

К.О. Дядюра, д.т.н., доцент, В.М. Нагорний, к.т.н., доцент ( Сумський державний університет, м. Суми, Україна)

## Метрологічне забезпечення підготовки машинобудівного виробництва на основі моделей СММІ

*Розглянуто основні аспекти метрологічного забезпечення машинобудівного виробництва, його роль та впровадження в систему управління якістю. Запропоновано використання моделей СММІ для метрологічної експертизи конструкторської і технологічної документації.*

**Ключові слова:** метрологічне забезпечення, ефективність, результативна система вимірювання.

*Рассмотрены основные аспекты метрологического обеспечения производства, его роль в системе менеджмента качества. Предложено использование модели СММІ для метрологической экспертизы конструкторской и технологической документации.*

**Ключевые слова:** метрологическое обеспечение, эффективность, результативная система измерения.

*In the article are examined the basic aspects of the metrological guarantee of production, its role and introduction into the system of the management of quality. Proposed use of СММІ models for metrological expert examination of engineering and technological documentation.*

**Keywords:** metrology providing, efficiency, effective system of measuring.

Прийняття рішень щодо забезпечення якості продукції у машинобудуванні на стадіях проектування, виготовлення та експлуатації залежить від метрологічного забезпечення. Основні законодавчі положення метрологічного забезпечення вимірювань регламентовані Законом України: «Про метрологію та метрологічну діяльність». Цей Закон визначає правові основи забезпечення єдності вимірювань в Україні, регулює відносини у сфері метрологічної діяльності та спрямований на захист громадян і національної економіки від наслідків недостовірних результатів вимірювань. Важливими складовими метрологічного забезпечення є його технічні та науково-методичні основи. Це пов'язано в першу чергу з тим, що вимірювання – єдиний спосіб отримання кількісної інформації про величини, що характеризують ті чи інші явища й процеси у будь-якій галузі знань і виробництва. Різноманітні сучасні технології вимагають значного збільшення інформації про стан складних виробів (СВ) (металорізальне, компресорне обладнання та інше). Таку інформацію одержують за допомогою спеціальних методів і засобів вимірювань. Поняття «метрологічне забезпечення» на промислових підприємствах застосовується в

основному до вимірювань, випробувань і контролю під час підготовки виробництва, виготовлення та експлуатації виробів. В той же час метрологічне забезпечення охоплює всі рівні життєвого циклу (ЖЦ) машинобудівної продукції. Сучасне законодавство в галузі метрологічного забезпечення зобов'язує підприємства контролювати якість і кількість продукції в процесі виробництва, товарообміну, планування, а також забезпечувати ефективне використання засобів вимірювання.

Метрологічне забезпечення підготовки виробництва (МЗПВ) – це комплекс організаційно-технічних заходів, який забезпечує визначення з потрібною точністю характеристик виробів, вузлів, деталей, матеріалів і сировини, параметрів технологічних процесів і обладнання що дає змогу досягти значного підвищення якості продукції і зниження невиробничих затрат на її розробку та виробництво [1]. Метрологічна експертиза правильності прийнятих у технічній документації рішень щодо реалізації метрологічних норм і правил, встановлених у технічному завданні (ТЗ), контракті (договорі) на розробку (модернізацію), виготовлення виробу, а також у відповідних нормативних документах (НД), є складовою частиною МЗПВ машинобудівного виробу.

Понад 60 % порушень вимог стандартів і технічних умов (ТУ) виготовлення продукції незадовільної якості, відбувається через недотримання метрологічних правил і норм [2]. При цьому значна частка порушень метрологічних вимог приходить на нормативну та іншу технічну документацію, тобто вноситься при розробці продукції. Найбільша вартість метрологічних невідповідностей (помилки) припадає на етапи розробки технічного завдання і ескізного проекту. Успішне вирішення завдань метрологічного забезпечення на підприємстві для досягнення єдності та точності вимірювання багато у чому залежить від правильної організації застосування засобів вимірювань.

Таким чином, підвищення ефективності метрологічного забезпечення в організаціях різних галузей, розробка нових принципів і підходів до його організації є актуальним завданням для поліпшення результативності управління якістю продукції, у тому числі при створенні і експлуатації сучасних машинобудівних СВ. Метрологічне забезпечення перетворюється в активний і реальний інструмент, що забезпечує створення ефективних технологічних процесів, впровадження гнучких автоматизованих виробництв, достовірну оцінку і контроль якості готової продукції.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Сучасні СВ у машинобудуванні розглядають як самостійно функціонуючі багатофункціональні та багатоелементні складні технічні системи (СТС), що включають три основні взаємозв'язані різномірні компоненти – комплекс технічних засобів (КТЗ), програмне забезпечення (ПЗ) і оперативний персонал (ОП) [3]. Відповідність СВ вимогам до них визначається типом, складом і якістю множини елементів і підсистем СТС, що взаємодіють між собою та об'єднані в систему для виконання певної функції. Система функцій ( $\Phi$ ) формує характеристики функціональних підсистем ( $X_{\Phi LC}$ ). Можливість формування різних варіантів характеристик функціональної підсистеми ( $j$ -та ФПС або ФПС $_j$ )  $X_{\Phi LC}$  забезпечується спрямованим вибором із множини {ФПС $^0$ } сукупності елементів ФПС-ФПС $^0$ , які забезпечують виконання множини функцій {Ф $^0$ }:

Для забезпечення необхідних характеристик СВ на різних стадіях ЖЦ необхідна реалізація відповідних перетворень. Модель системи перетворень складається з об'єктів (елементів, функціональних підсистем) певного ієрархічного рівня: технічних (ФП $_{КТЗ}$ ) і програмних засобів (ФП $_{ПЗ}$ ) та оперативного персоналу (ФП $_{ОП}$ ), що є одночасно операторами і операндами системи. Вони здійснюють цілеспрямовану дію матеріального  $S_N(t_K)$ , енергетичного  $E_N(t_K)$  та інформаційного  $I_N(t_K)$  типів на об'єкт перетворення.

У процесі проектування на основі зворотних зв'язків, що виникають із процесами виготовлення й експлуатації, формується інформація про переважаючі характеристики виробу і витрати на їх формування. Початковою стадією є збір, аналіз, синтез і розпізнавання різної інформації про СВ. Формується функціональна конфігурація виробу у вигляді вектора вимог до його характеристик. У результаті процесу проектування і розробки відбувається зміна стану СВ від формування вимог (технічного завдання) щодо створення (модернізації) до втілення їх у нових (модернізованих) дослідних зразках, конструкторської ( $I_{ТРБ}$ ), технологічної ( $I_{\Phi LC_{БР}}$ ) та іншої документації проекту. На основі інформації про СВ ( $I_{\Phi LC_{Б}}$ ), характеристик функціональної підсистеми ФПС $_{БР}$ , матеріалів і комплексу-

ючих  $S_j^i(t_K)$  виготовляють СВ – ФПС $_{БР}$ . Процеси експлуатації ФПС $_{БР}$  пов'язані з реалізацією, підтримкою і відновленням якості СВ.

Кожен процес на підприємстві характеризується низкою параметрів, які є важливими для забезпечення відповідності характеристик функціональної підсистеми ( $X_{\Phi LC}$ ) встановленим вимогам. Параметри ( $X_{\Phi LC}$ ) повинні змінюватися тільки в заданих наперед межах  $X_{\Phi LC_{\min}}^1 \leq X_{\Phi LC}^1 \leq X_{\Phi LC_{\max}}^1$ ;  $X_{\Phi LC}^1 = \{X_{\Phi LC_1}^1, X_{\Phi LC_2}^1, \dots, X_{\Phi LC_k}^1\}$ . Номенклатура вимірюваних характеристик, їх номінальні значення і відхилення, що допускаються, повинні бути обґрунтовані розробником виробу, адекватно відображати стан і безпеку продукції, небезпечні фактори впливу, а також прогноз їх змін.

Дотримання встановлених у конструкторській і технологічній документації значень параметрів виробу і технологічних процесів визначають властивості продукції, її якість і надійність. Вимоги до точності вимірювань, як правило, встановлюються, виходячи з необхідності виключення або зниження до допустимого рівня ризику прийняти неправильне рішення про стан СВ або отримати невірний керуючий сигнал в системах управління. Метрологічна відмова СВ є наслідком сумарного накопичення відхилень параметрів його елементів від їх номінальних значень і не обов'язково виникає при метрологічній відмові одного з елементів. Особливістю цих відмов є прихований характер їх прояву. З цієї причини збитки від метрологічних відмов, як правило, більше збитків від відмови функціонування СВ.

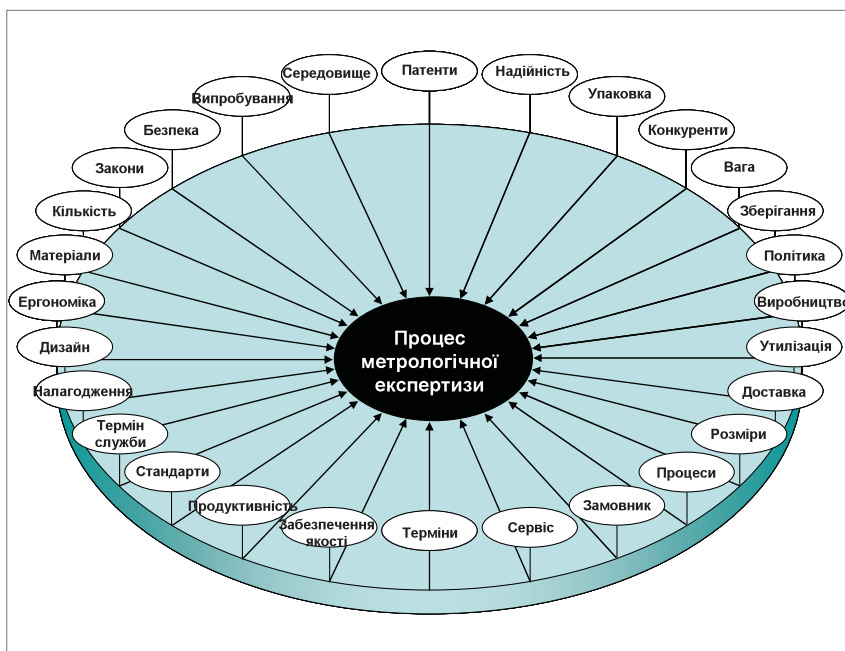
Метрологічне забезпечення контролю стану СВ здійснюють з метою отримання результатів вимірювань, випробувань і діагностики, використання яких виключає або зводить до допустимого рівня ризик прийняти неправильне рішення або отримати невірний керуючий сигнал в системах управління для забезпечення надійності та безпеки.

Аналіз є складовою частиною організації й управління метрологічним забезпеченням проектування, виробництва, випробувань та експлуатації СВ. Метрологічна експертиза за своєю суттю - це високоінтелектуальний науковий аналіз і синтез. Експерт вивчає у деталях документ, сприймає і аналізує закладені

рішення метрологічного забезпечення, піддає це можливі критичі, шукає альтернативні рішення, синтезує найбільш ефективні. Завершується робота пошуком неточностей, помилок, рішень, які суперечать чинним нормативним документам. Ця робота називається контролем у складі метрологічної експертизи. Нормативно-правова база метрологічного забезпечення СТС на різних стадіях їх ЖЦ включає: державні (ДСТУ), міждержавні (ГОСТ), галузеві (ГСТУ, ОСТ) стандарти організацій (СОУ) і стандарти підприємств (СТП), рекомендації (РМГ) та методичні інструкції (МИ), що регламентує правила і положення МЗПВ. Експертизу документів здійснюють згідно з правилами і положеннями Єдиної системи технологічної підготовки виробництва (ЄСТПВ), Єдиної системи конструкторської документації (ЄСКД), Єдиної системи технологічної документації (ЄСТД). Методологія побудови вимог більшості із цих нормативних документів (НД) орієнтована на створення систем постійного контролю параметрів технологічних процесів і тому вже не відповідає вимогам сучасних систем управління якістю [4]. Рекомендації і вимоги багатьох НМ мають узагальнений характер, їх впровадження вимагає створення внутрішніх погоджуваних документів, що зумовлює зростання непродуктивних витрат.

Організації, що проектують СВ або СТС, які використовують у процесах виготовлення, випробувань, транспортування, будівництва, зберігання, пусконаладжувальних робіт, експлуатації, утилізації, ліквідації, організують і проводять на стадії технічного або робочого проекту метрологічну експертизу проектної, конструкторської і технологічної документації [5]. Етап проектування, на якому проводять метрологічну експертизу, вказують у ТЗ на розроблення СВ. Склад завдань метрологічної експертизи визначають, виходячи із встановлених метрологічних вимог та залежно від виду документа. Модель процесу метрологічної експертизи наведено на рисунку.

Аналіз стану застосування сучасних технічних та науково-методичних основ МЗПВ на вітчизняних машинобудівних підприємствах [6, 7] показує, що існує об'єктивне протиріччя між високими вимогами до оперативності прийняття рішень щодо управління процесами забезпечення якості СВ та об'єктивністю (обґрунтованістю) вибору номен-



**Рисунок. Модель процесу метрологічної експертизи**

клатури вимірюваних (контрольованих) параметрів та допустимих меж їхнього вимірювання. Відсутні стратегії комплексного метрологічного забезпечення СВ на всіх стадіях їх ЖЦ, які б враховували при прийнятті рішень системність у відповідності точності вимірювань параметрів технологічних процесів виготовлення і використання (експлуатації) продукції. Метрологічна експертиза технічної документації здійснюється або на основі суб'єктивних оцінок, або з використанням моделей, методів та алгоритмів, які не відповідають сучасному рівню управління якістю. Такий стан науково-методичного апарату МЗПВ при управлінні якістю СВ суттєво стримує підвищення їх конкурентоспроможності.

Аналіз вимог, що містяться в ДСТУ ISO 9001:2008 [8], показав, що в ньому регламентуються лише процедури управління пристроями для моніторингу і вимірювань підприємства. Такі напрями діяльності по підвищенню якості продукції, що випускається, як метрологічний аналіз конструкторської документації, атестація методик вимірювань, метрологічний нагляд за поляганням і правильним застосуванням засобів вимірювань і випробувальних устаткуванням не регламентуються, а отже, не перевіряються.

Метою даної роботи є розвиток науково-методичних основ МЗПВ СВ. Задачі дослідження спрямовані

на підвищення ефективності проведення метрологічної експертизи технічної документації СВ при розробці, виробництві та випробуваннях для забезпечення їх конкурентоспроможності.

Одним із підходів, який може бути реалізований при МЗПВ, є набір моделей (методологій) вдосконалення процесів в організаціях Capability Maturity Model Integration (CMMI) [9]. Основною CMMI є поняття процесу. CMMI дає загальне уявлення про діяльність організації і ступінь зрілості її системи МЗПВ. Існує два представлення CMMI — поетапне (англ. staged) і безперервне (англ. continuous). Поетапне представлення групує процесні області у п'ять рівнів зрілості. Безперервне представлення визначає рівні можливостей. Різниця у цих двох представленнях є виключно організаційною; суть ідентична. Обидва представлення можуть бути використані для досягнення оцінки (англ. rating) оскільки мають рівнозначну постановку. У випадку використання поетапної репрезентації передбачається, що будь-яка організація знаходиться на першому рівні моделі зрілості процесів (табл. 1).

Кожний рівень зрілості складається з певних областей процесів і є основою для більш високого рівня. Відповідно до кожного рівня може бути визначена форма проведення метрологічної експертизи [10]:

- метрологічна експертиза сторонньою спеціалізованою організацією;
- метрологічна експертиза комісією;
- метрологічна експертиза організацією виробником одночасно з розробленням документації;
- метрологічна експертиза організацією виробником у формі метрологічного контролю документації;
- метрологічна експертиза у складі наукової і науково-технічної експертизи проектів, науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт.

#### **Результати досліджень.**

Форми проведення метрологічної експертизи на кожному рівні зрілості організації при поетапній репрезентації представлені в табл. 2. Метрологічна експертиза сторонньою спеціалізованою організацією проводиться при розробці проектів нових СВ (установок, машин, апаратів і приладів), технологічних процесів з метою аналізування і оцінювання документації щодо оптимальності переліку параметрів, визначених для вимірювання (вимірювального контролю), у тому числі параметрів режимів відтворюваних випробувальних впливів.

Метрологічну експертизу технічного завдання на проектування СВ або його основних частин проводять експерти з числа розробників або компетентна організація. Метрологічну експертизу проектної документації проводять при прийманні ескізного або технічного проекту СВ спеціально виділеною групою фахівців зі складу комісії з приймання проекту. До складу групи включають фахівців-метрологів з державних наукових центрів стандартизації метрології і сертифікації. За рішенням замовника СВ метрологічна експертиза може бути проведена при прийманні робочого проекту СВ.

Проведення метрологічної експертизи комісією дозволяє залучити до проведення метрологічної експертизи фахівців-метрологів головних та базових організацій відомчих метрологічних служб, державної метрологічної служби України, замовника виробу, постачальників сировини та комплектуючих. Ця форма потребує додаткових фінансових витрат і витрат часу на проведення метрологічної експертизи та на внесення змін до затвердженої документації за результатами її метрологічної експертизи. В норма-



Таблиця 1. Рівні зрілості організації при поетапній репрезентації

Рівень зрілості	Назва рівня	Характеристика рівня
1	Початковий	Співробітники і керівництво погано підготовлені. Уявлення про виробничий процес (а разом з ним і всі процеси) обмежене. Процеси характеризуються хаотичністю, реактивністю, непередбачуваністю. Надмірно багато зусиль витрачається на з'ясування статусу розвитку проекту та поточного ходу робіт. Перевищується бюджет і час розробки і виготовлення продукції. Дуже сильно впливають зовнішні фактори: запити від партнерів, клієнтів або регулюючих органів. Документи виконуються повільно або з помилками, немає єдиного інтегрованого інформаційного простору.
2	Потенційний (керований)	Розуміння керівництва і готовність працівників до використання їх рішень підвищилось. Зовнішні чинники мають менший вплив. Дотримується певний порядок у документах. Основні процеси організації керовані, плануються, виконуються, вимірюються і контролюються. Їх можливо використовувати неодноразово. Проекти відповідають вимогам. Однак процеси все ж таки мають деяку частку реактивності у своїй сутності.
3	Визначений (стабільний)	Процеси визначені на рівні всієї організації і детально описані їх зв'язки і залежності, що дозволяє поліпшити управління. Запроваджені стандарти. Керівництво орієнтовано на розвиток організації, використання нових підходів управління процесами. Організація в цілому готова до зовнішніх запитів, хоча регулярної взаємодії із зовнішніми організаціями немає.
4	Кількісно-керований (прогнозований)	На даному етапі досягнуті всі цілі попередніх рівнів. Обрані субпрактики, які при використанні статистичних методів і інших методів дозволяють контролювати якість виконання процесів. Найголовніша відмінність цього етапу від попереднього полягає в передбачуваності ефективності процесів і можливості нею (ефективністю) керувати. Організація орієнтована на розширення і може оцінити необхідність, швидкість впровадження та вартість інноваційних проектів. Ключовий для цього рівня момент - прогнозованість розвитку засобів і методів управління неструктурованою інформацією, наявність стратегій у даній області.
5	Оптимізований	На даному етапі встановлені точні характеристики ефективності процесів в організації, що дозволяє постійно поліпшувати показники діяльності з урахуванням потреб усіх зацікавлених сторін. Прийняття рішень про розвиток організації стає регулярним. Рівень їх використання максимальний.

тивному документі [11] рекомендовано проведення метрологічної експертизи комісією поєднати із задачею - приймання окремих етапів робіт, на яких експертні комісії з метрологічної експертизи можуть входити як експертні групи (підкомісії) до складу державних, міжвідомчих та інших комісій з приймання етапів дослідно-конструкторських робіт.

Порядок проведення метрологічної експертизи визначає програма та методика метрологічної експертизи (ПММЕ). У ПММЕ повинні бути визначені, зокрема, мета та завдання метрологічної експертизи, склад документів, які підлягають

метрологічній експертизі, особа, яка затверджує висновок за результатами метрологічної експертизи, підприємство (підрозділ), що контролює усунення невідповідностей, виявлених під час метрологічної експертизи. Програма та методика метрологічної експертизи повинна бути погоджена з розробником документації.

Проведення метрологічної експертизи одночасно з розробленням документації дозволяє знайти кваліфіковані й оптимальні рішення з метрологічного забезпечення відповідності точності вимірювань, яка фактично реалізується, встановле-

ним вимогам та у максимальній можливій мірі зменшити її терміни. Метрологічну експертизу проводять під час її розробки, до погодження із зацікавленими підприємствами (підрозділами) і до затвердження документації. Вихідними даними для планування метрологічної експертизи є документи наскрізного планування створення виробу (складової частини виробу).

Ця форма метрологічної експертизи передбачає участь у розробці документації (розробці матеріалів з метрологічного забезпечення) призначених та спеціально підготовлених фахівців-метрологів (представників метрологічної



служби підприємства, підрозділів підприємства, які розробляють документацію тощо).

Головному підприємству-розробнику виробу дозволено проводити метрологічну експертизу документації, яку йому постачає підприємство-розробник складової частини виробу, якщо ця документація не пройшла метрологічної експертизи на відповідному підприємстві-розробнику складової частини виробу.

Проведення метрологічної експертизи у формі метрологічного контролю документації дозволяє оперативно доопрацьовувати документацію під час її погодження і затвердження. Метрологічну експертизу у складі наукової і науково-технічної експертизи проектів, науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт проводять відповідно до законо-

давства України про наукову і науково-технічну експертизу.

Форму проведення метрологічної експертизи рекомендовано встановлювати у відповідних документах, які визначають її необхідність. У разі відсутності у цих документах визначеної форми проведення метрологічної експертизи її вибір проводить підприємство (метрологічна служба або уповноважена особа, відповідальна за забезпечення єдності вимірювань на підприємстві), відповідальне за розроблення документації.

Для забезпечення ефективного оцінювання метрологічного забезпечення виробництва уповноважені працівники метрологічної служби повинні здійснювати підготовчі заходи, які полягають у складанні плану перевірки, визначенні підрозділів, що будуть перевірятися, відповідальних

осіб, об'єктів перевірки та термінів її здійснення. Крім цього, необхідно перевірити готовність метрологічної та випробувальної баз до оцінювання, здійснити їхню самооцінку, визначити напрями покращення (табл. 3).

До основних критеріїв ефективності метрологічного забезпечення підготовки виробництва можна віднести [4]:

- стан вимірювань та контролю на виробництві;
- рівень метрологічної служби та компетентності персоналу;
- рівень проведення метрологічної експертизи нормативної та технічної документації;
- забезпечення процесів метрологічного підтвердження ЗВТ;
- охоплення вимірювальних процесів методикам виконання вимірювань.

**Таблиця 2. Рекомендовані форми проведення метрологічної експертизи на кожному рівні зрілості організації при поетапній репрезентації**

Рівень зрілості	Назва рівня	Форми проведення метрологічної експертизи
1	Початковий	метрологічна експертиза сторонньою спеціалізованою організацією (метрологічна експертиза комісією)
2	Потенційний (керований)	метрологічна експертиза у складі наукової і науково-технічної експертизи проектів, науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт
3	Визначений (стабільний)	метрологічна експертиза організацією виробником одночасно з розробленням документації
4	Кількісно-керований (прогнозований)	метрологічна експертиза організацією виробником у формі метрологічного контролю документації
5	Оптимізований	Періодична метрологічна експертиза документації відповідно до змін вимог споживача і нормативних документів

Таблиця 3. Карта процесу метрологічної експертизи

Рівень зрілості	Назва рівня	Характеристика метрологічної експертизи
1	Початковий	Обґрунтованість вибору номенклатури вимірюваних (контрольованих) параметрів та допустимих меж їхнього вимірювання. Виконання вимог, правил та норм державної системи забезпечення єдності вимірювань, а також вимог до вірогідності контролю параметрів та точності встановлення режимів випробувань.
2	Потенційний (керований)	Легітимність діяльності метрологічної служби та компетентність її персоналу. Забезпеченість організації засобами та приміщеннями, необхідними для вимірювань, перевірки (калібрування), ремонту, зберігання засобів вимірювання, контролю та випробувань та відповідність їх встановленим вимогам.
3	Визначений (стабільний)	Систематичний аналіз стану вимірювань та робіт щодо здійснення метрологічної експертизи нормативної та технічної документації, процесів та продукції.
4	Кількісно-керований (прогнозований)	Забезпеченість усіх виробничих підрозділів підприємства необхідними нормативними та технічними документами, в яких регламентовані вимоги з метрології, а також методиками та засобами контролю, вимірювань, випробувань та технічної діагностики з необхідними характеристиками.
5	Оптимізований	Нагляд за станом і застосуванням засобів вимірювань, атестованих методик виконання вимірювань, дотриманням метрологічних правил і норм, вимог нормативних документів із забезпечення єдності вимірювань.

Остаточна перевірка відповідності метрологічного забезпечення встановленим вимогам здійснюється згідно з програмою перевірки СУЯ, яка розроблена за результатами встановленого при попередньому оцінюванні обсягу контрольованих робіт щодо забезпечення якості. Інспекційний контроль відповідності метрологічного забезпечення встановленим вимогам здійснюється за результатами інспекційного контролю сертифікованої СУЯ.

#### Висновки

Метрологічне забезпечення підготовки виробництва – важлива складова при забезпеченні якості складних виробів у машинобудуванні на всіх стадіях їх життєвого циклу. Своєчасно і якісно проведена метрологічна експертиза технічної документації сприяє підвищенню ефективності технологічних процесів на підприємствах, впровадженню науково-технічних та організаційних рішень для забезпечення відповідності продукції встановленим вимогам. При цьому витрати на метрологічне забезпечення повинні відповідати масштабам виробництва, складності технологічних циклів і рівням зрілості організації. Важливим завданням сучасного машинобудівного виробництва

є створення інтегрованої системи метрологічного забезпечення виробів на всіх стадіях життєвого циклу.

#### Список літератури:

1. Артемьев Б.Г. *Справочное пособие для работников метрологических служб: В 2-х кн./ Б.Г. Артемьев, С.М. Голубев – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – Кн. 2. – 529 с.*
2. Полякова О.В. *Метрологическая экспертиза технической документации [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.rsk-k.ru/polyakova.pdf>.*
3. Микийчук М.М. *Перспективи розвитку метрологічного забезпечення якості продукції на стадії виготовлення / М.М. Микийчук // Восточно-Европейский журнал передовых технологий - Харьков: Технологический центр, 2011. – №2/3 (50). – С. 32-34 [Электронный ресурс] // Режим доступа: [http://archive.nbuv.gov.ua/portal/natural/Vejpt/2011\\_3\\_3/2011\\_3\\_3/32\\_34.pdf](http://archive.nbuv.gov.ua/portal/natural/Vejpt/2011_3_3/2011_3_3/32_34.pdf).*
4. Залоза В. О. *Спадкові принципи формування якості складних машинобудівних виробів: монографія / В. О. Залоза, К. О. Дядюра, В. В. Нагорний – Суми: Вид-во СумДУ, 2012. – 347 с.*
5. ГОСТ 22.2.04-97 *Безопасность в чрезвычайных ситуациях.*

*Техногенные аварии и катастрофы. Метрологическое обеспечение контроля состояния сложных технических систем. Основные положения и правила.*

6. Артемьев, Б.Г. *Метрология и метрологическое обеспечение / Б.Г. Артемьев – М.: Стандартинформ, 2010. – 564 с.*

7. Артемьев, Б.Г. *Справочное пособие для специалистов метрологических служб / Б.Г. Артемьев, Ю.Е. Лукашов. – М.: Стандартинформ, 2009. – 688 с.*

8. ДСТУ ISO 9001:2008 *Система управління якістю. Вимоги. – Введ. в дію 2009-04-01. К.: Держстандарт. 2009 – 39 с.*

9. Денис М. Ахен СММІ: *Комплексний підхід к совершенствованию процессов. Практическое введение в модель. / М. Ахен Денис, Арон Клауз, Ричард Тернер – М.: «МФК», 2005 – 300 с.*

10. СОУ-Н НКАУ 0034:2010 *Галузева система управління якістю. Метрологічне забезпечення розроблення, виробництва та випробувань продукції. Правила проведення метрологічної експертизи документації*

11. *Метрологическое обеспечение и контроль качества материалов и изделий: монография / Н.Г.Никуличева [и др.]; под общей редакцией д.т.н., проф. В.Т. Прохорова.– Шахты: Изд-во ГОУ ВПО "ЮРГУЭС", 2010 г., 164 с.*