження, використовуючи досвід та інженерну інтуїцію.

Серед кожної групи визначають відносну кількість одиниць ЗВТ, які подаються на підтвердження в призначений термін і мають надмірні похибки або інші невідповідності. Відносну кількість виражають через відсоток від загальної кількості одиниць ЗВТ у групі, що проходили

підтвердження протягом заданого проміжку часу. Визначаючи відносну кількість ЗВТ, які не відповідають установленим вимогам, до них не відносять явно ушкоджені.

Якщо відсоток невідповідних ЗВТ є надто високим, то періодичність проведення підтвердження слід збільшити. Якщо виявиться, що поведінка конкретної підгрупи ЗВТ (добраної за принципом спільного виробника або однакового типу) відрізняється від поведінки решти ЗВТ досліджуваної групи, то цю підгрупу необхідно перевести до іншої групи з іншою періодичністю підтвердження. Тривалість часу, протягом якого виконується оцінювання характеристик ЗВТ, має бути якомога меншою і сумісною з часом визначення статистично значущої кількості ЗВТ, що пройшли підтвердження у досліджуваній групі. Якщо відсоток невідповідних ЗВТ у групі виявиться дуже низьким, то економічно доцільно зменшити частоту проведення підтвердження. Можна використовувати інші статистичні методи.

А.2.4. Метод 4. Час "використання"

Це певне поєднання попередніх методів. Базовий метод залишається тим самим, але інтервал підтвердження наводять не в календарних місяцях, а в годинах роботи. На ЗВТ може встановлювати лічильник часу, і при певних його показаннях ці засоби подають на підтвердження. Важливою теоретичною перевагою цього методу є те, що кількість виконаних підтверджень, а також і пов'язані з цим витрати значно змінюються залежно від тривалості роботи ЗВТ. Крім того, здійснюється автоматичний контроль використання ЗВТ.

Разом з тим цей метод має чимало недоліків, зокрема:

- непридатний для «пасивних» ЗВТ (наприклад, атенуаторів) або «пасивних» еталонів (резисторів, конденсаторів тощо);
- не слід використовувати, якщо відомо про дрейф або погіршення характеристик ЗВТ під час роботи з ними, їх зберігання, або проходження послідовності коротких циклів увімкнення або вимкнення (у таких випадках завжди застосовують метод календарного часу);
- початкові витрати, пов'язані з придбанням і встановленням відповідних лічильників часу, достатньо великі, й, оскільки користувачі не можуть мати доступ до цих лічильників, необхідний додатковий нагляд, який ще збільшить витрати;
- ускладнюється планомірна організація робіт унаслідок відсутності заздалегідь узгодженої дати кожного наступного підтвердження.

А.2.5. Метод 5. Контроль при експлуатації, або метод "чорної скрині"

Цей метод доповнює методику підтвердження, що здійснюється в повному обсязі. За його допомогою можна одержувати корисну проміжну інформацію про характеристики ЗВТ в інтервалах між підтвердженнями і робити висновки щодо прийнятності періодичності підтвердження.

Цей метод є поєднанням методів 1 та 2 і особливо зручний для складних ЗВТ і випробувальних стендів.

Виконують часту (раз на день або частіше) перевірку критичних параметрів ЗВТ за допомогою портативних (вмонтованих) робочих еталонів

або «чорної скрині», виготовленої спеціально для перевірки окремих параметрів. Якщо «чорна скриня» виявляє невідповідність ЗВТ, вони підлягають підтвердженню в повному обсязі.

Цей метод максимально зручний для користувача. Його вигідно застосовувати, коли ЗВТ віддалені від вимірювальної лабораторії, оскільки підтвердження в повному обсязі виконують тільки в разі потреби або збільшення інтервалів часу. Головна складність полягає у визначенні критичних параметрів і розробленні «чорної скрині».

Незважаючи на те, що теоретично цей метод дозволяє одержати високі результати надійності вимірювань, він не завжди справджує себе через те, що ЗВТ можуть відмовити через параметр, який не вимірюється «чорною скринєю». Крім того, характеристики «чорної скрині» можуть виявитися нестабільними, тому придатність такого методу потребує регулярного підтвердження.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. ДСТУ 3921.1-1999 (ISO 10012-1:1992) Вимоги до забезпечення якості вимірювальної техніки. – К.: ДЕРЖСТАНДАРТ, 1999. Ч. 1: Система метрологічного забезпечення засобів вимірювальної техніки.
2. ДСТУ 3921.2-2000 (ISO 10012-2:1997) Забезпечення якості засобами вимірювальної техніки. – К.: ДЕРЖСТАНДАРТ, 2000. Ч. 2: Настанови щодо контролю процесів вимірювань.
3. РД 50-149-79. Методические указания по оценке технического уровня и качества промышленной продукции. – М.: Изд-во стандартов, 1979.
4. Шаповал М.І. Менеджмент якості: Підручник. - К.: Знання, 2003.

Трофимов Кирило Борисович
Чернобай Ніна Валеріївна

МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ

Редактори : В.М. Коваль, Л.О. Кузьменко

Зв. план, 2004

Підписано до друку 05.05.2004

Формат 60 x 84 ¹/₁₆. Папір офс. №2. Офс. друк.

Ум. друк. арк. 1,9. Обл.–вид. арк. 2,13. Наклад 100 прим.

Замовлення 193. Ціна вільна

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського

„Харківський авіаційний інститут”

61070, Харків-70, вул. Чкалова, 17

<http://www.khai.edu>

Видавничий центр „ХАІ”

61070, Харків-70, вул. Чкалова, 17

izdat@khai.edu