

Кучеренко В. Л.

## ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ БІОМЕДИЧНОЇ АПАРАТУРИ ЗА ТЕХНІЧНИМ СТАНОМ

*Проведено аналіз існуючої стратегії ремонту біомедичної апаратури. Визначено фактори, які впливають на рівень якості технологічного процесу ремонту. Показано шляхи вдосконалення системи ремонту біомедичної апаратури. Для забезпечення необхідного рівня якості технологічного процесу ремонту запропоновано структуру перспективної системи ремонту за фактичним технічним станом.*

**Ключові слова:** *рівень якості, технічний стан, технологічний процес ремонту, експлуатація, біомедична апаратура.*

### 1. Вступ

На сучасному рівні розвитку біомедикотехнічної галузі в медико-біологічних закладах інтенсивно впроваджується біомедична апаратура (БМА), яка призначена для діагностування, лікування та реабілітації людини. Як свідчить досвід експлуатації БМА, ефективність діагностування стану здоров'я пацієнтів залежить від якісного ремонту БМА. Процес вирішення задачі ефективного ремонту є складним за рахунок використання БМА як вітчизняних, так і зарубіжних виробників, які не в повній мірі забезпечують експлуатаційну технологічність для оцінювання працездатності, діагностування та прогнозування технічного стану БМА, що знижує рівень якості виконання ремонтних робіт. На сьогодні застосовуються застарілі технології ремонту, яким властиві недоліки, уникнути яких можна при зміні стратегії ремонту. Рівень ефективності БМА залежить від ступеню її готовності до виконання своїх функцій, що визначається рядом властивостей та факторів, якими є надійність, прийнята система ремонту, кваліфікація обслуговуючого персоналу, модернізація існуючої системи ремонту. Суттєвого значення набуває процес модернізації системи ремонту, що може бути досягнуто за рахунок підвищення рівня якості виконання ремонтних робіт в технологічному процесі (ТП). Аналіз функціонування сервісних центрів показує, що вдосконалення якості ремонту значною мірою може бути досягнуто шляхом впровадження у ТП прогресивних технологій, які базуються на методах та засобах автоматизації [1, 2].

### 2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми

Процес ремонту БМА на теперішній час здійснюється за принципом «по напрацюванню» або за «фактом відмови». Застосування стратегії ремонту за напрацюванням означає, що БМА, яка поступає на ремонт, незалежно від її фактичного технічного стану (ТС), підлягає розбиранню в обсязі, передбаченому раніше заданим переліком обов'язкових робіт. Аналогічно здійснюється і діагностування. В залежності від обсягу ремонту, глибини розбирання та ступеню відновлення ресурсу в рамках стратегії ремонту за напрацюванням розрізняють такі види ремонту — дрібний (обслуговування),

середній та капітальний [3]. Такій стратегії ремонту властивий основний недолік, який полягає у невідповідності обсягів ремонтних робіт, що проводяться для відновлення втрати ресурсу БМА. І як результат — проведення в умовах інформаційної невизначеності щодо технічного стану БМА завищеного або заниженого обсягу ремонтних робіт. У першому випадку збільшується час ремонтних робіт, у другому випадку — повернення БМА на повторний ремонт після етапу вихідного контролю ТП ремонту. За результатами досліджень останніх років, а також з врахуванням положень Державного стандарту [4], сформована структура системи ремонту та обслуговування БМА, яка базується на впровадженні ТП комплексного технічного обслуговування, що містить сукупність організаційно-технічних заходів та робіт по забезпеченню працездатного стану БМА, являє собою єдиний ТП і включає наступні види робіт: контроль ТС, технічне обслуговування, поточний ремонт, метрологічну підготовку БМА до державної повірки [5]. За результатами проведеного аналізу виробничої діяльності вітчизняних підприємств, що здійснюють ремонт БМА, можна відмітити наступні ознаки, які знижують рівень якості ТП ремонту [6]: 1) низький рівень автоматизації виробничих технологій, що не дає можливості забезпечити необхідний рівень об'єктивної оцінки ТС БМА; 2) невідповідність обсягу ремонтних робіт фактичному ТС виробів, що призводить до зниження рівня рентабельності виробничої технології.

Суттєвим недоліком, що знижує якість ТП ремонту БМА, є ремонт БМА через раніше заплановані інтервали календарного часу або напрацювання без врахування його фактичного ТС. Провівши аналіз існуючої системи ремонту БМА, можна зробити наступні висновки. Існуюча система ремонту: 1) не може дозволити підвищити ефективність експлуатації БМА з причин низької продуктивності ТП ремонту, низького рівня якості ремонтних робіт, недосконалості інформаційних технологій; 2) характеризується низьким рівнем адаптації до рівня розвитку БМА із-за недосконалості виробничих технологій (методи та засоби контролю ТС не відповідають рівню контролепридатності БМА).

Можна заключити, що для забезпечення необхідного рівня якості ТП ремонту БМА, доцільно перейти на новий рівень експлуатації, методи та засоби якої базуються на використанні інформаційного ресурсу щодо

результатів оцінювання фактичного ТС БМА. Ремонт БМА також буде здійснюватись за фактичним ТС. При стратегії ремонту за фактичним ТС перелік операцій із розбирання та відновлення працездатності визначається за результатами діагностування виробу. На відміну від стратегії ремонту за напрацюванням, перелік обов'язкових робіт при ремонті за фактичним ТС має тільки вказівки щодо обсягу діагностування та деяким допоміжним роботам, які забезпечують його проведення. Ремонт за ТС базується на тому, що в конкретному виробі здійснюються тільки ті роботи, які необхідні для підтримки його післяремонтної надійності на заданому рівні.

### 3. Результати досліджень системи ремонту біомедичної апаратури

У нинішній час в системі ремонту БМА має місце проблемна ситуація, яка постає в необхідності переходу з умов ризику та невизначеності в умови повної визначеності управлінських рішень, що може бути здійснено при переході на ремонт за ТС [7]. Реалізація методу ремонту за ТС полягає у формуванні структури перспективної системи ремонту, яка включає в контур ремонту не тільки ремонтні підприємства (РП) (заводи-виробники), а і експлуатаційні підприємства (ЕП), як це показано на рис. 1. Впровадженням новітніх технологій ремонту – інформаційної та виробничої – забезпечується перехід на експлуатацію за ТС. Інформаційна технологія складає основу комп'ютеризованої інформаційної системи (КІС), а виробнича технологія складає основу автоматизованого ТП ремонту [8]. Блоки БМА, як об'єкти ремонту, поділені на два потоки: один із них направлений із ЕП до РП, другий – із РП до ЕП. Для забезпечення ефективності кожного із видів ремонту при переході на ремонт за ТС використовується інформаційний ресурс щодо фактичного ТС БМА. Як показують результати аналізу техніко-економічних характеристик процесу застосування методу ремонту за ТС, саму систему ремонту доцільно організувати так: обсяги мілкої і середнього ремонту виконувати в ЕП, а обсяги капітального ремонту – на РП або заводах-виробниках (ЗВ) [9]. Функціональні блоки БМА класифікуються як демонтовані вироби (ДВ). На ЕП (1) відбувається обслуговування поточне (або за фактичним ТС) (2) і планове технічне обслуговування ДВ (3). Висновок щодо доцільності ремонту в умовах ЕП чи РП здійснюється на основі обробки результатів вимірювання засобами автоматизованої оцінки ТС (АОТС) (4), які поступають в КІС (10). Для кількісних розрахунків

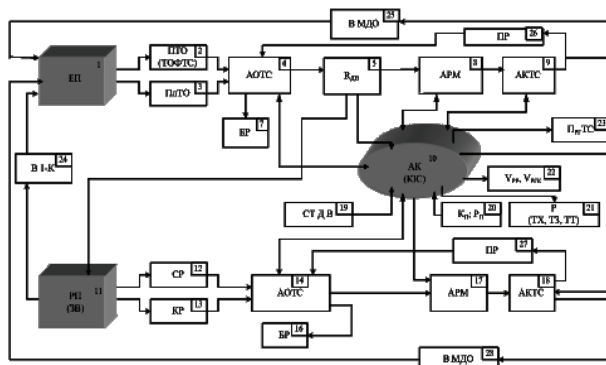


Рис. 1. Структура системи ремонту БМА за фактичним технічним станом

доцільності ремонту на РП або ЕП вводиться коефіцієнт ефективності ремонту (5).

На даному етапі також приймається рішення щодо доцільності подальшого ремонту або відбракування (7). Далі ДВ проходять перевірку на етапі автоматизованого технічного контролю (9) і повертаються на експлуатацію. Якщо вироби визнані несправними, то вони повертаються на повторний ремонт (26). Функцію автоматизації на етапах (5, 8, 9) виконує автоматизований комплекс, до складу якого входить КІС. Вироби другого складового потоку направляються для ремонту на РП (11). Для КІС джерелами інформації являються: автоматизований комплекс, який здійснює оцінку ТС; статистичні дані щодо відмов (19); інформація про ТС, що поступає з РП (11). Враховуючи ситуацію, що в процесі обслуговування оцінку ТС проходять практично всі ДВ, доцільно КІС проектувати і застосовувати в умовах ЕП. За допомогою КІС можна вирішити ряд важливих для системи ремонту задач, а саме: планування ЗПП-ів, розрахунок обсягів ремонтних робіт  $V_{pp}$  і ремонтно-групових комплексів  $V_{гк}$  для ЕП (22); визначення рівня контролю та ремонтпридатності (20); розробка рекомендацій для біомедикотехнічної галузі (21); прогнозування ТС БМА (23). Потік ДВ з ЕП (1) поступає на РП (11), де здійснюється середній та капітальний ремонт. Автоматизована оцінка ТС ДВ (14) здійснюється автоматизованим комплексом (10). За отриманим обсягом ремонтних робіт і з урахуванням результатів оцінки ТС, проводиться класифікація ДВ з метою виявлення блоків, ремонт яких проводити не доцільно – брак (16). Решта ремонтуються на робочих місцях (17). Відремонтвані ДВ проходять вихідну автоматизовану перевірку (18). При встановленні працездатного та справного станів блоки БМА повертаються на експлуатацію, а несправні – на повторний ремонт (27). Якість ТП ремонту досягається за рахунок оцінювання фактичного ТС, що передбачає впровадження новітніх методів та засобів автоматизації виробничої технології [10].

### 4. Висновки

1. В результаті дослідження експлуатаційних характеристик існуючої системи ремонту встановлено основні властивості, що впливають на рівень ефективності експлуатації БМА. Встановлено, що рівень якості виконання ремонтних робіт при нинішній стратегії ремонту БМА за принципом «по напрацюванню», не забезпечує необхідного рівня вірогідності медичного діагнозу та прогнозування ТС БМА.

2. Для забезпечення необхідного рівня якості ремонтних робіт в ТП, доцільно перейти на прогресивний рівень ремонту, методи та засоби якого базуються на використанні інформаційного ресурсу щодо результатів оцінювання фактичного ТС БМА.

3. Для переходу на експлуатацію за фактичним ТС, необхідно модернізувати інформаційну та виробничу технології ремонту шляхом впровадження автоматизованих комплексів та КІС.

### Література

1. Малиновский, А. В. Руководство по ремонту и техническому обслуживанию медицинской техники РМТ 59498076-03-2007 [Текст] / А. В. Малиновский. – СПб.: Медтехника, 2007. – Т. 3., Ч. 1. – 278 с.

2. Малиновский, А. В. Руководство по ремонту и техническому обслуживанию медицинской техники РМТ 59498076-03-2007 [Текст] / А. В. Малиновский. — СПб.: Медтехника, 2007. — Т. 3., Ч. 2. — 272 с.
3. Леонов, А. И. Основы технической эксплуатации бытовой радиоэлектронной аппаратуры [Текст] / А. И. Леонов, Н. Ф. Дубровский. — М.: Легпромбытиздат, 1991. — 272 с.
4. ГОСТ 15.601-98. Техническое обслуживание и ремонт техники. Основные положения [Текст]. — К.: Госстандарт Украины, 2000. — 5 с.
5. Горбач, А. Современная методика совершенствования технического обслуживания медицинского оборудования в практике лечебных учреждений [Текст] / А. Горбач // Медицинская техника. — 2008. — № 3(4). — С. 95–99.
6. Кузовик, В. Методика оцінювання рівня якості процесу ремонту медичного обладнання [Текст] / В. Кузовик, Л. Кошева, В. Кучеренко // «Метрологія та измерительная техника (МИТ 2011)»: материалы Международной научно-технической конференции, г. Харьков, 10–13 октября 2011 г. — Вып. 6(96). — С. 64–67.
7. Кузовик, В. Новітні технології ремонту медичного діагностичного обладнання за фактичним технічним станом [Текст] / В. Кузовик, В. Кучеренко // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. — 2012. — Вып. 3(25). — С. 10–14.
8. Кучеренко, В. Методика побудови новітнього технологічного процесу ремонту медичного діагностичного обладнання [Текст] / В. Кучеренко // Системи обробки інформації. — 2012. — Вып. 5(103). — С. 38–41.
9. Кузовик, В. Методика оцінки якості технологічного процесу ремонту електронного обладнання [Текст] / В. Кузовик, В. Кучеренко, О. Булигіна // Автошляховик України: окремий випуск. Вісник Центрального наукового центру ТАСУ. — 2008. — Вып. 11. — С. 93–97.
10. Кучеренко, В. Автоматизована виробнича технологія ремонту для забезпечення якості експлуатації медичного діагностичного обладнання [Текст] / В. Кучеренко // Електротехнічні та комп'ютерні системи. — 2012. — Вып. 06(82). — С. 216–220.

#### ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА РЕМОНТА БИМЕДИЦИНСКОЙ АППАРАТУРЫ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ СОСТОЯНИЮ

Проведен анализ существующей системы ремонта биомедицинской аппаратуры. Определены факторы, которые влияют на уровень качества технологического процесса ремонта. Показаны пути усовершенствования существующей системы ремонта биомедицинской аппаратуры. Для обеспечения необходимого уровня качества технологического процесса ремонта предложена структура перспективной системы ремонта по фактическому техническому состоянию.

**Ключевые слова:** уровень качества, техническое состояние, технологический процесс ремонта, эксплуатация, биомедицинская аппаратура.

*Кучеренко Валентина Леонідівна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра біокибернетики та аерокосмічної медицини, Національний авіаційний університет, Київ, Україна, e-mail: bikam\_nau@mail.ru.*

*Кучеренко Валентина Леонидовна, кандидат технических наук, доцент, кафедра биоклибернетики и аэрокосмической медицины, Национальный авиационный университет, Киев, Украина.*

*Kucherenko Valentina, National Aviation University, Kyiv, Ukraine, e-mail: bikam\_nau@mail.ru*

УДК 621.9; 51.7

Ламнауэр Н. Ю.

## РАСЧЕТ КАЧЕСТВА ДЕТАЛЕЙ ПО ЛИНЕЙНОМУ РАЗМЕРУ

*Предложена четырех параметрическая модель распределения случайной величины — линейного размера деталей машин. Найдены оценки параметров модели. Показана адекватность предложенной модели. Получены расчетные формулы для нахождения величины размера, используя которые при настройке станка, достигается высокое качество обработки детали.*

**Ключевые слова:** качество, детали машин, точность, линейный размер, случайная величина, модель распределения.

### 1. Введение

Одним из показателей качества изделий машиностроения является их точность по параметру линейного размера. Обеспечение качества по этому показателю является важной задачей технологии машиностроения. Особое внимание уделяется методам управления точностью и качеством обработки. Понятие управления включает в себя и прогнозирование точности. Прогнозирование точности и ее обеспечение невозможно без использования моделей распределения исследуемых случайных величин. Предлагаемые на сегодняшний день для использования на практике законы распределения для случайной величины — линейного размера [1] — не всегда корректны.

### 2. Постановка задачи

Известно, что точность размера зависит от множества технологических факторов и носит вероятностный харак-

тер. Поэтому построение адекватных моделей распределения случайных величин — линейных размеров изделий, и нахождение оценок ее параметров является актуальным. Все это поможет решать практические задачи и обеспечивать качество изделий по исследуемому параметру.

### 3. Результаты исследований

**3.1. Модель распределения линейных размеров.** Предполагается функция плотности  $f(x)$  для случайных величин размера  $X$  изделий в виде [2]:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & \text{при } x \notin (b, c); \\ (1+k) \left[ 1 - \left( \frac{x-a}{b-a} \right)^k \right] / (c-b), & \text{при } x \in [b, a]; \\ (1+k) \left[ 1 - \left( \frac{x-a}{c-a} \right)^k \right] / (c-b), & \text{при } x \in (a, c), \end{cases} \quad (1)$$