

ЗМІСТ

Вступ	4
Тема 1. Основні поняття статистики якості	5
Тести для перевірки засвоювання навчального матеріалу	12
Тема 2. Прості статистичні методи	14
Інструменти контролю якості	15
Діаграма Парето	15
Діаграми Ісікави	20
Контрольні карти	23
Типи контрольних карт	27
Контрольні карти Шугарта	27
Ілюстративні приклади створення та використання контрольних карт	29
Діаграма розсіювання	32
Гістограма	33
Контрольні листки	34
Діаграма послідовності дій	35
Практикум до теми 2	36
Тема 3. Статистичний контроль якості продукції	39
Стандарти статистичного приймального контролю товарів	40
Тести для перевірки засвоювання навчального матеріалу	43
Тема 4. Статистичні моделі (Моделювання якості)	44
Побудова кореляційно-регресійних моделей	44
Однофакторний регресійний аналіз	45
Метод найменших квадратів в лінійних і нелінійних моделях регресій	47
Параболічна регресія	49
Геометрична регресія	50
Множинний регресійний аналіз	52
Задачі до теми 4	58
Практикум до теми 4	62
Відповіді та вказівки	63
Додатки	64
Список використаної і рекомендованої літератури	68

Вступ

Якість відноситься до числа найважливіших показників діяльності людини. Якість продукції значною мірою визначає конкурентоспроможність підприємства, ріст ефективності виробництва. Проблеми забезпечення й підвищення якості продукції актуальні для всіх країн і підприємств.

При цьому необхідно враховувати, що завдання підвищення якості продукції – довгострокове й безперервне. Рівень якості постійно росте. Розв'язання проблем якості можливо при комплексному, всеосяжному підході до забезпечення якості. Він містить у собі весь життєвий цикл продукції (товарів, робіт, послуг): визначення потреб ринку (маркетинг), і далі проектування, підготовка, постачання продукції на виробництво, виготовлення, контроль, реалізація, після продажне обслуговування, утилізація або повторна переробка. При цьому, комплексний, системний підхід може бути реалізований з використанням систем управління якістю (СУЯ). Провідні спеціалісти в області якості, такі як, Дж. Джуран, Е. Демінг, Ф. Кросбі вважають, що процес або система, а не окремо взята людина відповідають за більш ніж 90% всіх проблем і втрачених можливостей. Висновок напрашується сам собою – статистику якості повинні знати всі, і, звичайно, постійно застосовувати її на практиці.

Для забезпечення якості продукції, починаючи з 1987 р., в економічно розвинених країнах використовують системи управління якістю, що відповідають міжнародним стандартам ISO серії 9000. у ході практичного використання СУЯ удосконалюються, переглядаються, видаються нові версії.

В Україні діє стандарт ДСТУ ISO 9001-2001 «Системи управління якістю. Вимоги». Це вже друга версія стандарту, перша була прийнята в 1995 р. однак серед українських керівників підприємств, організацій, установ немає повного усвідомлення необхідності використання цих систем. А тим часом, економічний ріст багатьох країн у сучасних умовах пояснюється саме впровадженням нового стилю управління, спрямованого на підвищення якості праці й управління.

Навчальний посібник призначений для студентів з метою підготовки фахівців, які грамотно й усвідомлено володіють питаннями статистики якості й пропонує до вивчення:

- якість продукції;
- сучасні тенденції вдосконалення якості;
- питання щодо вирішення проблем якості на сучасному етапі;
- взаємозв'язок якості та ефективності розвитку національної економіки;
- теоретичні основи статистики якості.

Зміст навчального посібника відповідає робочій програмі з дисципліни «Статистика якості» з урахуванням сучасного стану в цій галузі діяльності.

Тема 1. Основні поняття статистики якості

В умовах ринкової економіки якість стає вирішальним чинником існування організації та її успішного розвитку. Досягнення високої якості продуктів, товарів і послуг неможливе без ефективних і обґрунтованих управлінських рішень, спрямованих на вдосконалення якості товарів і послуг, має базуватися на відповідному інформаційно-аналітичному забезпеченні, в основі якого лежать принципи статистики та відповідні статистичні методи аналізу, корисність яких доведено світовим досвідом.

Знання різноманітних статистичних методів та вміння використовувати їх є необхідною умовою підготовки сучасного фахівця з якості. Впровадження статистичних методів на підприємствах і в організаціях дає можливість забезпечувати якість товарів і послуг і вдосконалювати їх, підвищувати ефективність діяльності та конкурентоспроможності організації, отримувати додаткові прибутки.

Більшість людей інтуїтивно розуміє якість як міру, в якій товар або послуга задовольняє їх вимоги. Але поняття «якість» є більш багатограним і неоднозначним. З часом розуміння цього поняття змінюється відповідно до умов існування і діяльності людини, а також згідно з точкою зору особи, яка його тлумачить. Якість має філософський, технічний, економічний зміст і стосується всіх сторін життя кожної людини.

Відповідно до ДСТУ 2925-94 «Якість продукції. Оцінювання якості. Терміни та визначення» якість продукції тлумачиться як «сукупність характеристик продукції (процесу, послуги), які стосуються її здатності задовольняти встановлені і передбачені потреби».

Згідно з ДСТУ 3230-95 якість – це «сукупність характеристик об'єкта, які стосуються його здатності задовольнити встановлені й передбачені потреби».

З метою створення продукції, яка б відповідала вимогам споживача, і забезпечення всієї виготовленої продукції цим вимогам організація має використовувати відповідне обладнання, матеріали, технології, її персонал повинен дотримуватися встановлених вимог і стандартів. Як показує досвід провідних країн світу, ефективно забезпечення якості та постійне вдосконалення продукції і діяльності організації з її створення можливі тільки на основі науково обґрунтованих управлінсько-інженерних рішень. Прийняття таких оптимальних рішень має базуватись на певній інформації та її аналізі.

Статистика – це наука, яка здійснює кількісну оцінку масових явищ та процесів у зв'язку з їх якісним змістом. Виходячи із визначення статистики як науки і враховуючи її спрямування на якість як головну категорію дослідження, можна дати такі визначення.

Статистика якості – розділ статистики, що розробляє принципи та методи кількісного оцінювання та аналізу якості товарів і послуг.

Об'єкт статистики якості – якість процесів, товарів та послуг.

Предмет статистики якості – застосування статистичних методів у процесі управління якістю товарів, робіт і послуг.

Статистика якості складається з таких основних розділів:

- статистичний контроль;
- статистичне управління процесами;
- планування експерименту.

За впливом на якість кінцевого продукту (товару або послуги) ці розділи умовно можна охарактеризувати так:

- *статистичний приймальний контроль* відіграє пасивну роль, оскільки лише фіксує відповідність створеного продукту встановленим стандартам або вимогам споживача;

- *статистичне управління процесами* є напівактивним засобом управління якістю, тому що дає можливість оцінювати і аналізувати не створену продукцію, а процеси її виробництва, отже, в такий спосіб, попереджує і зменшує витрати від створення продукції, що не відповідає певним вимогам. Вдосконалення якості здійснюється лише після впровадження рішень, прийнятих за результатами виконаного аналізу;

- *методи планування експерименту* є активним способом вдосконалення якості, адже вони дають змогу визначити оптимальні значення параметрів якості та процесів створення продукту.

В останній версії стандартів ISO 9001:2000 використання на підприємстві статистичних методів для забезпечення якості безпосередньо не вимагається, як це було записано у попередній версії ISO 9001:1994, але вимагається опосередковано.

Отже, внаслідок дії різноманітних чинників ознака, що є характеристикою якості певної продукції, може набувати різних значень. Точне значення, яке може набувати ознака при виготовленні (створенні) наступної одиниці продукції, є невідомим і невизначеним, тобто має випадковий характер. Звісно, при виготовленні продукту основна мета полягає у його створенні із визначеними і встановленими параметрами, тому під час створення здійснюється цілеспрямований вплив на ресурси. Таким чином, набуття ознакою одних значень є частішим, ніж інших. В такому випадку кажуть, що поява певних значень є ймовірнішою, ніж поява інших.

За результатами вибіркової перевірки певної сукупності виробів її можна оцінити кількома способами. Так, якщо кожний виріб оцінюється як такий, що відповідає або не відповідає встановленим вимогам, і підраховується їх загальна кількість у сукупності, то характеристика якості здійснюється на основі частки невідповідностей, яка має **біноміальний закон розподілу**. Якщо встановлюється кількість невідповідностей на кожну окрему одиницю продукту або кількість подій за певний період часу, то така ознака має **закон розподілу Пуассона**.

У тому разі, коли щодо кожної одиниці досліджуваної сукупності вимірюється певна ознака, то розподіл її значень найчастіше відповідатиме **нормальному розподілу**. На практиці незручно характеризувати ознаку

якості на основі повного переліку можливих значень та ймовірностей їх набуття. Тому доцільно здійснювати характеристику ознаки за допомогою узагальнюючих показників, якими є **середня величина і показники варіації**.

З метою забезпечення виготовлення якісної продукції підприємство повинно використовувати якісну сировину або інші ресурси. В свою чергу, для реалізації споживачам має передаватися тільки якісна продукція, що відповідає вимогам. На практиці забезпечити 100-відсоткову перевірку всього обсягу ресурсів або готової продукції нераціонально або неможливо. Тому доцільно виконувати контроль продукції, який би ґрунтувався на принципах вибіркової перевірки та статистичного аналізу результатів, - **статистичний приймальний контроль**. Об'єктом дослідження у статистичному приймальному контролі є не перебіг створення певного продукту – процес, а його результат – готова продукція.

Термін «статистичний приймальний контроль» (СПК) не слід пов'язувати виключно із створеною, готовою продукцією. Під останньою можна розуміти сировину, матеріали, напівфабрикати, тобто будь-які результати діяльності на попередніх ланках створення продукції, все те, що являє собою певну сукупність і відносно чого потрібно прийняти рішення про відповідність визначеним вимогам.

Особливість статистичного приймального контролю полягає в тому, що відповідність усієї досліджуваної сукупності певним вимогам визначається за результатами вибіркової перевірки певної сукупності одиниць з усієї партії.

Партія продукту, що підлягає контролю, - це сукупність одиниць продукції одного найменування, яка виготовлена протягом певного періоду часу в однорідних умовах. Однорідність умов виготовлення є основною ознакою формування партії продукту, що не виключає відмінності між собою її окремих одиниць. Під **одиницею продукції** розуміють окремих екземпляр штучної продукції або визначену в установленому порядку кількість не штучної або штучної продукції. Окрему одиницю можна характеризувати за кількісними або якісними ознаками. Залежно від типу ознак, за якими здійснюється характеристика одиниць продукції, розрізняють статистичний приймальний контроль за кількісними або якісними ознаками.

Контроль за якісними ознаками – це вид контролю, в ході якого визначають значення параметра, що вимірюється за інтервальною шкалою ознак, і рішення стосовно контрольованої сукупності приймають залежно від результатів порівняння отриманих значень параметра з контрольними нормативами.

Контроль за кількісними ознаками – це вид контролю, за якого кожен перевірену одиницю продукції відносять або до категорії тих, що відповідають певним вимогам, або до бракованих, і рішення стосовно контрольованої партії приймається залежно від результатів порівняння кількості визначених у вибірці дефектних одиниць або числа дефектів, що припадає на певну кількість одиниць продукції, із контрольними нормативними величинами.

Статистичний приймальний контроль здійснюється визначеними планами контролю.

План контролю – це сукупність вимог і правил, за якими приймається рішення про прийом чи бракування партії продукції.

Під **контрольним нормативом** розуміють мінімальне або максимальне значення, яке встановлене у відповідній нормативній документації і є критерієм для прийняття рішення щодо відповідності продукції встановленим вимогам за результатами вибіркового контролю.

До основних контрольних нормативів належать такі: рівень дефектності, приймальне число, бракувальне число, ризик постачальника, ризик споживача.

Рівень дефектності – це частка дефектних (таких, що не відповідають вимогам) одиниць партії продукції або кількість дефектів одиниць на сто одиниць. Рівень дефектності може бути охарактеризований залежно від місця аналізу або часу. Так, залежно від місця контролю розрізняють вхідний та вихідний рівні дефектності.

Вхідний рівень дефектності – це кількість дефектів у партії, яка надійшла на контроль, або в потоці продукції за певний період часу.

Вихідний рівень дефектності – це кількість дефектів у партії або потоці продукції за певний період часу після здійснення контролю (відбору певної кількості одиниць на контроль).

Значення середньої величини з часток дефектних одиниць у кількох партіях продукції має назву середнього рівня дефектності.

Залежно від впливу на результати прийняття рішення про відповідність всієї партії продукції встановленим вимогам розрізняють приймальний і бракувальний рівні дефектності.

Приймальний рівень дефектності (AQL) – це найбільший рівень дефектності для окремих партій або середній рівень для послідовності партій, який є задовільним для визначення продукції такого, що відповідає встановленим вимогам. Він визначається як відсоток дефектних одиниць у загальній сукупності (окремії партії): $AQL = \frac{d}{n} \cdot 100$,

де d - кількість дефектних одиниць; n – кількість перевірених одиниць.

За відомого значення AQL більша кількість партій буде прийнятою, якщо середній рівень дефектності за цими партіями перевищуватиме AQL. Звичайно, використання AQL не гарантує виконання вимог у кожній окремії партії, але забезпечує їх виконання в середньому за сукупністю партій.

Бракувальний рівень дефектності – це мінімальний рівень дефектності для окремої партії, який є допустимим для визначення продукції такою, що не відповідає певним вимогам. Для послідовності партій він не встановлюється.

Контрольний норматив «**приймальне число**» - це максимальна кількість дефектних одиниць у вибірці, яка є критерієм для прийняття партії продукції.

Протилежним до нього є норматив «**бракувальне число**» - мінімальна кількість дефектних одиниць у вибірці, яка є критерієм для відхилення приймання партії продукції.

Застосування статистичного приймального контролю подібне до перевірки статистичних гіпотез щодо відповідності параметрів генеральної сукупності визначеним значенням. Таким чином, при застосуванні процедур статистичного приймального контролю виникають певні ризики. Основними з них є ризик постачальника і ризик споживача.

Ризик постачальника – це ймовірність бракування партії продукції, яка має приймальний рівень дефектності, тобто переважно складається з виробів, що відповідають певним вимогам.

Ризик споживача – це ймовірність приймання партії продукції з бракувальним рівнем дефектності, тобто такої, яка складається з одиниць продукції, що не відповідають певним вимогам.

Статистичний приймальний контроль здійснюється за певною схемою. Схема СПК – це комплект планів вибіркового контролю, який охоплює переважну частину можливих випадків, і сукупність правил використання цих планів на практиці.

Залежно від рівня вимог, які висуваються до надійності отриманих результатів контролю, розрізняють різні **види контролю**: нормальний, послаблений та посилений.

Основним видом контролю є нормальний, він використовується в усіх випадках доти, доки не виникає потреба перейти на інші види контролю. Перехід від одного виду контролю до іншого здійснюється за такими правилами:

- від нормального до посиленого, якщо дві з п'яти послідовних партій буде визнано такими, що не відповідають встановленим вимогам;
- від нормального до послабленого, коли за умови стабільності процесу виробництва було прийнято не менше 10 послідовних партій, при цьому загальна кількість одиниць продукції, що не відповідають вимогам, не перевищує граничну кількість, встановлену для прийнятого рівня дефектності;
- від послабленого до нормального, якщо процеси не є статистично стабільними або відбулися зміни в технології, або наступна партія визнана такою, що не відповідає вимогам, при першій перевірці;
- від посиленого до нормального, коли під час посиленого контролю приймається п'ять послідовних партій.

Залежно від обсягів партій продукції та можливо допустимих вибірок розрізняють **рівні контролю**. Найпоширенішим є 7 рівнів контролю – 3 загальні (I-III) і 4 спеціальні (S-1 – S-4).

Основним є II рівень контролю. Рівень III використовують тоді, коли застосування рівнів I і II є недоцільним з точки зору вартості контролю. Спеціальні рівні застосовуються, якщо необхідно використати вибірки малого обсягу (наприклад, у разі руйнівних випробувань).

Ймовірнісною характеристикою ефективності застосування плану контролю є **операційна характеристика**. Це виражена у певний спосіб залежність ймовірності прийняття партії продукції від рівня якості цієї партії. Операційна характеристика може бути подана у табличній, аналітичній або графічній формі.

Закон розподілу Пуассона використовується для одержання операційних характеристик планів контролю, в яких AQL перевищує 10 і визначається кількість дефектів на 100 одиниць продукції.

Біноміальний закон розподілу використовується для визначення операційних характеристик планів контролю, в яких AQL менше 10 і обсяг вибірок не перевищує 80 одиниць. За їх допомогою контролюється частка дефектних одиниць продукції.

Кожний план контролю за альтернативною ознакою визначається низкою величин. До них належать такі:

- приймальний рівень (AQL);
- бракувальний рівень (LQ);
- середній вихідний рівень дефектності (AOQ);
- граничне значення середнього вихідного рівня дефектності (AOQL);
- приймальне число A_c ;
- бракувальне число R_e .

Прийняття рішення про відповідність досліджуваної партії продукції встановленим вимогам з використанням одноступеневого плану контролю здійснюється у такий спосіб:

1. З партії продукції випадковим чином отримують вибірку обсягом, вказаним у використаному плані контролю.

2. Кожний виріб (одиниця вибірки) перевіряється на відповідність існуючим вимогам і встановлюється наявність дефектних виробів.

3. Визначена у вибірці кількість дефектних одиниць порівнюється з приймальним числом.

4. Партія продукції вважається такою, що відповідає вимогам, якщо визначена у вибірці кількість дефективних одиниць менша або дорівнює приймальному числу A_c для цього плану контролю.

5. Партія продукції вважається такою, що не відповідає вимогам, якщо визначена у вибірці кількість дефектних одиниць дорівнює бракувальному числу R_e або перевищує його для цього плану контролю.

Застосування двоступневих планів контролю здійснюється у такий послідовності (рис. 1):

1. З партії продукції випадковим чином відбирається вибірка обсягом, вказаним у використаному плані контролю для першого ступеня.

2. Кожний виріб (одиниця вибірки) перевіряється на відповідність існуючим вимогам і встановлюється загальна кількість дефектних виробів.

3. Визначена загальна кількість дефектних виробів порівнюється із значеннями A_c та R_e для першого ступеня відбору.

4. Партія продукції вважається такою, що відповідає вимогам, якщо визначена у вибірці першого ступеня кількість дефектних одиниць.

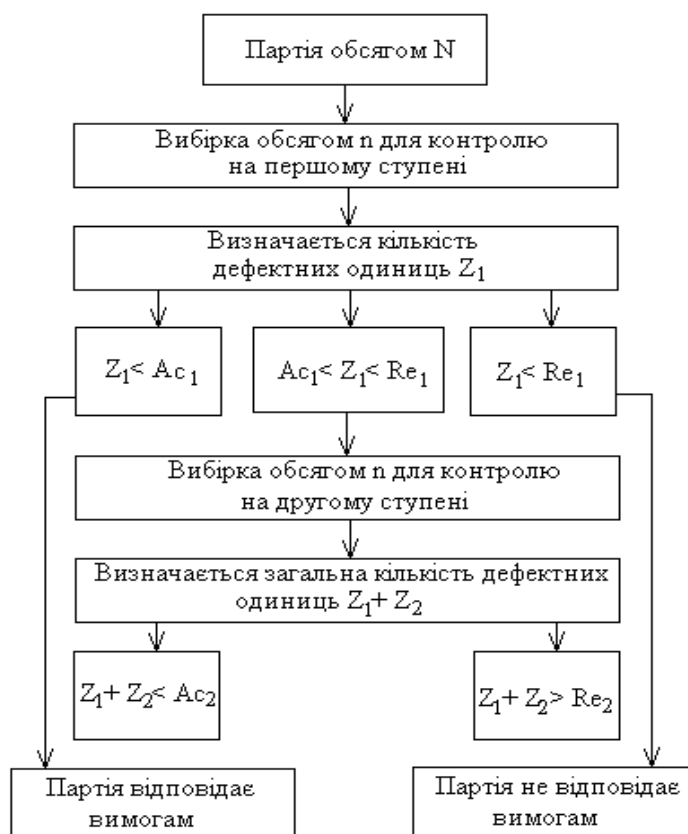


Рис. 1. Схема двоступеневого приймального контролю

5. Партія продукції вважається такою, що не відповідає вимогам, якщо визначена у вибірці кількість дефектних одиниць дорівнює або перевищує число Re для першого ступеня плану контролю.

6. Переходять до другого ступеня контролю, якщо визначена у вибірці кількість дефектних одиниць більша Ac і менша Re .

7. У разі переходу до другого ступеня контролю з партії продукції випадковим чином отримують вибірку такого ж обсягу, як і для першого ступеня.

8. Кожний виріб (одиниця вибірки) перевіряється на відповідність існуючим вимогам і встановлюється загальна кількість дефектних виробів.

9. Визначається загальна сума дефектних виробів, визначених на першому та другому ступенях контролю.

10. Отримана на попередньому кроці загальна кількість дефектних виробів порівнюється із значеннями Ac і Re для другого ступеня відбору.

11. Партія вважається такою, що відповідає вимогам, якщо визначена загальна кількість дефектних одиниць менша або дорівнює числу Ac для другого ступеня плану контролю.

12. Партія вважається такою, що не відповідає вимогам, якщо визначена у вибірках загальна кількість дефектних одиниць дорівнює або перевищує число Re для другого ступеня плану контролю.

Застосування багатоступеневих планів контролю дуже подібне до використання двоступеневих планів. Так само, на першому ступені може бути $Ac_1 < Z_1 < Re_1$, так і на другому ступені можлива ситуація $Ac_2 < Z_1 + Z_2 < Re_2$.

Якщо вона виникла, переходять на третій ступінь, де так само визначають загальну кількість дефектних одиниць $Z_1 + Z_2 + Z_3$, яку в свою чергу порівнюють із Ac_3 і Re_3 для третього ступеня. Коли й визначена для трьох ступенів загальна кількість дефектів перебуватиме в інтервалі від Ac_3 до Re_3 , то переходять до четвертого ступеня. І так доти, доки не буде прийнято рішення про відповідність партії встановленим вимогам або пройдено всю наперед визначену планом кількість ступенів контролю.

На практиці основним засобом статистичного приймального контролю є спеціальні стандарти. Вони містять у табличному вигляді всі параметри, необхідні для зручного застосування процедур статистичного приймального контролю. Так, використання стандарту складається з таких кроків:

- виробляється задовільний приймальний рівень дефектності AQL;
- вибирається рівень контролю;
- встановлюється обсяг партії, яка досліджується;
- визначається літературний код обсягу вибірки для відповідного обсягу партії продукції;
- вибирається доцільний для використання план контролю;
- з відповідних таблиць встановлюється значення бракувального та приймального чисел;
- визначається можливість переходу в разі необхідності на інший вид плану контролю.

Питання для самоконтролю

1. Дайте визначення ймовірності певної події.
2. Розкрийте особливості біноміального закону розподілу.
3. Розкрийте особливості закону розподілу Пуассона.
4. Які основні властивості нормального закону розподілу і в чому полягає його значення для практичного застосування статистики якості?
5. Які закони розподілу є похідними від нормального і де вони використовуються?
6. Розкрийте сутність статистичного приймального контролю. Поясніть його значення для забезпечення якості продукції.
7. Що таке план контролю? Які його основні властивості?
8. Розкрийте поняття видів контролю.
9. Яким є порядок застосування планів контролю?

Тести для перевірки засвоювання навчального матеріалу

1. Що є об'єктом вивчення статистики якості:
 - а) обладнання і технології;
 - б) якість товарів і послуг;

- в) ціна і собівартість продукції?
2. Який із видів відбору забезпечує найкращу репрезентативність вибірки:
- а) випадковий;
 - б) механічний;
 - в) серійний?
3. Якщо частоти всіх значень ознаки якості збільшити, то середня:
- а) збільшиться;
 - б) зменшиться;
 - в) не зміниться.
4. З якою метою обчислюються, показники варіації ознаки якості:
- а) для оцінки рівня однорідності сукупності;
 - б) для визначення середнього значення ознаки в сукупності;
 - в) для знаходження центра розподілу?
5. Які з величин структури є відносними:
- а) взуттєва фабрика на кожні 2000 пар взуття має 15 пар браку;
 - б) виробництво меблів в рік зросло в 3,5 рази;
 - в) будівельно-монтажні роботи становлять 60% всіх капітальних вкладень в економіку України?
6. Який закон розподілу має ознака якості, якщо встановлюється кількість невідповідностей на кожну окрему одиницю продукції:
- а) біноміальний;
 - б) нормальний;
 - в) Пуассона?
7. Що означає ризик споживача:
- а) ймовірність бракування партії продукції приймальним рівнем дефектності;
 - б) ймовірність приймання партії продукції з бракувальним рівнем дефектності;
 - в) відповіді а) і б) ?
8. Які засоби вдосконалення якості є пасивними:
- а) статистичне управління процесом;
 - б) статистичний приймальний контроль;
 - в) методи планування експерименту?
9. Який вид контролю за якістю отриманих результатів є основним:
- а) посилений;
 - б) нормальний;
 - в) послаблений?
10. Як ви розумієте бракувальний рівень дефектності:
- а) як найбільший рівень дефектності для окремих партій продукції, що відповідає стандарту;
 - б) як середній рівень для декількох партій, що відповідає стандарту;
 - в) як мінімальний рівень для окремої партії продукції, що допускає невідповідність вимогам стандарту.