

Г. Г. Бондаренко, В. П. Сіроклин, Н. В. Чернобай

МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ ТА ПОСЛУГ

2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Г. Г. Бондаренко, В. П. Сіроклин, Н. В. Чернобай

МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ ТА ПОСЛУГ

Навчальний посібник

Харків «ХАІ» 2024

УДК [658.56+338.46](078.5)
Б81

Рецензенти: канд. техн. наук, доц. О. М. Черняк,
Н. О. Міц

Бондаренко, Г. Г.
Б81 Методи оцінювання якості продукції та послуг [Електронний ресурс]: навч. посіб. / Г. Г. Бондаренко, В. П. Сіроклин, Н. В. Чернобай. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2024. – 95 с.

Наведено матеріал, необхідний для аудиторної, дистанційної та самостійної підготовки студентів. Подано рекомендації до виконання кожного етапу методології DMAIC (підходу до послідовного розв'язання проблем, удосконалення бізнес-процесів, що використовується в управлінні виробництвом) під час реалізації методології «Шість сигм», а також рекомендації щодо методів управління проектами відповідно до цієї методології установлено вимоги до обов'язків, освіти й компетентності персоналу, який бере участь у роботі над проектами.

Для студентів усіх спеціальностей технічних вишів, а також аспірантів і науковців.

Іл. 11. Табл. 45. Бібліогр.: 8 назв

УДК [658.56+338.46](078.5)

© Бондаренко Г. Г., Сіроклин В. П.,
Чернобай Н. В., 2024

© Національний аерокосмічний
університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут», 2024

СПИСОК ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

- c – кількість дефектів (невідповідностей);
- μ – справжній стан процесу або справжнє середнє (генеральної) сукупності;
- μ^* – зміщений стан процесу або зміщене середнє (генеральної) сукупності;
- n_{CTQC} – кількість характеристик, критичних для якості;
- n_{UNITS} – кількість перевірених одиниць продукції; частка невідповідних одиниць продукції;
- R – вибіркового розмах;
- R_{moving} – ковзний розмах, який зазвичай визначається між послідовними спостереженнями;
- σ – стандартне відхилення (генеральної) сукупності;
- u – кількість дефектів (невідповідностей) на одиницю продукції;
- X – значення змінної чи характеристики;
- \bar{X} – середнє арифметичне;
- Y_{DPMO} – розрахункова кількість невідповідностей на мільйон одиниць продукції;
- Z – квантиль нормованого нормального розподілу;
- Z_{value} – кількість сигм;
- 5S – система 5S, що передбачає сортування, раціональне розміщення, стандартизацію та вдосконалення;
- 5-WHY – метод «5 чому», метод пошуку основної причини проблеми;
- 8D – метод розв'язання проблеми «вісім дисциплін»;
- ANOVA – дисперсійний аналіз;
- CTQ – критичний для якості;
- CTQC – характеристика, критична для якості;
- DMAIC – метод, що передбачає визначення, вимірювання, аналіз, удосконалення, контроль;
- DOE – планування експериментів;
- DPMO – кількість дефектів на мільйон одиниць продукції;
- FMEA – аналіз видів і наслідків відмов;
- FTA – аналіз дерева відмов;
- MCA – аналіз багаторазових зв'язків;
- MSA – аналіз вимірювальних систем;
- ppm – кількість дефектів на мільйон одиниць продукції;

QFD – поліпшення якості продукції на основі аналізу відгуків споживачів;

RACI – матриця «відповідальний за виконання, відповідальний за перевірку, з ким можна проконсультуватись, кого слід інформувати»;

SIPOC – метод опису процесів «постачальник – входи – процес – виходи – споживач»;

SPC – статистичне управління процесом;

TPM – загальне керування обладнанням.

ВСТУП

Метою методології «Шість сигм» є поліпшення функціонування організації, а також отримання вищого прибутку шляхом розв'язання проблем бізнесу, які, можливо, існували протягом тривалого часу. Рушійною силою цього підходу є прагнення організацій до підвищення конкурентоспроможності й усунення помилок і втрат. Багато проєктів «Шість сигм» спрямовані на зменшення збитків. Використання методології «Шість сигм» як персоналом, так і постачальниками – вимога деяких організацій. Методологію «Шість сигм» оснований на проєктному підході та сфокусовано на досягненні стратегічних цілей бізнесу.

У методології використані статистичні методи, що дають змогу приймати рішення за умов невизначеності. Таким чином, необхідна узгодженість загальної програми «Шість сигм» із планами в галузі менеджменту ризику й діями щодо запобігання появі дефектів.

Методологія «Шість сигм», на відміну від інших підходів, потребує, щоб кожен проєкт ще до початку його виконання мав чітке обґрунтування. Під час викладу методології «Шість сигм» використано мову бізнесу, а філософія цієї методології полягає в підвищенні задоволеності споживача завдяки виключенню та запобіганню появі дефектів, унаслідок чого збільшується прибуток від діяльності організації.

Іншою особливістю методології є інфраструктура. Розподіл функцій і відповідальності персоналу забезпечує методологію стійкою інфраструктурою.

Вимога наявності в кожного проєкту обґрунтування, єдиний спосіб перевірки всіх проєктів, застосування чітко визначеної методології (DMAIC) формують додаткові елементи інфраструктури.

DMAIC (від англ. define, measure, analyze, improve, control – визначення, вимірювання, аналіз, удосконалення, контроль) – підхід до послідовного розв'язання проблем, удосконалення бізнес-процесів, що використовується в управлінні виробництвом.

Сфера застосування DMAIC охоплює поліпшення наявних процесів. Проте в посібнику не розглянуто розробку «Шість сигм» чи модернізацію процесів, для яких методологію DMAIC не може бути повністю реалізовано, а також питання сертифікації. Розглянуто також ситуації, коли подальша робота з певним процесом неможлива з технічних чи фінансових причин.

Розділ 1. МЕТОДОЛОГІЯ ПОЛІПШЕННЯ ПРОЦЕСІВ «ШІСТЬ СИГМ»

1.1 Основи проєкту «Шість сигм» в організації

1.1.1 Загальні положення

Головною метою проєкту «Шість сигм» є вирішення завдання досягнення бізнес-мети організації. Проєкт «Шість сигм» слід робити тільки в тих випадках, коли невідомо, як вирішити завдання.

Дії реалізації проєкту «Шість сигм» охоплюють:

- 1) збирання даних;
- 2) отримання інформації на основі аналізу даних;
- 3) вироблення рішення;
- 4) забезпечення одержання бажаних результатів.

Під час виконання перелічених дій перевагу слід надавати практичному підходу, як показано в таблиці 1.

Таблиця 1 – Основи методології «Шість сигм»

Запитання	Етап методології «Шість сигм»	Опис
Яка проблема?	Визначення	Визначення проблеми, над якою треба працювати
На якому етапі зараз перебуває процес?	Вимірювання	Вимірювання поточних показників процесу, які необхідно поліпшити
Що є причиною проблеми?	Аналіз	Аналіз процесу для визначення головної причини незадовільних показників
Що можна зробити для усунення проблеми?	Поліпшення	Удосконалення процесу шляхом випробувань та аналізу можливих рішень для створення сталого поліпшення процесу
Як зберегти поліпшення?	Контроль	Контроль поліпшеного процесу за допомогою створення стандартизованого процесу, здатного функціонувати та постійно поліпшувати необхідні характеристики протягом тривалого часу

1.1.2 Зворотний зв'язок зі споживачем

Організація має забезпечувати постійний зворотний зв'язок зі споживачем під час перебігу проєкту «Шість сигм». У ролі споживача може бути спонсор проєкту, внутрішній чи зовнішній споживач. Важливо, щоб кожен проєкт «Шість сигм» починався з визначення потреб та очікувань споживачів. Згодом на кожному етапі виконуваних дій необхідно перевіряти наявні / відсутні відхилення від початкових очікувань споживача.

1.1.3 Облікова модель

Методологія поліпшення «Шість сигм» має бути спрямована на підвищення фінансової ефективності організації, а також ураховувати безпеку та задоволеність споживача.

У всіх випадках як перший крок має бути встановлено облікову модель, що дає змогу правильно оцінювати фінансові показники процесу. Це дає можливість фінансовому та виробничому підрозділам прогнозувати результати, користуючись єдиним набором даних.

Показники досліджуваного проєкту слід оцінювати з позиції результативності та придатності для споживача чи бізнесу. Спонсор проєкту має регулярно аналізувати показники проєкту.

1.1.4 Зрілість процесів організації

Безперервне поліпшення охоплює набір дій, що поліпшують продуктивність роботи організації. Концепцію зрілості введено для оцінювання різних рівнів діяльності організації та складання плану безперервного поліпшення проєктів.

Зазвичай використовують п'ять рівнів:

- початковий (рівень 1) – в організації немає опису процесів;
- керований (рівень 2) – для реагування на вимоги споживача в організації розроблено формалізоване надання процесу;
- визначений (рівень 3) – визначено процеси у всій організації;
- кількісно керований (рівень 4) – усіма процесами рівня 3 керують кількісно з використанням індикаторів;
- оптимізований (рівень 5) – процеси оптимізовані з використанням індикаторів.

В організації, що застосовує методологію «Шість сигм», рівні зрілості поступово змінюються. Перехід на нову стадію впровадження методології «Шість сигм» зумовлює генеральний план безперервного поліпшення та рівень зрілості організації.

Рівні зрілості показано на рисунку 1.

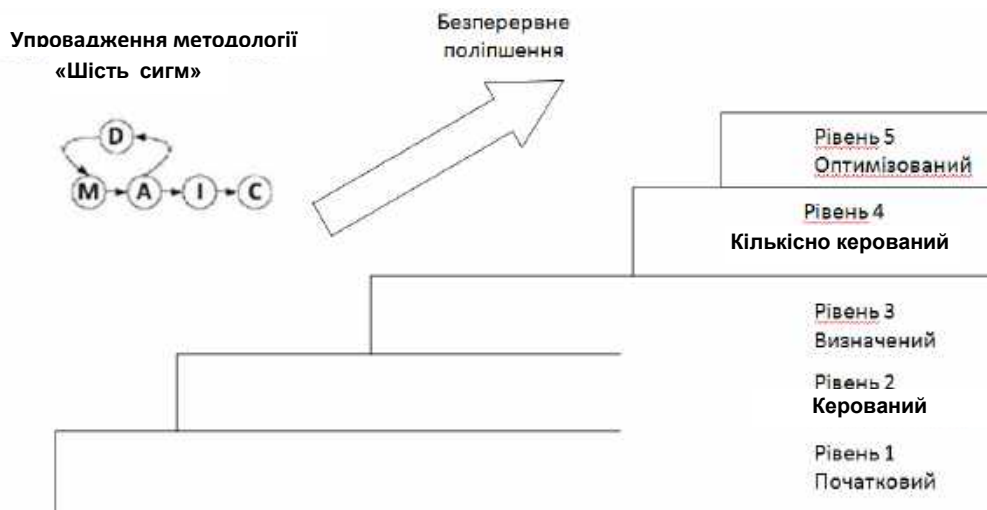


Рисунок 1 – Безперервне поліпшення та рівні зрілості організації процесів

1.1.5 Зв'язок з ISO 9001

Принципи якості, викладені у стандартах системи управління якістю ISO 9000 та ISO 9001, потребують прийняття рішень на основі застосування процесного підходу для досягнення якості продукції та практики безперервного поліпшення.

Методи «Шість сигм» є потужним засобом досягнення високих результатів у кожній із цих областей.

Якість є результатом роботи організації. Методи забезпечення якості, такі як «Шість сигм», працюють більш результативно, якщо вони є невід'ємною складовою наявної системи та процесів організації – від маркетингового дослідження з метою планування якості до управління процесами на всіх стадіях життєвого циклу.

Організація, що впроваджує «Шість сигм», має проаналізувати свої наявні системи та визначити, де необхідно змінити процеси, які існують.

Упровадження методів, основаних на використанні даних, та методів прийняття рішень (таких як DMAIC) може допомогти поліпшенню наявних систем організації. Це також може допомогти безперервному поліпшенню системи, що існує та є вимогою ISO 9001. Організації, що впроваджують методологію «Шість сигм», мають можливість підвищити продуктивність, задоволеність споживачів і забезпечити стійку конкурентоспроможність.

Співробітники організації отримують користь від навчання, вивчення та застосування методів «Шість сигм». Вони стають більш компетентними, набувають уміння статистичного мислення, розуміють мінливість процесу та кінцеве застосування цих методів у системі менеджменту якості.

Ще однією важливою перевагою інтеграції методів «Шість сигм» у систему менеджменту якості є можливість збирання та зберігання основних знань для кожного проекту та процесу. Ці знання (про задоволеність споживачів, розробки для виробництва, можливості процесу та дані про надійність під час експлуатації) передають наступним командам проекту, доповнюючи основні знання, необхідні для обґрунтування сталого розвитку організації та виживання в довгостроковій перспективі та відсутності втрати знань із відходом ключових співробітників організації.

Споживачі та зацікавлені сторони є основними користувачами переваг інтеграції методології «Шість сигм» у систему менеджменту якості, що забезпечує виготовлення продукції найвищої якості з низькими витратами, а також стабільність постачання продукції.

1.2 Вимірювання в методології «Шість сигм»

1.2.1 Мета

Метою вимірів у проекті «Шість сигм» є кількісне визначення показників процесу. Для цього використовують зіставлення, аналіз та виявлення джерел поліпшення показників. Для кількісного опису проблеми, на розв'язання якої спрямований один або кілька проектів «Шість сигм», можуть бути застосовані різні кількісні показники. Для кількісного опису проблеми в процесі реалізації проекту «Шість сигм» може бути використано кілька мір показників.

Вибір заходів і показників, що використовуються, залежить від особливостей проекту. Трьома основними показниками, які часто використовуються для стимулювання робіт із поліпшення, є: рентабельність продукції, кількість звітів про проблеми та своєчасність поставок.

Моніторинг цих характеристик дає змогу визначити, наскільки необхідно поліпшити показники продукції та процесу. Комплексним показником є витрати на погану якість.

1.2.2 Кількість невідповідностей (дефектів) на мільйон одиниць продукції (DMAIC)

Значення кількості невідповідностей на мільйон одиниць продукції обчислюють за такою формулою:

$$Y_{DPMO} = \frac{c}{n_{units} n_{CTQC}} 1000000.$$

9

Потенційна кількість невідповідностей за характеристиками, критичними для якості, обчислюють з урахуванням кількості перевірених одиниць продукції n_{units} . Це кількість невідповідностей показує досягнуті показники якості та виражається у вигляді кількості таких невідповідностей на мільйон одиниць продукції. Значення цього показника може бути використано для оцінювання кількості сигм, або Z_{value} (таблиця 2).

Таблиця 2 – Кількість сигм

Кількість невідповідностей на мільйон одиниць продукції	Кількість сигм
308538,0	2
66807,0	3
6210,0	4
233,0	5
3,4	6
<p>Примітки</p> <p>1 Повну таблицю кількості сигм наведено в Додатку А.</p> <p>2 Розрахунки основані на зрушенні на 1,5 стандартних відхилень від середнього</p>	

Мірою, яка використовується для ранжування якості або продуктивності, є кількість сигм. Якість світового рівня стала синонімом кількості сигм, що дорівнює шести, тобто рівня невідповідностей, що становить 3,4 невідповідності на мільйон одиниць продукції.

Таким чином, безперервний процес із кількістю сигм, що дорівнює шести, має межу допустимих значень, що відстань на 4,5 стандартні відхилення від середнього.

Як унаочнення застосування наведених розрахунків розглянемо продукцію з 1000 характеристик, критичних для якості. Якщо всі характеристики мають рівень невідповідностей 3,4 на мільйон, то ймовірність того, що одиниця продукції, що не матиме невідповідностей, становить $1 - (0.00000340)^{1000}$ або 0,996606. Якщо має бути виготовлено партію зі 150 одиниць продукції, імовірність того, що в партії не буде невідповідностей, становить $0,996606^{105}$ або 0,60. Отже, якщо навіть для кожної характеристики якості кількість сигм дорівнює шести, імовірність наявності хоча б однієї невідповідності в партії зі 150 одиниць продукції становить 0,40.

Таким чином, для такої продукції рівень характеристики якості має бути набагато вищим, ніж шість сигм. Отже, шість сигм є початковим пороговим рівнем.

1.2.3 Кількість сигм

Кількість сигм виведено з нормального розподілу, але зі зрушенням на $1,5$ стандартних відхилень від математичного сподівання. Зміщення на $1,5 \sigma$, показане на рисунку 2, називається зсувом (величини).

Примітка. Зсув на $1,5 \sigma$ дає змогу оцінити зміни середнього процесу між короткостроковими та довгостроковими періодами.

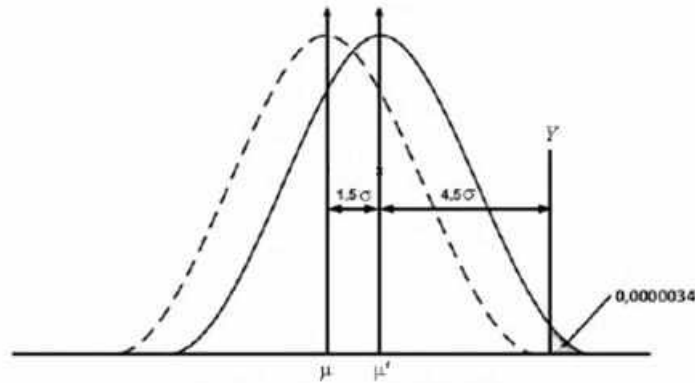


Рисунок 2 – Одержання кількості сигм

Точка 6σ фактично збігається з точкою $4,5$ у разі зсуву середнього на $1,5 \sigma$. Таким чином, частка розподілу, що залишається в його хвості, дорівнює z для $4,5$ у разі використання нормованого нормального розподілу. У такий спосіб отримані дані наведено в таблиці 2.

Слід пам'ятати, що нормальний розподіл не завжди підходить для використання.

1.2.4 Штучний наскрізний вихід

Штучний наскрізний вихід є ймовірністю того, що окрема одиниця продукції може пройти кілька етапів без появи невідповідностей.

Якщо процес складається з великої кількості етапів, ймовірність наскрізного виходу для процесу дорівнює добутку ймовірностей відсутності невідповідностей кожного етапу процесу. Виконання етапу процесу не охоплює перероблення, ремонт, додаткові регулювання, затримку через простої тощо. Цей показник також називають неконтрольованою ймовірністю, або наскрізною ймовірністю (рисунок 3).

Обчислення ймовірності наскрізного виходу для процесу є більш відповідною характеристикою процесу, ніж обчислення після операції $30(500 - 10 - 5) / 500 = 0,970$, що завищує значення ймовірності, що дорівнює $0,897$.

Примітка. Наведений метод обчислення передбачає, що етапи процесу є незалежними.

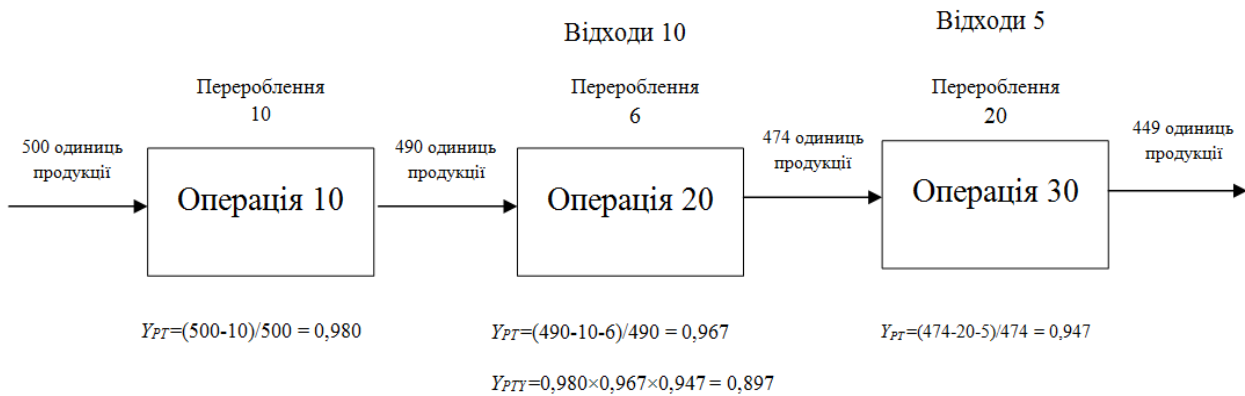


Рисунок 3 – Приклад обчислення ймовірності штучного наскрізного виходу

1.2.5 Частка повернень

Частка повернень є кількістю повернутих одиниць продукції (або заяв про повернення) цього виду за конкретний період (наприклад, місяць), поділеною на кількість поставлених одиниць продукції. Кількість поставлених одиниць продукції визначають за той самий період, що і кількість повернутих одиниць продукції у вигляді фактичного значення чи середньої кількості поставлених одиниць продукції, визначеного за даними постачання протягом року.

1.2.6 Кількість скарг споживачів на якість продукції

Кількість скарг споживачів на якість продукції визначають як кількість заяв про проблеми, пов'язані з якістю продукції, що виникають у споживача протягом конкретного періоду (наприклад, протягом місяця). Продукцією може бути апаратне забезпечення, програмне забезпечення, система, встановлена в споживача, чи послуга, надана споживачеві.

Іноді скарги споживачів класифікують на три категорії відповідно до їхньої тяжкості: критичні, значні та незначні. У цьому випадку кількість скарг споживачів на якість продукції поділяють на три складові, що являють собою показники кожної категорії.

1.2.7 Своєчасність постачання

Своєчасність поставки визначають як відсоток замовлень, доставлених споживачам відповідно до вимог споживача за конкретний період.

1.2.8 Витрати на погану якість

Традиційно витрати на забезпечення якості охоплюють витрати організації на профілактику, оцінювання, внутрішні відмови та зовнішні відмови. Часто більшість цих витрат становлять витрати на виробництво й усунення дефектів унаслідок внутрішніх чи зовнішніх відмов. Ці витрати охоплюють витрати на відвантаження продукції з дефектом або її заміну, діагностику причини дефектів, ремонт продукції з дефектами чи її списання, повторні випробування, упакування нової продукції тощо. Вони не включають збитки споживача чи витрати, зазанані через недостатню задоволеність споживача продукцією.

1.3 Функції персоналу

1.3.1 Загальні положення

Під час упровадження методології «Шість сигм» організація має розглянути функції персоналу і те, наскільки вони застосовні в організації.

Залежно від розміру організації та складності проєкту деякі функції потребують повної зайнятості. Схему взаємозв'язків функцій персоналу показано на рисунку 4.

1.3.2 Чемпіон

Чемпіоном зазвичай є член вищого керівництва організації, наприклад директор або віцепрезидент з якості, що має великі повноваження в організації.

Функціями чемпіона є:

- 1) визначення стратегії впровадження методології «Шість сигм» в організації;
- 2) відповідальність за постановку та просування цілей бізнесу стосовно проєкту «Шість сигм».

1.3.3 Менеджер з упровадження

Для контролю та управління використанням «Шести сигм» організація призначає менеджера з упровадження. Залежно від розміру організації це може бути посада з повною зайнятістю.

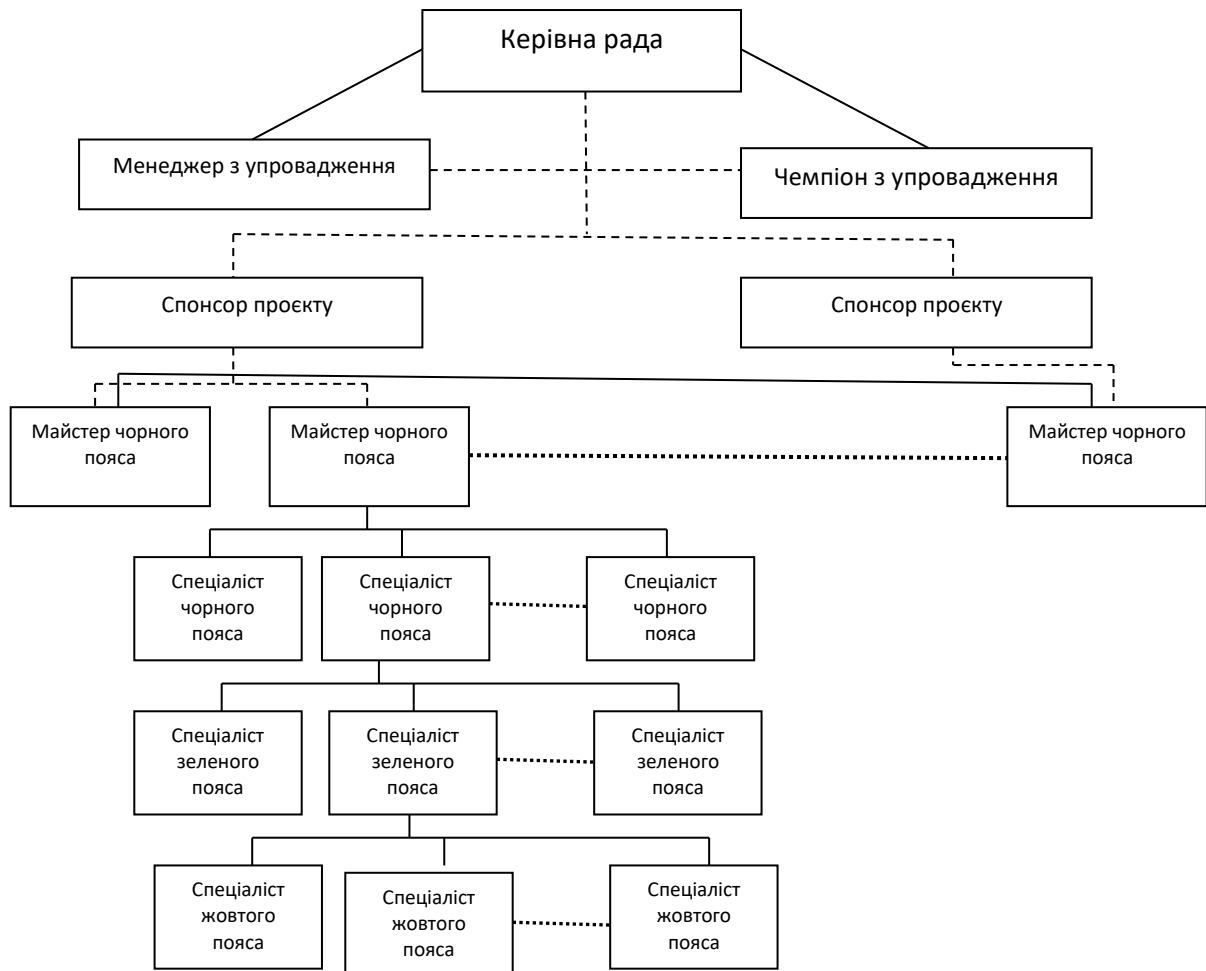


Рисунок 4 – Функції персоналу в проєкті «Шість сигм» та їхні взаємозв'язки

Менеджер з упровадження виконує такі функції:

- 1) ініціювання – ініціює впровадження «Шість сигм»;
- 2) визначення – разом із вищим керівництвом визначає сферу застосування методології «Шість сигм» в організації, необхідну кількість майстрів чорного пояса, спеціалістів чорного, зеленого та жовтого поясів і тривалість підготовки таких спеціалістів;
- 3) підтримання взаємодії з вищим керівництвом, надає йому звіти про виконання всіх дій відповідно до методології «Шість сигм»;
- 4) залучення до роботи нових спонсорів проєкту та наймає нових майстрів чорного пояса та кандидатів у спеціалісти чорного пояса для робіт у галузі «Шість сигм»;
- 5) ведення переговорів із різними підрозділами організації про відрядження та подальше переведення кандидата в спеціалісти чорного пояса на інше місце роботи;

6) керування всіма засобами, що використовуються для виконання проєкту «Шість сигм», наприклад центром «Шість сигм», майстрами та спеціалістами чорного пояса;

7) пошук потенційних проєктів;

8) участь в аналізі основних елементів виконання проєкту за потреби.

1.3.4 Спонсор проєкту

Функції спонсора проєкту є надзвичайно важливими для успішного виконання проєкту «Шість сигм». Цією людиною може бути власник процесу, до якого застосовують проєкт «Шість сигм».

Обов'язки спонсора проєкту залежать від такого:

1) успіху проєкту

2) важливості й ефективності використання результатів аналізу основних елементів проєкту;

3) установа розв'язання всіх проблем, що виникають;

4) усунення старих способів ведення бізнесу після впровадження нових рішень;

5) задоволення потреб у навчанні.

Основними функціями спонсора проєкту є:

1) упровадження методології «Шість сигм» разом із вищим керівництвом організації;

2) підтримка висунутого проєкту «Шість сигм»;

3) забезпечення необхідними для виконання проєкту «Шість сигм» ресурсами спеціалістів чорного пояса;

4) усунення всіх перешкод у роботі спеціалістів чорного пояса під час реалізації проєкту;

5) безпосередня участь в аналізі проєкту до завершення останнього етапу проєкту, коли роботу виконано відповідним чином;

6) забезпечення виконання всіх рекомендацій проєкту «Шість сигм» у повному обсязі;

7) забезпечення виконання та підтримки в робочому стані поліпшень, виявлених у проєктах;

8) забезпечення перевірки завершених проєктів щодо застосування в інших напрямках бізнесу або елементах досліджуваного бізнесу.

1.3.5 Майстер чорного пояса

Основною функцією майстра чорного пояса є підтримка спеціалістів чорного пояса в застосуванні методології DMAIC, у виборі та використанні необхідних методів і прийомів.

Зокрема, робота майстра чорного пояса передбачає:

- 1) забезпечення спеціалістів чорного пояса коучингом та наставництвом у застосуванні методології DMAIC, виборі та використанні необхідних методів і прийомів;
- 2) забезпечення реалізації та підтримки ідентифікованих поліпшень;
- 3) надання внутрішніх консультацій щодо сучасних статистичних методів;
- 4) надання допомоги у визначенні поліпшень проєктів;
- 5) надання допомоги у визначенні сфери застосування поліпшень;
- 6) надання допомоги під час виконання періодичного аналізу поліпшень;
- 7) забезпечення навчання за методами та прийомами методології «Шість сигм» для спеціалістів чорних та зелених поясів відповідно до вимог, напрямів бізнесу або елементів досліджуваного бізнесу;
- 8) визначення результативності навчання;
- 9) очолення роботи з поліпшення відповідно до вимог.

Примітка. За відсутності майстра чорного пояса організація може використовувати консультаційні послуги виконання функції майстра чорного пояса. Майстер чорного пояса повинен мати досвід роботи з багатьма організаціями, а також багато знань у галузі бізнесу (часто майстрами чорного пояса є колишні керівники організації).

1.3.6 Спеціаліст чорного пояса

Очікується, що спеціаліст чорного пояса надаватиме організації узгоджені переваги від запровадження проєкту «Шість сигм».

Функціями спеціаліста чорного пояса є:

- 1) робота з іншими учасниками проєкту щодо виявлення можливостей поліпшення;
- 2) організація багатопрофільних команд (організація процесу); за потреби керує роботами щодо поліпшення;
- 3) очолення виконання робіт із поліпшення або допомога спеціалістам зеленого пояса застосовувати методологію DMAIC;
- 4) навчання, здійснення коучингу та наставництва спеціалістів зеленого пояса з методології DMAIC і пов'язаних з нею методів поліпшення;
- 5) участь в аналізі виконання робіт за проєктом на певну дату з розглядом досягнень, одержаних на момент виконання аналізу.

1.3.7 Спеціаліст зеленого пояса

Очікується, що спеціаліст зеленого пояса надаватиме організації узгоджені переваги проєкту «Шість сигм». Роботи з поліпшення зазвичай належать до посадових обов'язків спеціаліста зеленого пояса, при цьому функціями спеціаліста зеленого пояса є:

- 1) робота зі своїм безпосереднім керівником з ідентифікації можливостей поліпшення на локальному рівні;
- 2) робота під керівництвом спеціаліста чорного пояса як члена більшого проєкту «Шість сигм», який очолює спеціаліст чорного пояса;
- 3) очолення дрібнішого проєкту «Шість сигм» під керівництвом спеціаліста чорного пояса;
- 4) здійснення коучингу операторів технологічних процесів (жовтий пояс) за методами поліпшення процесів.

1.3.8 Спеціаліст жовтого пояса

Спеціаліст жовтого пояса зазвичай є оператором виробничого або організаційного процесу. Спеціаліст жовтого пояса бере участь у команді проєкту «Шість сигм», якщо проєкт «Шість сигм» стосується процесу, у якому працює спеціаліст жовтого пояса.

Робота спеціаліста жовтого пояса передбачає:

- 1) роботу зі спеціалістом зеленого пояса з ідентифікації можливості поліпшень на своєму рівні;
- 2) роботу під керівництвом спеціаліста чорного пояса чи спеціаліста зеленого пояса як члена більшого проєкту «Шість сигм», очолюваного спеціалістом чорного пояса;
- 3) участь у дрібнішому проєкті «Шість сигм» під керівництвом спеціаліста зеленого пояса.

1.4 Необхідна мінімальна компетентність

Мінімальну компетентність персоналу, що рекомендується, необхідну для виконання проєкту «Шість сигм», описано в попередньому розділі та наведено в таблиці 3.

У таблиці 3 кожній навичці надано чисельне значення від нуля (коли для виконання певної функції не потрібна будь-яка компетентність) до трьох (коли певна навичка надзвичайно необхідна для виконання визначених функцій).

Таблиця 3 – Необхідна мінімальна компетентність для виконання окремих функцій у проєкті «Шість сигм»

Навичка	Майстер чорного пояса	Спеціаліст чорного пояса	Спеціаліст зеленого пояса	Спеціаліст жовтого пояса
Сприйняття змін у бізнес-середовищі	3	2	1	1
Комп'ютерна грамотність	3	3	1	1
Орієнтація на споживача	3	3	3	3
Навички міжособистісного спілкування	3	3	2	1
Мотиваційні навички	3	3	2	1
Математична грамотність	3	2	1	1
Навички вирішення практичних завдань	3	2	3	1
Навички складання доповідей і презентацій	3	3	2	0
Досвід поліпшення процесів	3	2	1	0
Навички управління процесом	3	3	2	0
Навички управління проєктом	3	3	2	0
Орієнтованість на результат	3	3	2	2

Продовження таблиці 3

Навичка	Майстер чорного пояса	Спеціаліст чорного пояса	Спеціаліст зеленого пояса	Спеціаліст жовтого пояса
Знання методів і прийомів методології «Шість сигм»	3	2	1	1
Статистичні навички	3	2	1	0
Навички використання статистичного програмного забезпечення	3	3	1	0
Навички навчання	3	3	1	0
Навички коучингу	3	2	2	0
<p>0 – не потрібно; 1 – базова компетенція; 2 – досвідчений користувач; 3 – вищий рівень навичок.</p> <p>Примітка. У таблиці значення 0 означає, що для виконання цієї функції може бути не потрібен цей досвід. Це не означає, що людина, яка виконує цю функцію, не має такої навички</p>				

1.5 Мінімальні вимоги до навчання для виконання проєктів «Шість сигм»

1.5.1 Рекомендоване навчання

Навчання може бути проведено різними способами: у формі семінару в навчальній аудиторії або за допомогою інших методів навчання, таких як електронне навчання або аналогічні семінари дистанційного навчання. Рекомендовані вимоги до навчання наведено в таблиці 4 для кожної функції персоналу «Шість сигм», описаної в розділі 3.

Таблиця 4 – Рекомендована мінімальна тривалість навчання

Тип навчання	Чемпіон ^a / менеджер з упровадження	Спонсор	Майстер чорного пояса ^b	Спеціаліст чорного пояса	Спеціаліст зеленого пояса	Спеціаліст жовтого пояса
Інструктаж ^c (дні)	3	1	10	20	5	1
Консультації (дні)	–	–	2	5	1	0
Кількість кваліфікаційних проєктів «Шість сигм»	–	–	2	2	1	0

^a Щоб стати чемпіоном, недостатньо пройти відповідний курс навчання.

^b Необхідно, щоб майстер чорного пояса раніше пройшов навчання для спеціалістів чорного пояса та виконував функції спеціаліста чорного пояса не менше двох років, він повинен брати участь у кількох завершених проєктах «Шість сигм».

^c Передбачається, що інструктаж проводиться в навчальній аудиторії. Деякі організації замінюють частину навчального часу дистанційним електронним навчанням.

Навчання майстрів чорного пояса зазвичай проводять протягом двох тижнів із перервою близько двох тижнів.

Навчання спеціаліста чорного пояса зазвичай ділиться на п'ять модулів по чотири дні або на іншу зручну кількість модулів, наприклад на чотири п'ятиденні модулі з інтервалом між ними в три-чотири тижні

1.5.2 Вимоги до навчання чемпіона та менеджера з упровадження

Метою навчання є ознайомлення чемпіона і менеджера з упровадження із методологією DMAIC та її методами й прийомами. Маючи такі знання, вони отримують можливість правильного розуміння звітів команд «Шість сигм» про роботи та результати проєктів.

Це навчання повинно мати такий самий зміст, як і навчання для спеціалістів зеленого пояса, але з акцентом на вибір проєкту, його сфери застосування та виконання рекомендацій.

1.5.3 Вимоги до навчання проєкту

Метою навчання є ознайомлення спонсора проєкту з методологією DMAIC, допомога в розумінні її методів і прийомів. Маючи такі знання, спонсор проєкту отримає можливість правильно розуміти звіти команд

«Шість сигм» про роботу та результати проєктів та зможе повністю брати участь в аналізі виконуваного проєкту, а також зможе визначати підхід «Шість сигм» для поліпшення бізнесу.

Зміст навчання спонсора проєкту залежить від особливостей діяльності організації, але має бути зосереджено на оцінюванні поставок та їхньому оцінюванні на етапі завершення кожного проєкту «Шість сигм».

1.5.4 Вимоги до навчання майстра чорного пояса

Кандидат у майстри чорного пояса має бути акредитований як спеціаліст чорного пояса і, отже, має пройти необхідне навчання на спеціаліста чорного пояса. Якщо він не отримав такого навчання, майстер чорного пояса має пройти додаткове навчання, рекомендоване для поглиблення знань майстра чорного пояса про статистичні методи, інші необхідні математичні методи та методи управління організацією. Програму навчання готують індивідуально. Її зміст залежить від сфери застосування проєкту «Шість сигм» (виробництво, купівля-продаж), яку має підтримувати майстер чорного пояса.

1.5.5 Вимоги до навчання спеціаліста чорного пояса

Кандидат у спеціалісти чорного пояса повинен або пройти навчання та бути акредитованим як спеціаліст зеленого пояса, або мати відповідний рівень знань і досвід.

Знання кандидата в спеціалісти чорного пояса має бути підтверджено оцінкою за письмову роботу чи тестування. Оцінювання може бути внутрішнім або бути проведено зовнішньою організацією.

На додаток до навчання за програмою кожен кандидат у спеціалісти чорного пояса має завершити не менше двох проєктів «Шість сигм», сертифікованих органом зі сертифікації. Сертифікація може бути внутрішньою чи зовнішньою. Проєкти дають змогу кандидату в спеціалісти чорного пояса продемонструвати свої знання та здатність застосовувати методи та методологію «Шість сигм». Проєкти має оцінити майстер чорного пояса. Оцінювання повинно передбачати усну перевірку, яка може бути елементом наставництва під час виконання проєкту як частина процесів навчання та сертифікації.

Якщо кандидат у спеціалісти чорного пояса через особливості перших двох проєктів не може продемонструвати повністю свої знання методів і прийомів «Шість сигм», він може брати участь у додаткових проєктах «Шість сигм».

1.5.6 Вимоги до навчання спеціаліста зеленого пояса

Знання кандидата в спеціалісти зеленого пояса має бути підтверджено оцінкою за письмову роботу чи тестування. Оцінювання може бути внутрішнім або може бути проведено зовнішньою організацією.

На додаток до навчання та програми кожен кандидат у спеціалісти зеленого пояса має завершити один проєкт «Шість сигм», схвалений органом сертифікації. Сертифікація може бути внутрішньою чи зовнішньою. Цей проєкт дає кандидату в спеціалісти зеленого пояса можливість продемонструвати свої знання та здатність застосовувати методи та підходи методології «Шість сигм», що відповідають рівню зеленого пояса.

Проєкт має бути оцінено незалежним спеціалістом чорного пояса та належати галузі, де працює кандидат у спеціалісти зеленого пояса. Оцінювання повинно передбачати усний іспит.

1.5.7 Вимоги до навчання спеціаліста жовтого пояса

Програма навчання спеціаліста жовтого пояса має проводитись у формі одноденного ознайомчого семінару про концепцію «Шість сигм», де має бути наведено пояснення мети проєкту «Шість сигм» та методологію DMAIC. Детальний опис методів і підходів методології «Шість сигм» має бути зведено до мінімуму.

Важливо, щоб навчання проводилося спеціалістом чорного пояса, але цю функцію можуть виконувати спеціалісти зеленого пояса.

Спеціалісти жовтого пояса під час включення до команди проєкту «Шість сигм» повинні отримати на робочому місці навчання із застосування методів методології «Шість сигм», необхідні для реалізації проєкту. Це навчання має бути проведено спеціалістами зеленого або чорного поясів, які беруть участь у виконанні проєкту.

Організація, що впроваджує методологію «Шість сигм», має розглянути, чи буде вигідно для успішного виконання проєкту навчання всіх співробітників на спеціаліста щонайменше жовтого пояса.

1.6 Навчання

Навчання спеціалістів чорного і зеленого поясів проводять за типовими програмами. Зміст і розклад типових програм наведено в таблицях 5 і 6.

Типову програму навчання спеціалістів чорного пояса наведено в таблиці 5.

Таблиця 5 – Типова програма навчання спеціалістів чорного пояса

День	Тиждень 1 (визначення)	Тиждень 2 (вимірювання)	Тиждень 3 (аналіз)	Тиждень 4 (поліпшення)	Тиждень 5 (контроль)
День 1	Моделі витрат на погану якість; кількісні показники бізнесу; бенчмаркінг; фінансові методи проекту	Масштаб вимірів; види даних; визначення можливостей; інтерпретація відхилень	Основні методи; приховані фактури; короткострокові та довгострокові можливості; нормований нормальний розподіл; довірчий інтервал	Повний факторний експеримент	Коригування помилок
День 2	Визначення втрат: концепція вартості; можливості; показники «Шість сигм»; вибір проекту	Мінливість процесу; процесу FMEA	Перевірка гіпотез; розрахунок потужності й обсягу вибірки; розподілу	Дисперсійний аналіз; багатофакторний аналіз	Дробний факторний експеримент SPC для альтернативних даних
День 3	Формулювання проблеми; визначення споживачів; складання картки процесу: матриці вибору характеристик: діаграми причинно-наслідкових зв'язків	MSA для кількісних показників; MSA для альтернативних даних	Лінійна регресія та кореляція; аналіз залишків; непараметричні перевірки гіпотез	Еволюційно з планування експерименту; множинний регресійний аналіз	SPC для кількісних показників

Продовження таблиці 5

День	Тиждень 1 (визначення)	Тиждень 2 (вимірювання)	Тиждень 3 (аналіз)	Тиждень 4 (поліпшен-ня)	Тиждень 5 (контроль)
День 4	Створення команди: індивідуальний стиль; паспорт проекту; управління проектом; діаграми Ганга	Стратегії вибіркового контролю: методи збору даних; базові статистичні методи оцінювання придатності процесу; відтворюваність процесу	Аналіз Вейбулла; аналіз «5 чому»	Стійкість процесу; експеримент поверхні відгуку; аналіз силового поля	Плани контролю; 5S; TPM; аудит процесу; критерії успіху

Типову програму навчання спеціалістів зеленого пояса наведено в таблиці 6.

Таблиця 6 – Типова програма навчання спеціалістів зеленого пояса

День 1 (визначення)	День 2 (вимірювання)	День 3 (аналіз)	День 4 (поліпшення)	День 5 (контроль)
Вибір проекту	Концепція мінливості	Аналіз відтвореності процесу	Поліпшення, генерування альтернативних ідей	Захист від помилок
Методологія DMAIC	FMEA	Аналіз Парето	Карта процесу «повинно бути»	Довготривалий план MSA

Продовження таблиці 6

День 1 (визначення)	День 2 (вимірювання)	День 3 (аналіз)	День 4 (поліпшення)	День 5 (контроль)
Визначення характеристик, критичних для якості	Види даних	Коробчасті діаграми	Проведення FMEA	<i>p</i> -карти
Складання картки проекту	Плани збору даних	Гістограми	Пілотні поліпшення	<i>u</i> -карти
Уточнення сфери застосування проекту	MSA	Графіки розсіювання	Валідація поліпшень	X-карти та <i>R</i> -карти
Причинно-наслідкові матриці	–	Діаграма розкиду	–	X-карти та <i>R_{moving}</i> -карти
Аналіз доходів і втрат		Діаграми причинно-наслідкових зв'язків		Плани стандартного виконання дій і навчання

1.7 Визначення пріоритетності та вибір проекту «Шість сигм»

1.7.1 Загальні положення

Проекти, що вибираються, мають відповідати цілям організації. Як проекти «Шість сигм» може бути розглянуто лише проекти, у яких рішення заздалегідь невідоме.

Виконання кожного проекту має робити внесок у загальне поліпшення рентабельності організації. Для забезпечення вибору проекту організація має вести перелік проектів для розроблення, ранжованих відповідно до їхнього потенційного прибутку. Деякі проекти більш прості у виконанні, і це слід враховувати під час виборів проекту.

1.7.2 Визначення пріоритетності проектів

Існує кілька способів порівняльного оцінювання переваг аналізованих проектів.

Приклад одного зі способів ранжування проектів наведено на рисунку 5. Проекти для вибору як проект «Шість сигм» оцінюють за

складністю їхньої реалізації та за їхнім можливим перевагам. Складність і переваги реалізації проекту є координатами рисунку 5.

Проекти, зазначені в квадраті «Пріоритет 1», є проектами, що мають високі переваги від упровадження та низьку складність виконання. Ці проекти має бути виконано найперше. Можна обговорювати, чи варто виконувати деякі проекти з квадрата «Пріоритет 3» раніше деяких проектів із квадрата «Пріоритет 2». Може статися, що проекти квадрата «Пріоритет 4» ніколи не буде вибрано, якщо виконання проекту із цього квадрата не вимагатиме будь-який важливий для організації споживач.

Іншим більш об'єктивним підходом є використання таблиці або матриці, подібної до таблиці 7. Цей підхід іноді називають накопичувачем проектів. У рядках таблиці вказані ранги проектів відповідно до певних критеріїв. Показник пріоритетності проекту розраховують помножуючи ранги проекту за всіма рядками від А до Е.

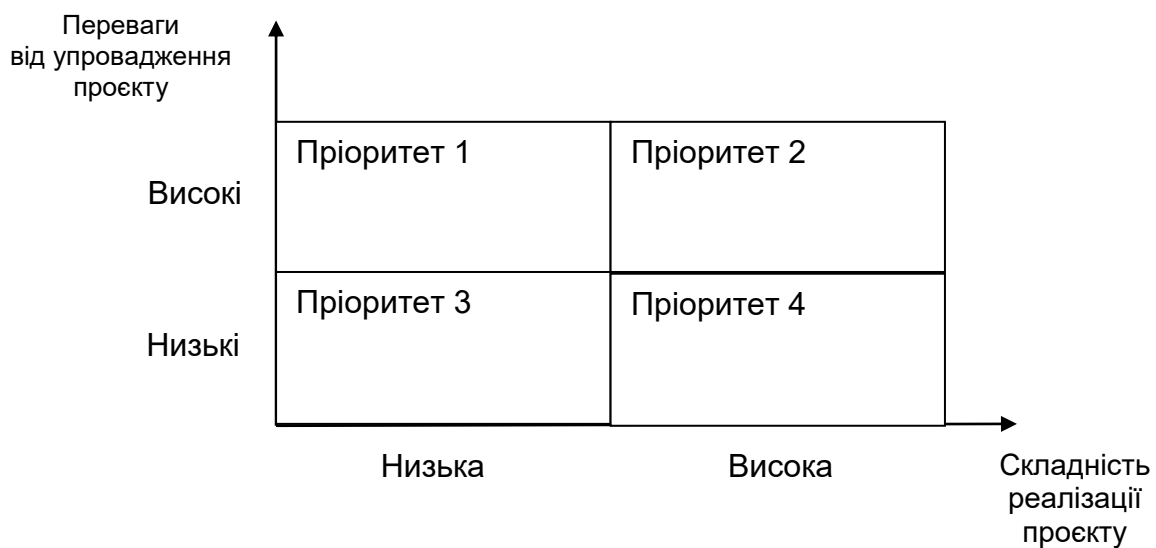


Рисунок 5 – Схема ранжування проектів

Чим вищий показник пріоритетності проекту, тим вище його значущість.

Для побудови таблиці й обчислення показника пріоритетності може бути використано програмні засоби.

Таблиця 7 – Приклад визначення пріоритетності проєктів

Найменування проєкту	Аналіз помилок у рахунках	Низька прибутковість на лінії XXX
A Значущість для споживача	8	6
B Загальна очікувана вартість проєкту	2	5
C Імовірність успіху проєкту	9	7
D Очікуваний вклад у збільшення прибутку	5	8
E Застосовність до інших галузей	4	8
F Значення показника пріоритетності проєкту	2880	13440
G Порядковий номер проєкту в переліку пріоритетності	2	1
<p>Примітки:</p> <p>1 Ранги являють собою значення від 1 до 10, де 1 – найгірше, а 10 – найкраще значення.</p> <p>2 Значення показника пріоритетності в рядку F дорівнює добутку рангів, зазначених у рядках A – E.</p> <p>3 Порядковий номер проєкту в рядку G являє собою ранг значення, зазначеного в рядку F в порядку зменшення.</p>		

1.7.3 Вибір проєкту

Упорядкування загального переліку

Метод DMAIC «Шість сигм» є найкращим для розв'язання «хронічних» проблем організації. Для розв'язання гострих проблем краще підходять інші методи, такі як 8D або методи, описані в ISO 9004.

Нижче наведено перелік критеріїв, які має бути використано для включення проєкту до переліку проєктів «Шість сигм» (перелік критеріїв може бути за потреби доповнено):

1 Чи пов'язаний проєкт із подіями, що повторюються?

2 Чи існують необхідні показники? Якщо ні, чи можна встановити цю міру за взятий проміжок часу?

3 Чи існує можливість управління процесом?

4 Чи підвищить реалізація проєкту задоволеність споживачів?

5 Чи можна застосувати до потенційного проєкту хоча б один показник, що використовується в бізнесі?

6 Чи дасть змогу проєкт отримати економію?

7 Чи має проєкт високу ймовірність завершення завдяки застосуванню методології DMAIC протягом шести місяців після його початку?

8 Чи можна сформулювати критерії успішного завершення проєкту?

Якщо для проєкту на поставлені запитання отримано відповідь «так», то проєкт слід вважати придатними для реалізації.

На основі виконання основних елементів виконання проєкту спонсор проєкту може ухвалити рішення про включення проєкту до переліку. Під час ухвалення рішення слід враховувати значущість проєкту (для стратегії бізнесу), вимірність (для процесу може бути розроблено кількісні показники) та керованість (сфера застосування проєкту є придатною).

Проблеми, пов'язані з процесами

Продуктивність кожного процесу має бути оцінено за допомогою показників процесу (наприклад, строки виконання поставок порівняно з графіком).

Якщо є можливість, продуктивність процесу має бути виражено в грошовому значенні.

Придатні для вибору проєкти зазвичай є проєктами поліпшення процесів, що не відповідають установленим чи бажаним вимогам.

Проблеми, пов'язані з продукцією чи послугою

За наявності проблем із продукцією або послугою (наприклад, наявність помилок у адресах, у рахунках) має бути досліджено їхні можливі причини й особливості.

Кожна конкретна проблема є результатом роботи системи (або процесу), яка має відхилення. Необхідно контролювати частоту появи та масштаб проблеми для визначення того, чи є вона постійною чи випадковою, та тенденції її розвитку.

Сфера застосування

Необхідно стежити, щоб сфера застосування проєкту «Шість сигм» не була надто широкою. Проєкт має бути поділено на кілька більш простих

проектів, якими може керувати протягом прийнятного періоду часу невелика команда проекту.

Рекомендованим підходом є використання методу « $Y = f(X)$ ». Раціональність методу показано на рисунку 6.

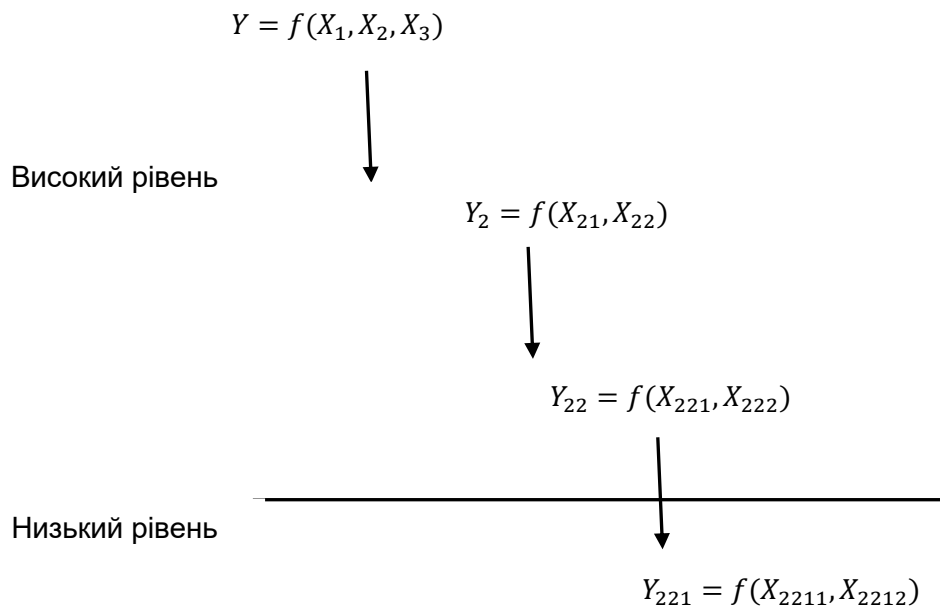


Рисунок 6 – Приклад каскадного методу « $Y = f(X)$ » для визначення сфери застосування проектів «Шість сигм»

Змінна Y – це вихідна характеристика процесу кожному рівні. На кожному рівні процес або проблему необхідно аналізувати для визначення найважливіших вхідних характеристик X . Цю характеристику X використовують як Y на наступному рівні. Переважно, щоб значення вхідних характеристик X було встановлено на основу відповідних даних. Однак можуть бути використані інші методи, такі як FMEA, залежно від особливостей проекту.

Процес деталізації необхідно продовжувати доти, доки стане неможливо розрізняти значущість вхідних характеристик X . Це той рівень, на якому має бути встановлено сферу застосування для конкретного проекту. Приклад, що демонструє каскадний метод для проблеми скорочення часу виконання робіт у механічній майстерні, подано на рисунку 7.

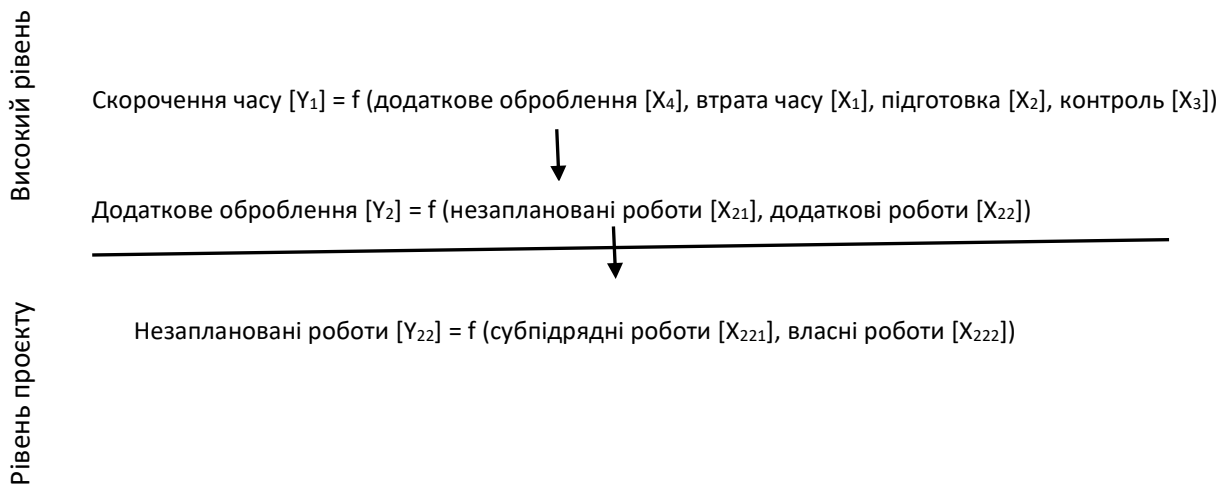


Рисунок 7 – Приклад каскадного методу проблеми скорочення часу виконання робіт у механічній майстерні

1.8 Методологія DMAIC проєкту «Шість сигм»

1.8.1 Вступ

Проєкт «Шість сигм» зазвичай виконують відповідно до процесу DMAIC, як показано на рисунку 8.

Кожен етап методології має бути виконано в такій послідовності: визначення, вимірювання, аналіз, поліпшення та контроль. Однак після того, як дані зібрано та проаналізовано, має бути проведено аналіз проєкту та за необхідності повторені етапи визначення, вимірювання й аналізу. Перші три етапи слід повторювати доти, доки формулювання проєкту не буде відповідати інформації, отриманій із даних. Методологія має просуватися до останніх двох етапів лише після встановлення чіткого формулювання проєкту.

На всіх етапах спонсор проєкту повинен регулярно отримувати звіти.

На кожному етапі процесу DMAIC спонсор проєкту має виконувати аналіз проєкту.

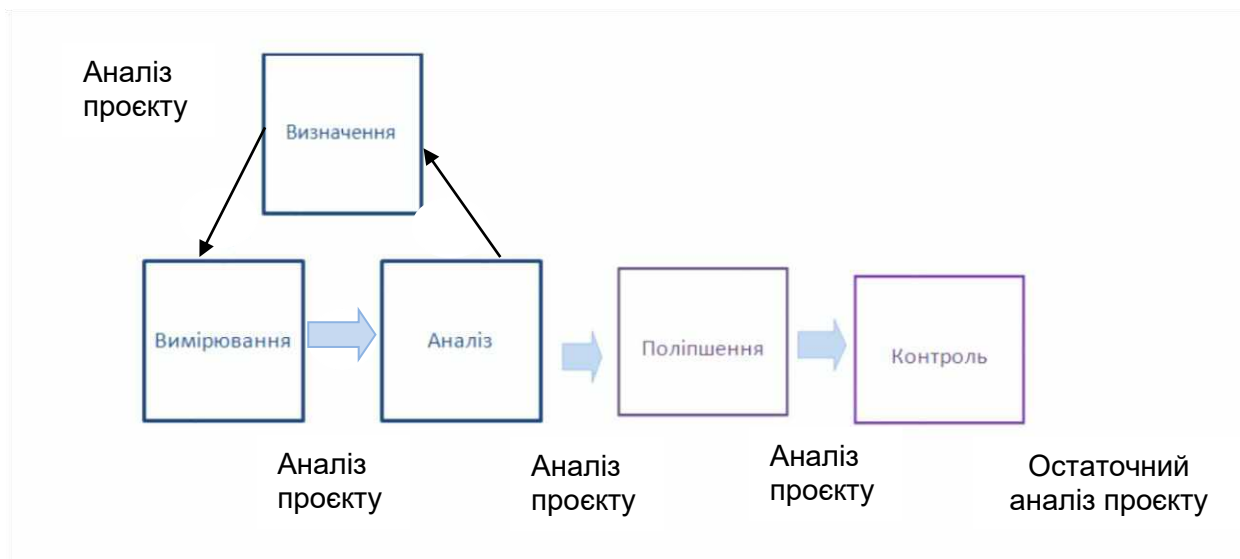


Рисунок 8 – Приклад послідовності DMAIC «Шість сигм»

1.8.2 Етап визначення

Результатом цього етапу є паспорт проекту, у якому перелічено все, що необхідно поліпшити. Паспорт проекту містить опис проблеми й дані про масштаби проблеми та її фінансовий вплив на прибуток організації. Сферу застосування проекту (разом із цілями, які має бути реалізовано до кінця проекту) має бути чітко визначено як щодо виробництва (зокрема питання безпеки за потреби), так і щодо фінансів.

Результатами цього етапу є:

- 1) паспорт проекту, зокрема аналіз ризику (приклади – у ДСТУ ISO 13053-2);
- 2) показники «Шість сигм»;
- 3) діаграма «постачальник – вихідні дані – процес – вихідні дані – споживач»;
- 4) блок-схеми;
- 5) діаграми Парето;
- 6) перелік характеристик, критичних для якості;
- 7) фінансові результати витрат (оцінка прибутку);
- 8) аналіз проекту.

1.8.3 Етап вимірювання

Метою етапу вимірювання є розроблення плану збору даних, оцінювання та створення базової лінії показників процесу.

На етапі вимірювання має бути зібрано всі дані про змінні, що впливають на проблему. До початку збирання даних необхідно провести оцінювання ефективності процесів вимірів, від яких залежить проєкт. Усі системи вимірювань, що використовуються, мають забезпечувати отримання даних із необхідною точністю та повторюваністю, зокрема процеси вимірювань, які дають дискретні дані (дані спостережень за альтернативною ознакою). За наявності недостовірних даних статистичний аналіз може дати неправильні результати.

Результатами етапу вимірювання є:

- 1) аналіз вимірювальних систем усіх процесів вимірювань, зокрема для альтернативних даних, а в разі потреби і для всіх характеристик, критичних для якості;
- 2) план збору даних;
- 3) визначення обсягу вибірки;
- 4) кількість дефектів на мільйон одиниць продукції;
- 5) перевірка розподілу ймовірностей;
- 6) графіки тренду;
- 7) контрольні картки;
- 8) гістограми;
- 9) аналіз придатності та/або відтворюваності пов'язаних процесів;
- 10) аналіз проєкту.

1.8.4 Етап аналізу

Метою етапу аналізу є визначення відповідності показників їхнім цільовим значенням, виявлення основних причин і джерел їхніх відхилень, визначення та ранжування можливостей поліпшення.

Дані, отримані на етапі вимірювань, має бути детально досліджено з використанням статистичних методів залежно від ситуації для ідентифікації, перевірки та верифікації важливих вхідних параметрів процесу.

Результати, отримані на етапі аналізу, можуть змінити розуміння проблеми та спричинити необхідні зміни визначення проєкту.

Перші два етапи необхідно повторювати доти, доки формулювання проєкту не стане стабільним.

Результатами цього етапу є:

- 1) діаграми причинно-наслідкових зв'язків;
- 2) процес FMEA;
- 3) процес FTA;
- 4) аналіз «5 чому»;

- 5) додатковий MSA;
- 6) визначення обсягу вибірки;
- 7) перевірки розподілу ймовірностей;
- 8) перевірка гіпотез;
- 9) ANOVA;
- 10) регресійний і кореляційний аналізи;
- 11) планування експериментів;
- 12) перелік важливих вхідних параметрів;
- 13) аналіз доданої вартості, ідентифікація втрат;
- 14) аналіз проєкту.

1.8.5 Етап поліпшення

Метою етапу є встановлення сталого поліпшення процесу.

Розглянуті роботи охоплюють дії від упровадження операцій, захищених від помилок, до використання методів оптимізації та розроблення процесів, стійких до випадкових чинників з огляду на методи планування експериментів. На цьому етапі необхідно визначити всі перешкоди щодо застосування вибраного рішення, а також способи їхнього усунення. Способи усунення перешкод має бути визначено до запровадження змін процесу.

У ситуаціях, де існує більше одного рішення, а вибір є незрозумілим, необхідно використовувати такі методи, як матриці вибору рішення.

Результатами етапу є:

- 1) матриця вибору рішення;
- 2) захист від помилок;
- 3) визначення обсягу вибірки;
- 4) поверхні відгуку під час планування експериментів;
- 5) плани експериментів для досліджуваних параметрів;
- 6) FMEA оновленого процесу;
- 7) можливість аналізу відтворюваності та придатності первісного процесу;
- 8) карта процесу в тому вигляді, яким процес має бути;
- 9) оновлений перелік характеристик, критичних для якості;
- 10) показники «Шість сигм»;
- 11) аналіз проєкту.

1.8.6 Етап контролю

Результативність рішення має бути підтверджено на основі аналізу актуальних даних. Має бути підготовлено перспективний план

безперервного контролю процесу для використання в підрозділах, де план застосовується.

Після підтвердження необхідного поліпшення процесу процес має бути передано спонсору проєкту, а також до того підрозділу, у якому застосовують процес.

Приблизно через шість місяців після виконання проєкту має бути проведено аудит процесу й аналіз його результатів. Дату аудиту процесу має бути призначено до завершення проєкту.

Усі деталі, факти й інша інформація, отримані під час виконання проєкту, повинні бути зафіксовані та передані іншим підрозділам, у яких їх може бути застосовано.

Спеціаліст чорного пояса має документувати всі питання, що залишилися нерозв'язаними під час виконання проєкту, або підготувати плани, на які власник процесу й інші зацікавлені учасники повинні звернути увагу на повне впровадження поліпшень процесу. Такий план перехідних дій має включати заплановану дату проведення аудиту процесу.

Для зацікавлених сторін має бути підготовлено та поширено завершальний звіт. Звіт повинен зберігатися таким чином, щоб до нього було забезпечено легкий доступ. Усі звіти мають бути відформатовані за певним стандартом та мати алфавітний покажчик за ключовими словами. Звіт повинен відображати отриманий досвід, який надалі використовуватимуть команди майбутніх проєктів «Шість сигм».

Результатами виконання етапу є:

- 1) плани контролю за процесом;
- 2) оновлений перелік характеристик, критичних для якості;
- 3) додатковий MSA;
- 4) контрольні картки;
- 5) наявна відтворюваність процесу;
- 6) 5S;
- 7) повна виробнича підтримка;
- 8) калькуляція фактичних фінансових результатів (порівняно з очікуваними);
- 9) загальний аналіз проєкту, аналіз загальних вигод, які мають відповідати узгодженим цілям, зафіксованим у паспорті проєкту.

1.9 Методологія проєкту «Шість сигм». Типові методи

У таблиці 8 коротко перелічено методи, які зазвичай використовують у межах проєкту «Шість сигм». Додаткову інформацію про деякі методи описано в ДСТУ ISO 13053-2.

Таблиця 8 – Методи «Шість сигм»

Метод	Номер інформаційного листка*	Визначення	Вимірювання	Аналіз	Поліпшення	Контроль
Відтворюваність, придатність	20	Р	Р	Р	Р	Р
СТQC	04	О	О		О	О
Цільова група споживача	05	П				
Описова статистика	19	П	П	П	П	П
Економічне обґрунтування	01	О				Р
Діаграма Ганта	08	Р				
Модель Кано	03	П				
Ідентифікація можливих невідповідностей	04	Р				
Діаграма Парето	19	П	П	П	П	
Матриця пріоритетів	11	Р			Р	
Блок-схема процесу	10	Р		П	Р	
Паспорт проекту	07	О				
Аналіз проекту	31	О	О	О	О	О
Аналіз ризиків проекту	07	О				
QFD	05	Р		Р	Р	
Матриця RACI	28	Р			Р	
Моделювання надання послуги	23	П	П		П	П
SIPOC	01	Р			П	
Показники «Шість сигм»	20	О			О	
Аналіз потоку створення цінності	22	Р				
Аналіз втрат	21	Р	Р	Р		
Бенчмаркінг	06		Р		Р	

Продовження таблиці 8

Метод	Номер Інформаційного листка*	Визначення	Вимірювання	Аналіз	Поліпшення	Контроль
План збору даних	16		О			
MSA	15		О	О		О
Перевірка розподілу ймовірності (наприклад, нормальності)	18		О (для постійних даних) Р (для інших)	О (для постійних даних) Р (для інших)		
Визначення обсягу вибірки	17		О	О	О	
SPC	30		Р	Р		Р
Графік тренду	19		П			П
Діаграма структурної близькості	02			П		
ANOVA	24, 26			Р	Р	
Діаграма причинно-наслідкових зв'язків	12			Р		
DOE	26			Р	Р	
Перевірка гіпотез	24			Р	Р	
Процес FMEA	14			Р	О	
Регресія та кореляція	25			Р	Р	
Надійність	27			Р	Р	
Аналіз «5-чому»	-			П		
«Мозковий штурм»	13				П	
МСА	-				П	
Захист від помилок (Рока-уоке)	29				Р	Р
Вибір рішення	11				Р	Р
TRM	27				Р	

Закінчення таблиці 8

Метод	Номер Інформаційного листка*	Визначення	Вимірювання	Аналіз	Поліпшення	Контроль
5S	29				П	П
План контролю	29					О
Контрольні листки наведено в ДСТУ ISO 13053-2. Примітка. О – обов'язковий; Р – рекомендований; П – пропонуванний						

1.10 Моніторинг проєкту «Шість сигм»

1.10.1 Загальне положення

Необхідно проводити постійний моніторинг проєкту «Шість сигм» для перевірки виконання графіка робіт і вимоги до інших установлених показників.

Спонсор проєкту має регулярно отримувати звіти.

1.10.2 Аналіз проєкту

Аналіз проєкту необхідно виконувати на етапі завершення одного етапу проєкту та переході до наступного. Для проведення аналізу необхідно зібрати групу експертів, до якої входять менеджер з упровадження (залежно від проєкту), спонсор проєкту, майстер чорного пояса, спеціаліст чорного або зеленого пояса, що виконує проєкт, та інші зацікавлені особи як спостерігачі. Копія всіх відповідних даних і звіти має бути поширено серед членів групи експертів до проведення засідання.

Спеціаліст, який виконує проєкт, має зробити коротку презентацію роботи на дату проведення засідання та відповісти на всі запитання членів групи.

Спонсор проєкту має ініціювати аналіз виконання проєкту, якщо група експертів погодилася, що роботу виконано відповідним чином, а висновки є правильними. Після цього можна переходити до наступного етапу.

1.10.3 Управління проєктом

Необхідно підготувати та постійно оновлювати діаграму Ганта для виявлення відставання в роботі та виконання коригувальних дій для

виконання графіка робіт. Рекомендується залежно від ситуації застосовувати всі необхідні методи.

Складно прогнозувати загальну тривалість проєкту «Шість сигм», хоча багато хто з організації припускає, що такий проєкт може бути завершено протягом шести місяців. Під час планування графіка проєкту необхідно передбачити допуски на непередбачені затримки. Ці затримки можуть виникнути як через відсутність даних і необхідність упровадження систем збору даних на ранніх етапах, так і через затримку в придбанні нового обладнання чи інструментів на пізніших етапах.

1.10.4 Щотижневі наставницькі семінари з майстром чорного пояса

Щотижневі обговорення проєкту спеціалістами чорного пояса з майстром чорного пояса є методом нагляду за виконанням проєкту. На нарадах необхідно виявляти спірні питання, визначати проблеми з ресурсами та визначати проблеми, що виникають. Відомості про проблеми, що виникли, повинно бути спрямовано спонсору проєкту для прийняття рішень та вибору дій.

Нарада повинна займати близько однієї години, майстер чорного пояса має вивчити деталі проєкту, дати рекомендації спеціалістам чорного пояса та допомогти їм усіма засобами.

Більш часті та більш тривалі наради можуть знадобитися під час виконання проєкту кандидатом у спеціалісти чорного пояса. Така нарада є частиною процесу навчання та сертифікації процесу.

1.11 Критичні фактори успіху проєкту «Шість сигм»

Для успішного виконання проєкту «Шість сигм» необхідна наявність чітко встановлених і реалізованих планів спільного управління зацікавленими сторонами і реалізація проєкту на основі даних.

Необхідно провести аналіз проєкту для перевірки наявності плану управління і його актуальності.

Фактори, наведені в таблиці 9, має бути розглянуто послідовно, після чого повинно бути виконано корекцію факторів, які не основано на даних або їхньому аналізі.

Необхідно забезпечити наявність:

- 1) чітко сформульованих і реалізованих планів управління;
- 2) виконання проєктів на основі даних.

Таблиця 9 – Фактори, критичні для успіху проекту «Шість сигм»

Фактори успіху (основані на даних ...)	Фактор неуспіху (відсутність даних ...)
Пов'язані з бізнес-цілями організації	Мета надто невизначена
Пов'язані з ключовими показниками ефективності	Не пов'язаний із ключовими показниками ефективності, більше схожий на «улюблений проєкт», що просувається членом вищого керівництва
Критичні для якості та/або витрат	Немає зв'язку з параметрами критичними для якості та перетинається з іншими проєктами
Спонсор проєкту – впливовий член вищого керівництва організації	Спонсора проєкту немає, він надто зайнятий іншою роботою чи в нього немає значного впливу в організації
Мета проєкту істотно впливає на організацію	Незрозумілі результати проєкту
Проєкт швидко завершено в межах відведеного часу	Осіб, які є винними у відставанні від графіка виконання проєкту, не виявлено, аналіз проєкту не проводиться
Ресурси проєкту відповідають його рівню потреб	Нестача часу та ресурсів
Процес має чітко визначені вхідні та вихідні параметри	Нечітко визначений процес
Наявність доступних надійних даних	Недолік даних, незадовільна система збору даних, немає чіткого визначення операцій і системи вимірювань

1.12 Інфраструктура «Шість сигм» в організації

1.12.1 Загальні відомості

Тип інфраструктури, що вибирається організацією, залежить від кількох факторів.

Не існує правильної чи неправильної організації роботи. Що не працює в одній організації, може працювати в іншій.

Основними факторами, що визначають тип інфраструктури, є:

- 1) загальна структура, встановлена вищою організацією;
- 2) кількість працівників;
- 3) особливості діяльності.

1.12.2 Велика організація (понад 1000 працівників)

Рекомендовану інфраструктуру для організацій великої чисельності наведено в таблиці 10.

Для майстрів чорного пояса та спеціалістів чорного пояса має бути виділено спеціальне місце для роботи під час їхнього відрядження. Як їхнього лінійного менеджера має бути виділено менеджера з упровадження.

Таблиця 10 – Типова інфраструктура проекту «Шість сигм» для організацій із великою чисельністю працівників

Функція	Кількість	Коментарі
Менеджер з упровадження	Один	Постійні функції
Спонсор проекту	Змінна	Змінна залежно від кількості та видів проекту
Майстри чорного пояса	Один на п'ять спеціалістів чорного пояса	Повна зайнятість
Спеціаліст чорного пояса	Один на п'ять спеціалістів зеленого пояса	Повна зайнятість. Часто має відрядження для виконання своїх функцій протягом дворічного періоду, а потім він знову повертається назад
Спеціаліст зеленого пояса	Один на 30 співробітників	Часткова зайнятість. Долучається до проекту в разі потреби
Спеціаліст жовтого пояса	Усі співробітники	Часткова зайнятість. Долучається до проекту в разі потреби
Примітка. Кількість, вказана в таблиці, не завжди підходить у конкретному випадку застосування «Шість сигм». Фактична кількість може бути іншою		

1.12.3 Середня організація (від 250 до 1000 співробітників)

Рекомендовану інфраструктуру організацій, наявну середню кількість наведено в таблиці 11. Зазвичай для майстрів чорного пояса і спеціалістів чорного пояса не виділяють спеціального місця для роботи. Їхній керівник повинен бути їх безпосереднім начальником.

Таблиця 11 – Типова інфраструктура проекту «Шість сигм» для організацій із середньою чисельністю працівників

Функція	Кількість	Коментарі
Менеджер з упродовження	Один	Часткова зайнятість
Спонсор проекту	Змінна	Змінна залежно від кількості та видів проектів
Майстри чорного пояса	Один на п'ять спеціалістів чорного пояса	Повна зайнятість. Часто є лише в організаціях, де працює понад 500 співробітників
Спеціаліст чорного пояса	Один на п'ять спеціалістів зеленого пояса	Комбінація повної та часткової зайнятості. Зазвичай поєднує зі своєю звичайною роботою
Спеціаліст зеленого пояса	Один на 30 співробітників	Часткова зайнятість. Долучається до проекту в разі потреби
Спеціаліст жовтого пояса	Усі співробітники	Часткова зайнятість. Долучається до проекту в разі потреби
Примітка. Кількість, указана в таблиці, не завжди підходить у конкретному випадку застосування «Шість сигм». Фактична кількість може бути іншою		

1.12.4 Мала організація (менше 250 працівників на виробничому об'єкті)

Рекомендовану інфраструктуру організацій, що мають малу чисельність, наведено в таблиці 12.

Таблиця 12 – Типова інфраструктура «Шість сигм» на малому виробничому об'єкті

Функція	Кількість	Коментарі
Менеджер з упровадження	Немає	Обов'язки бере на себе старший керівник
Спонсор проекту	Змінна	Кількість відповідно до кількості та видів проектів
Майстри чорного пояса	Немає	Зазвичай не є співробітником організації
Спеціаліст чорного пояса	Один на п'ять спеціалістів зеленого пояса	Часткова зайнятість. Працює в межах своїх обов'язків
Спеціаліст зеленого пояса	Один на 30 співробітників	Часткова зайнятість. Долучається до проекту в разі потреби
Спеціаліст жовтого пояса	Усі співробітники	Часткова зайнятість. Долучається до проекту в разі потреби
Примітка. Кількість, указана в таблиці, не завжди підходить у конкретному випадку застосування «Шість сигм». Фактична кількість може бути іншою		

1.12.5 Організації, що мають декілька виробничих об'єктів

Організації, що мають виробничі об'єкти, розташовані в різних місцях, для впровадження проекту «Шість сигм» мають використовувати рекомендації для великих або середніх організацій. Найімовірніше, у цьому випадку організації знадобляться спеціалісти чорного пояса, що працюють із виділеними групами об'єктів, наприклад регіональною ознакою. При цьому спеціалісти чорного пояса вибирають з об'єктів, що мають найбільші можливості отримання переваг від упровадження проекту.

Спеціалісти чорного пояса можуть допомагати іншим виробничим об'єктам безпосередньо або через проекти, які вони виконують або у яких беруть участь спеціалісти зеленого пояса.

Розділ 2

КІЛЬКІСНІ МЕТОДИ ПОЛІПШЕННЯ ПРОЦЕСІВ «ШІСТЬ СИГМ»

2.1 Виконання методології DMAIC

Відповідно до ISO 13053-2:2011 у цьому розділі наведено методи та прийоми, які подано у відповідних контрольних листках, які мають бути використані на кожному етапі.

Методологія DMAIC, визначена в ISO 13053-1:2011, є універсальною і може бути застосована для всіх галузей промисловості й економіки. Методи та прийоми, установлені в цьому стандарті, застосовні до організацій будь-якої сфери діяльності, будь-якого розміру, які прагнуть підвищення своєї конкурентоспроможності.

2.2 Терміни та визначення

У цьому розділі застосовані терміни з відповідними визначеннями.

Бенчмаркінг (benchmarking) – метод порівняння між собою діяльностей організацій, які займають лідерські позиції в певному сегменті ринку.

«Мозковий штурм» (brainstorming) – груповий творчий метод, метою якого є вироблення величезної кількості ідей.

Діаграма причин і наслідків (діаграма Ішікави, діаграма причинно-наслідкових зв'язків) (cause and effect diagram) – візуальний засіб логічного структурування можливих причин проблеми в перебігу дій з аналізу проблеми (наприклад, перебігу «мозкового штурму»).

Загальна причина – причина мінливості параметрів процесу, властива цьому процесу протягом тривалого часу.

Довірчий інтервал (confidence interval) – інтервал, який покриває оцінюваний параметр з імовірністю не менше $(1 - \alpha)$ 95 % або 99 %.

Безперервні дані (continuous data) – дані, що являють собою результати вимірювань величин за безперервною шкалою, значення яких є дійсними числами.

Критичний для якості, CTQ (critical-to-quality) – критичні характеристики, які має бути виконано для задоволення вимог споживача.

Споживач (customer) – організація або фізична особа, яка одержує продукцію.

Примітка. Споживач може бути внутрішнім або зовнішнім щодо організації.

Дефект (defect) – невиконання вимоги, пов'язаної з передбачуваним або встановленим використанням.

Можливість дефекту (defect opportunity) – будь-яка вимірна подія, що спричиняє можливий дефект.

Дефектна одиниця продукції (defective unit) – одиниця продукції з одним або декількома дефектами.

Проектування експериментів, DOE (Design of Experiments) – систематизована методологія роботи з інформацією, метою якої є поліпшення аналізованого процесу.

Примітка 1. Аналіз процесу виконують на основі статистичних моделей.

Примітка 2. Для перевірки поліпшень і перевірки їхньої результативності може бути використано методи моделювання й оптимізації.

Дискретні дані (discrete data) – дані, до елементів яких застосовується операція класифікації, але самі елементи неподільні, тобто їх не можна поділити на сукупність деяких інших елементів.

Примітка 1. Групи, на які можна поділити безперервні дані, може бути розглянуто як дискретні дані.

Примітка 2. Дані, класифіковані за різними ознаками, є дискретними та називаються альтернативними даними.

Примітка 3. Дані символічного і порядкового типів дискретні.

Екологічний аспект (environmental aspect) – підхід, відповідно до якого діяльність, продукцію чи послугу розглядають у взаємодії з довкіллям.

Аналіз виконання в контрольних точках (gate review) – аналіз проекту, що проводиться спонсором проекту під час завершення кожного етапу DMAIC з метою підтвердження виконання результатів цього етапу.

Вхід (input) – ресурс, який є вихідним для початку дій під час здійснення процесу та/або піддається перетворення у вихід процесу.

Модель Кано (Kano model) – прийом управління якістю, що використовується для ранжування вимог споживача.

Аналіз вимірювальних систем, MSA (Measurement System Analysis) – серія досліджень, спрямованих на перевірку функціонування вимірювальної системи.

Примітка. Валідація вимірювальних систем дає змогу забезпечити їхню цілісність і стабільність даних.

Захист від помилки (людини) (метод Poka-yoke) (mistake proofing) – метод захисту, розроблений у вигляді простого прийому для запобігання внесення незапланованих чи небажаних змін до системи, а також будь-яких помилок, які є результатом негативного впливу на систему.

Ціль (objective) – цільове значення рівня процесу, що визначається з урахуванням вимог споживача.

Робоче визначення (operational definition) – чіткий короткий опис вимірюваної величини та процесу її вимірювання.

Вихід (output) – результат процесу, поданий як продукція чи послуга.

Аналіз Парето (Pareto analysis) – методологія, що використовується для оброблення дискретних даних із метою визначення частоти появи дефектів з огляду на класифікацію показників.

Процес (process) – сукупність взаємопов'язаних або взаємодійних робіт, що використовують входи для створення запланованого результату.

Карта процесу (process map) – спосіб графічного подання процесу.

Положення про проєкт (project charter) – документ, у якому встановлено вимогу розв'язання проблеми, завдання щодо поліпшення, сфера застосування проєкту, етапи проєкту, а також розподіл відповідальності та повноважень під час виконання проєкту.

Розгортання функції якості, QFD (Quality Function Deployment) – метод перетворення вимог споживача на характеристики проєкту, унаслідок чого – на вимоги до управління процесом.

Примітка. «Будинок якості» – прийом, який використовується в цьому методі.

План відбору вибірки – план, що описує процедуру відбору вибірок.

Карта показників (scorecard) – засіб перевірки за участю споживача відповідності показників вимог споживача.

Спеціальна (особлива) причина (special causa) – причина мінливості процесу, не що є причиною власної мінливості процесу.

Примітка. Спеціальні причини, спричинені відомими чи винятковими факторами, іноді називають невідповідними причинами.

Третя сторона – особа або організація, що не є в контексті розглянутого проекту постачальником чи споживачем, але чий інтерес якимось чином зачіпає цей проект.

Найвище значення, Y (top Y) – основне критичне для якості значення, важливе як для споживача, так і для організації.

Одиниця продукції (unit) – об'єкт, що виготовляється або обробляється.

Голос споживача, VOC (Voice of the customer) – інформація, що виражає очікування споживача.

У деяких випадках може бути необхідно, щоб споживач установив необхідні цілі та допомагав виробнику дізнатися й зрозуміти його позицію та очікування.

2.3 Цикл DMAIC

2.3.1 Визначення

Визначення. Цілі

Цілями цього етапу є:

- 1) визначення вимог й очікувань зацікавлених сторін;
- 2) визначення думки споживача та третіх сторін (за допомогою діаграм СТQC тощо);
- 3) формування групи проекту;
- 4) розроблення карти процесу (SIPOC), візуального подання даних (схема Парето);
- 5) складання положення про проект.

Визначення. Виконання

Визначення. Етап 1. Визначення споживачів і третіх сторін, аналіз їхніх потреб та подання цих потреб у вигляді вимірних вимог. Установлення цілей удосконалення.

Методи визначення і відповідні контрольні листки або стандарти наведено в таблиці 13.

Визначення. Етап 2. Визначення та встановлення мети групи проекту: строків, етапів, обмежень, ризиків, рентабельності, компетентності, сфері застосування й обсягу проекту.

Таблиця 13 – Визначення. Етап 1

Методи	Контрольний листок або стандарт
Розгляд претензій споживачів, реакції ринку, вивчення ситуації	Контрольний листок 04, ISO 9001 або інші стандарти з менеджменту
Вивчення очікувань третіх сторін, морально-етичних аспектів	Контрольний листок 04, ISO 14001 або інші стандарти з менеджменту
Аналіз рентабельності капіталовкладень, витрат і звітності	Контрольний листок 01
Показники проєкту «Шість сигм»	Контрольний листок 20
Діаграма спорідненості	Контрольний листок 02
Модель Кано	Контрольний листок 03
Формування вимог до показників, критичних для якості	Контрольний листок 04
«Будинок якості»	Контрольний листок 05
Бенчмаркінг	Контрольний листок 06

Методи визначення і відповідні контрольні листки або стандарти наведено в таблиці 14.

Таблиця 14 – Визначення. Етап 2

Методи	Контрольний листок або стандарт
Положення про проєкт	Контрольний листок 07
Спосіб планування проєкту: діаграма Ганта, графік виконання проєкту	Контрольний листок 08
Матриця відповідальності RACI	Контрольний листок 28
Аналіз рентабельності витрат і звітності	Контрольний листок 01
Аналіз ризиків проєкту (у положенні про проєкт)	Контрольний листок 07

Визначення. Етап 3. Опис діяльності чи процесу.

Методи визначення і відповідні контрольні листки або стандарти наведено в таблиці 15.

Таблиця 15 – Визначення. Етап 3

Методи	Контрольний листок або стандарт
Розроблення картки процесу (SIPOC)	Контрольний листок 09
Складання картки процесу та даних про процес	Контрольний листок 10

2.3.2 Вимірювання

Вимірювання. Цілі

Цілями цього етапу є:

1) наочне подання даних (за допомогою графіків трендів, гістограм тощо);

2) визначення базової ефективності поточного процесу для конкретизації цілей проекту.

Вимірювання. Виконання

Вимірювання. Етап 1. На основі вимірних вимог вибирають одну або кілька критичних змінних X для поліпшення.

Методи вимірювання і відповідні контрольні листки або стандарти наведено в таблиці 16.

Таблиця 16 – Вимірювання. Етап 1.

Методи	Контрольний листок або стандарт
Думка споживача («Будинок якості» тощо)	Контрольний листок 05
Думка третіх сторін (екологічні аспекти, соціальна відповідальність, життєздатність)	Контрольний листок 05
Деревоподібна діаграма критичних для якості показників СТQ	Контрольний листок 04

Вимірювання. Етап 2. Визначення даних, які має бути зібрано для виявлення факторів, що впливають мінливість процесу X.

Методи вимірювання і відповідні контрольні листки або стандарти наведено в таблиці 17.

Таблиця 17 – Вимірювання. Етап 2

Методи	Контрольний листок або стандарт
Матриці пріоритетів	Контрольний листок 11
Діаграма причинно-наслідкових зв'язків	Контрольний листок 12
«Мозковий штурм»	Контрольний листок 13
Аналіз видів та наслідків відмов FMEA	Контрольний листок 14

Вимірювання. Етап 3. Повторна перевірка застосовності вибраних показників.

Методи вимірювання і відповідні контрольні листки або стандарти наведено в таблиці 18.

Таблиця 18 – Вимірювання. Етап 3

Методи	Контрольний листок або стандарт
Аналіз вимірювальних систем MSA	Контрольний листок 15

Вимірювання. Етап 4. Розроблення плану збору розшарованих даних X та Y.

Методи вимірювання і відповідні контрольні листки або стандарти наведено в таблиці 19.

Таблиця 19 – Вимірювання. Етап 4

Методи	Контрольний листок або стандарт
План збору даних	Контрольний листок 16
Визначення обсягу вибірки	Контрольний листок 17

Вимірювання. Етап 5. Аналіз та валідація даних.

Методи вимірювання і відповідні контрольні листки або стандарти наведено в таблиці 20.

Таблиця 20 – Вимірювання. Етап 5

Методи	Контрольний листок або стандарт
Перевірка на нормальність розподілу та перетворення розподілів на нормальне	Контрольний листок 18
Наочне подання даних у вигляді: – гістограми; – коробкової діаграми (діаграми «Ящик із вусами»); – схеми Парето; – блок-схеми	Контрольний листок 19
Контрольна картка	Контрольний листок 30

Вимірювання. Етап 6 Визначення придатності або відтворюваності процесу.

Методи вимірювання і відповідні контрольні листки або стандарти наведено в таблиці 21.

Таблиця 21 – Вимірювання. Етап 6

Методи	Контрольний листок або стандарт
Визначення показників $P_p, P_{pk}, C_p, C_{pk}, ppn, DPMO, Z_{value}$	Контрольний листок 20

Вимірювання. Етап 7. Підтвердження чи коригування цілей поліпшення.

Методи вимірювання і відповідні контрольні листки або стандарти наведено в таблиці 22.

Таблиця 22 – Вимірювання. Етап 7

Методи	Контрольний листок або стандарт
Зіставлення початкових цілей із фактичними показниками (положення про проект)	Контрольний листок 07

2.3.3 Аналіз

Аналіз. Цілі

Цілями етапу аналізу є:

- 1) ідентифікація втрат;
- 2) визначення негативних впливів на довкілля та соціальні фактори;
- 3) вибір та ранжування ключових змінних процесу X;
- 4) установлення взаємозв'язків між X і Y;
- 5) валідація ключової причини X, що впливає на Y;
- 6) визначення «слабких місць» проєкту в його поточному стані.

Аналіз. Виконання

Аналіз. Етап 1. Аналіз процесу виявлення дій, які не ведуть до появи доданої вартості, чи дій, які потребують поліпшення.

Методи аналізу і відповідні контрольні листки або стандарти наведено в таблиці 23.

Таблиця 23 – Аналіз. Етап 1

Методи	Контрольний листок або стандарт
Аналіз причин і наслідків	Контрольний листок 12
Аналіз втрат	Контрольний листок 21
Функціонально-вартісний аналіз	Контрольний листок 22
Моделювання надання послуг (аналіз процесів у сфері надання послуг)	Контрольний листок 23
Складання карт процесів	Контрольний листок 10

Аналіз. Етап 2. Визначення можливих зв'язків між X та Y.

Методи аналізу і відповідні контрольні листки або стандарти наведено в таблиці 24.

Таблиця 24 – Аналіз. Етап 2

Методи	Контрольний листок або стандарт
Діаграми розкиду, Парето та графіки розкиду	Контрольний листок 19
Блок-схеми	Контрольний листок 19

Аналіз. Етап 3. Кількісний аналіз впливу ключових змінних процесу X та їхніх можливих взаємодій.

Методи аналізу і відповідні контрольні листки або стандарти наведено в таблиці 25.

Таблиця 25 – Аналіз. Етап 3

Методи	Контрольний листок або стандарт
Перевірка гіпотез	Контрольний листок 24
Регресійний аналіз	Контрольний листок 25
Кореляційний аналіз	Контрольний листок 25

Аналіз. Етап 4. Подальше уточнення експериментальним шляхом впливу ключових змінних процесу для виявлення нових факторів.

Методи аналізу і відповідні контрольні листки або стандарти наведено в таблиці 26.

Таблиця 26 – Аналіз. Етап 4

Методи	Контрольний лист або стандарт
Планування експериментів	Контрольний листок 26
Регресійний аналіз	Контрольний листок 25
Перевірка гіпотез	Контрольний листок 24

2.3.4 Поліпшення

Поліпшення. Цілі

Цілями етапу поліпшення є:

- 1) вибір рішень;
- 2) планування та розроблення випробувань дослідного зразка (наприклад, з використанням методів планування експериментів);
- 3) вироблення стійких рішень (оновлення FMEA);
- 4) виконання вибраних рішень.
- 5)

Поліпшення. Виконання

Поліпшення. Етап 1. Визначення цільових показників процесу.

Методи поліпшення і відповідні контрольні листки або стандарти наведено в таблиці 27.

Таблиця 27 – Поліпшення. Етап 1

Методи	Контрольний листок або стандарт
Візуалізація описових статистик	Контрольний листок 19

Поліпшення. Етап 2. Вироблення / доопрацювання рішень та ідей.

Методи поліпшення і відповідні контрольні листи або стандарти наведено в таблиці 28.

Таблиця 28 – Поліпшення. Етап 2

Методи	Контрольний листок або стандарт
«Мозковий штурм» та інші способи стимулювання творчої активності	Контрольний листок 13
Планування експериментів	Контрольний листок 26

Поліпшення. Етап 3. Випробування.

Методи поліпшення і відповідні контрольні листки або стандарти наведено в таблиці 29.

Таблиця 29 – Поліпшення. Етап 3

Методи	Контрольний листок або стандарт
Аналіз надійності	Контрольний листок 27

Поліпшення. Етап 4. Оцінювання ризику.

Методи поліпшення і відповідні контрольні листки або стандарти наведено в таблиці 30.

Таблиця 30 – Поліпшення. Етап 4

Методи	Контрольний листок або стандарт
Аналіз видів і наслідків відмов FMEA	Контрольний листок 14

Поліпшення. Етап 5. Вибір.

Методи поліпшення і відповідні контрольні листки або стандарти наведено в таблиці 31.

Таблиця 31 – Поліпшення. Етап 5

Методи	Контрольний листок або стандарт
Прийняття рішень із застосуванням матриці пріоритетів та інших методів	Контрольний листок 11

Поліпшення. Етап 6. Організація виконання прийнятих рішень.

Методи поліпшення і відповідні контрольні листки або стандарти наведено в таблиці 32.

Таблиця 32 – Поліпшення. Етап 6

Методи	Контрольний листок або стандарт
Методи планування проєкту: – діаграма Ганта; – графік виконання проєкту	Контрольний листок 08
Засоби управління ресурсами (матриця відповідальності RACI та ін.)	Контрольний листок 28

Поліпшення. Етап 7. Виконання визначених дій.

2.3.5 Контроль

Контроль. Цілі

Цілями етапу контролю є:

- 1) аналіз, перевірка та валідація поліпшень (відповідно до плану контролю);
- 2) збереження переваг (наприклад, упровадження системи загального керування обладнанням);
- 3) увстановлення поліпшень (наприклад, упровадження системи 5S), підтримка безперервної працездатності процесу);
- 4) забезпечення зворотного зв'язку та визнання роботи групи.

Контроль. Виконання

Контроль. Етап 1. Доопрацювання плану контролю.

Методи контролю і відповідні контрольні листки або стандарти наведено в таблиці 33.

Таблиця 33 – Контроль. Етап 1

Методи	Контрольний листок або стандарт
Дороблення FMEA	Контрольний листок 14
План контролю (документований)	Контрольний листок 29

Контроль. Етап 2. Документування раціональних дій.

Методи контролю і відповідні контрольні листки або стандарти наведено в таблиці 34.

Таблиця 34 – Контроль. Етап 2

Методи	Контрольний листок або стандарт
Розроблення процедур процесів	ISO 9001, ISO 14001 або інші стандарти з менеджменту
Навчання	ISO 9001 або інші стандарти з менеджменту

Контроль. Етап 3. Реалізація моніторингу рішень.

Методи контролю і відповідні контрольні листки або стандарти наведено в таблиці 35.

Таблиця 35 – Контроль. Етап 3

Методи	Контрольний листок або стандарт
Контрольні карти	Контрольний листок 30

Контроль. Етап 4. Повторна перевірка та визначення результативності проведених поліпшень.

Методи контролю і відповідні контрольні листки або стандарти наведено в таблиці 36.

Таблиця 36 – Контроль. Етап 4

Методи	Контрольний листок або стандарт
Статистичні критерії, графічне подання даних	Контрольні листки 04, 19 та 24
Обчислення отриманого прибутку	Контрольний листок 01, ISO 9001, ISO 14001 або інші стандарти з менеджменту
Відтворюваність процесу	Контрольний листок 20
Аналіз задоволеності споживача	ISO 9001 або інші стандарти з менеджменту
Бенчмаркінг (доопрацювання)	Контрольний листок 06

Контроль. Етап 5. Капіталізація здобутих знань

Методи контролю і відповідні контрольні листки або стандарти наведено в таблиці 37.

Таблиця 37 – Контроль. Етап 5

Методи	Контрольний листок або стандарт
Аналіз проєкту й отриманого досвіду	Контрольний листок 31
Повідомлення про досягнення з розміщенням у локальній мережі, мережі «Інтернет» тощо.	Контрольний листок 07

Контроль. Етап 6. Установлення.

Методи контролю і відповідні контрольні листки або стандарти наведено в таблиці 38.

Таблиця 38 – Контроль. Етап 6

Методи	Контрольний листок або стандарт
Аналіз можливих вигод і ризиків в інших сферах діяльності організації	Контрольний листок 07, ISO 9001 або інші стандарти з менеджменту

Контроль. Етап 7. Закриття проєкту.

У Додатку А наведені контрольні листки. Для кожного визначено зміст, призначення, необхідні дії, загальні принципи застосування, для деяких є пояснення і приклади.

ДОДАТОК А

Контрольні листки

Контрольний листок 01. Аналіз рентабельності інвестицій (капіталовкладень), витрат і звітності

Зміст

Метою проєкту «Шість сигм» є збільшення поточних доходів, переваг чи/і чистого прибутку. Важливо керувати цією програмою, як і будь-яким бізнес-завданням, за допомогою встановлення:

- 1) функціональних і фінансових цілей (ROI та витрати);
- 2) моделей обліку, що показують витрати й доходи проєкту;
- 3) процесу бюджетування, що допомагає в управлінні проєктом «Шість сигм» протягом середньострокового періоду

Призначення

Аналіз ROI та витрат забезпечує отримання фінансових результатів від упровадження проєкту «Шість сигм».

Методи аналізу ROI разом із відповідною моделлю обліку витрат допомагають керувати виконанням проєкту та підтвердити, що кожен етап перебуває у сфері фінансових цілей

Необхідні дії

Існує три етапи аналізу:

1 Побудова моделі обліку витрат на проєкт «Шість сигм». Проєкт «Шість сигм» оснований на процесному підході: контрольованою змінною є різниця між вартістю продукції на виході та витратами. Кожен вид діяльності приносить доходи (пов'язані з виходом продукції) та витрати. Облік витрат – частина бухгалтерського обліку, яка передбачає спеціальний облік витрат і доходів, пов'язаних із діяльністю процесу.

Облік витрат пропонує однакове подання доходів і витрат як для фінансових, так і для виробничих підрозділів. Важливо, щоб ці підрозділи використовували ту саму модель обліку витрат для опису діяльності організації.

Облік витрат допомагає:

- показати витрати та доходи кожного елемента процесу;
- побудувати процес обліку для ланцюжка нарахування вартості.

2 Визначення величини ROI для проєкту. Головною метою цього етапу є прийняття «позитивного» чи «негативного» рішення про можливість фінансування проєкту.

Розрахунок ROI має бути доступним у моделі обліку витрат, визначеної на етапі 1.

3 Складання кошторису й управління проєктом.

Для середньострокового або довгострокового проєкту «Шість сигм» розрахунки часу виконання робіт із поліпшення й отримання очікуваного прибутку різні, а витрати виникають до отримання прибутку.

Фінансовий кошторис є способом планування доходів і витрат

Загальні принципи застосування

Облік витрат і ROI є безперервними процесами, які охоплюють усі види діяльності та всі процеси організації

Контрольний листок 02. Діаграма спорідненості

Зміст

Метод використання діаграми спорідненості, яку іноді називають методом КД, розроблено Дзиро Кавакіто.

Цей метод передбачає об'єднання всіх ідей, думок і відгуків щодо питань, що розглядаються, а потім їхню систематизацію та об'єднання в групи для більш детального аналізу й обговорення.

Цей метод часто продовжує «мозковий штурм» (див. контрольний листок 13)

Призначення

Діаграма спорідненості забезпечує простий підхід аналізу суб'єктивних ідей, емоційних вражень та особистих відчуттів. Метод дає змогу виробляти ключові рішення, що допомагають встановити реальні причини проблеми.

Діаграма спорідненості допомагає залучати групи людей у розгляд проблеми та питань завдяки структуруванню поданої ними інформації, що для учасників відбувається природним чином

Необхідні дії

Через групову роботу над темою проекту кожен учасник висловлює свої ідеї, міркування та думки щодо порушеної теми.

Кожну ідею записують на невеликий аркуш або наліпку. Ведучий пояснює за потреби запропоновані ідеї та просить учасників розподілити взаємозалежні ідеї за категоріями. Однакова ідея може належати до кількох різних категорій.

Наліпки з окремими ідеями, які не вписуються в загальну картину, відкладають разом із ще не відсортованими записами.

Група аналізує структуру виявлених категорій і може ухвалити рішення про формування нових підкатегорій чи сукупностей.

Найменування для кожної категорії група вибирає лише тоді, коли всі наліпки відсортовано належним чином.

Взаємозв'язок категорій може бути переглянуто в разі виявлення причини проблеми та її подальшого аналізу

Загальні принципи застосування

Метод може бути використано разом з іншими методами, що ґрунтуються на фактах і розрахунках.

Зв'язок між ідеями встановлюють, спираючись на інтуїцію. Одна категорія може містити лише одну картку з ідеєю.

Завдяки використанню правої півкулі мозку проведення процесу класифікації дає змогу категоріям швидше виникати природним чином, не залишаючи часу на розумні пояснення та логічні обґрунтування

Контрольний листок 03. Модель Кано

Зміст

Відповідно до моделі Кано розрізняють шість типів якості продукції:

1 «Приваблива» характеристика якості (або «захоплива»). Характеристика якості, яку покупець не вимагає, але вона впливає на його рішення про покупку. Це додаткова, інноваційна характеристика якості, що впливає на ухвалення рішення покупцем (вибрати продукт, який відрізняється від безлічі інших «привабливими» якостями або якостями, що перевищують очікування).

2 «Одномірна» характеристика якості (або «бажана»). Якщо ця характеристика не реалізована, покупець помітить це і буде незадоволеним. Навпаки, якщо її реалізовано, покупець буде задоволений.

3 «Обов'язкова» характеристика, властива всій продукції, що є на ринку. Це мінімальна вимога, оскільки без наявності цієї обов'язкової характеристики покупці можуть відмовитися від продукції (підсумкові очікування).

4 «Пропонована» характеристика, що відповідає вимогам ринку. Уподобання покупця завжди визначають економічні критерії (рекламну пропозицію). Більш-менш досконала технологія може вплинути на рішення (технологічні очікування).

5 «Байдужа» характеристика. Характеристика якості, що не впливає на задоволення потреб покупця.

6 «Викликає скепсис». Ця характеристика, яка може негативно впливати на покупця, унаслідок чого він може відмовитися від пропонованої продукції чи послуги

Призначення

Модель Кано допомагає розробникам визначити, які функції, параметри та характеристики викликають інтерес споживача, сприяють зростанню (або зниженню) задоволеності споживача продукцією, а які всього лише відповідають основним очікуванням або байдужі споживачеві. Певною мірою модель Кано концентрується на прихованих потребах споживача, що сприяє кращому розумінню.

Відповіді, отримані під час опитування методом Кано, можуть допомогти у встановленні прихованої сегментації ринку.

Модель має два основні завдання:

1 Визначення того, яким чином функції, параметри та характеристики продукції сприяють задоволенню чи незадоволенню споживача, якому ставлять специфічні запитання, передбачають лише відповідь «так» чи «ні».

2 Визначення зв'язку функцій, параметрів і характеристик продукції зі стратегічними критеріями

Необхідні дії

Виділяють п'ять етапів:

- 1 Складання опитувального листа Кано.
- 2 Визначення складу респондентів.
- 3 Забезпечення умов проведення анкетування.
- 4 Анкетування.
- 5 Оброблення відповідей

Загальні принципи застосування

Методи структурування функції якості QFD. Використання опитувального листа Кано

Контрольний листок 04. Деревоподібна діаграма показників, критичних для якості СТQ

Зміст

Діаграма СТQ-показників (критичних для якості) є засобом візуалізації. Являє собою горизонтальне дерево, гілки якого відображають інформацію, виражену фокус-групами споживача або отриману під час збирання заявлених чи очікуваних вимог споживача

Призначення

Деревоподібна діаграма СТQ здатна перетворювати широкі потреби споживача, включаючи іноді навіть ті, які він не усвідомлює, на більш конкретні, визначаючи водночас очікування покупця в межах показників, критичних для якості.

Використання діаграми СТQ необхідно на етапі 1 «Визначення» та на етапі 4 «Контроль» під час застосування методу DMAIC

Необхідні дії

Група працює зі скріпленим з кількох аркушів полотном для встановлення основних потреб споживача. Група встановлює перший рівень вимог з огляду на базові потреби. У міру уточнення спускається на другий рівень, визначаючи з огляду на початкові вимоги більш докладні показники, потім переходить на наступний рівень і визначає показники, критичні для якості.

Наприклад:

- 1) основна потреба: належна доставка;
- 2) вимоги першого рівня: строки доставки, хороший стан товару, що доставляється;
- 3) критичні параметри: перевізник, дата доставки, упаковка товарів, комплектність тощо

Загальні принципи застосування

Ключовий момент — не «вгадувати» очікування споживача, а перевіряти ще раз їх безпосередньо в споживача. У деревоподібній структурі має бути більше трьох рівнів.

Використання цього методу часто допомагає виявити незначні дефекти, які можуть бути відразу ж усунуті

Контрольний листок 05. «Будинок якості»

Зміст

«Будинок якості» – це метод, в основі якого лежить матриця для встановлення та визначення зв'язків між:

- 1) очікуваннями покупця чи окресленими цілями;
- 2) рішеннями, що висуваються, або постійною діяльністю (функціональні характеристики).

«Будинок якості» є основою процесу структурування функцій якості (QFD), що охоплює весь строк використання виробу від очікувань покупця до постачання продукції (послуги), її використання та повернення

Призначення

Метод розроблено для визначення різних критеріїв прийняття рішень і варіантів перехресного контролю очікувань покупця. Отримані таблиці допомагають поєднати думки членів групи, що сприяє ухваленню рішення (таблиця А.1).

Метод дає змогу також об'єднувати погляди щодо проектування з орієнтацією на вимогу клієнта

Необхідні дії

Застосовуючи метод «Будинок якості», виділяють чотири етапи:

- 1) установлення запропонованих рішень (функціональних характеристик, ФХ) і окреслених цілей (наприклад, очікувань покупця, ОП);
- 2) визначення внутрішніх взаємозв'язків:
 - а) зв'язків і проєктних обмежень між запропонованими рішеннями (функціональними характеристиками);
 - б) зв'язків і проєктних обмежень між окресленими цілями (очікуваннями покупця);
- 3) аналіз ступеня відповідності запропонованих рішень окресленим цілям;
- 4) «зважування» запропонованих рішень і окреслених цілей

Таблиця А.1 – «Будинок якості»

	ФХ 1	ФХ 2	ФХ 3	ФХ 4
ОП1				
ОП2				
ОП3				

Загальні принципи застосування

Необхідними умовами застосування методу «Будинок якості» є:

- 1) ознайомлення з думкою покупця, документування визначених цілей, варіантів рішення тощо;
- 2) наявність групи щодо декількох досліджень

Контрольний листок 06. Бенчмаркінг

Зміст

Бенчмаркінг – це метод удосконалення роботи організації, що полягає у вивченні діяльності інших підприємств і визначенні найкращих методів функціонування організації. Цей метод передбачає кілька методів, метою яких є зіставлення діяльності цієї організації з роботою найбільш відомих організацій у тому самому сегменті ринку

Призначення

У процесі менеджменту якості або безперервного поліпшення бенчмаркінг є важливим кроком, що дає змогу визначити рівень управління процесами організації. Метою є зіставлення діяльності організації з діяльністю групи організацій, що функціонують на тому самому сегменті ринку.

Існують кілька типів бенчмаркінгу:

- 1) внутрішній (між підрозділами організації-конкурентами);
- 2) конкурентний (між організаціями-конкурентами);
- 3) функціональний (наприклад, кадровий персонал, матеріально-технічне постачання, наукові дослідження та розробки та інше)

Необхідні дії

Виділяють два етапи:

1 Етап планування. Першим етапом є планування збору інформації про роботу організації. Потім необхідно вибрати організації-еталони (бенчмарки) та оцінити рівень їхньої роботи.

2 Етап аналізу та поліпшення. Необхідно встановити показники та методи аналізу для визначення різниці в роботі аналізованої організації та організацій-еталонів. Після завершення аналізу впроваджують найкращі практичні розробки задля досягнення нового рівня діяльності

Загальні принципи застосування

Бенчмаркінг є способом застосування ефективних методів роботи.

Слід починати з внутрішнього бенчмаркінгу, коли порівнюють головні підрозділи всередині організації. Потім проводять конкурентний бенчмаркінг

Додаткові відомості: Слід підписатися на мережу бенчмаркінгу й обмінюватися інформацією про методи вдосконалення діяльності організацій

Контрольний листок 07. Положення про проєкт

<p>Зміст Положення про проєкт установлює відносини між структурою, що фінансує проєкт, та робочою групою</p>
<p>Призначення 1 Чітке визначення цілей і функцій робочої групи. 2 Орієнтація робочої групи на пріоритетні напрями діяльності. 3 Передання проєкту структурі, яка фінансує проєкт, робочій групі</p>
<p>Необхідні дії У положенні про проєкт необхідно зазначити:</p> <ol style="list-style-type: none">1) найменування проблеми;2) опис проблеми;3) прогнозовані кризові та вигідні моменти проєкту;4) цілі, яких необхідно досягти;5) сферу застосування;6) ризики проєкту;7) обов'язки робочої групи;8) ключові стадії, етапи проєкту й очікувані результати;9) оцінки витрат проєкту;10) необхідні ресурси;11) оцінки відповідності проєкту встановленим вимогам під час першого аналізу проєкту в контрольних точках
<p>Загальні принципи застосування У положенні про проєкт установлюють терміни здачі проєкту та його результати. Положення про проєкт має бути погоджено з керівником проєкту та структурою, що фінансує розроблення проєкту. Положення про проєкт має бути затверджено та підписано спонсором, власником і керівником проєкту, а також представником найвищого керівництва організації. Поки проєкт перебуває на стадії виконання, у положення про проєкт може бути внесено зміни. У цьому разі перелічені вище особи повинні затвердити оновлену версію проєкту</p>

Контрольний листок 08. Діаграма Ганта

Зміст

Діаграма Ганта – це метод планування за часом усіх видів робіт, представлених у проєкті, в одному графіку

Призначення

Діаграма Ганта є одним із невід'ємних методів планування робіт керівником проєкту.

Керівник проєкту отримує можливість мати наочну інформацію про графік виконання робіт, установлюючи дати початку та закінчення робіт

Необхідні дії

Установлюють повний список усіх видів робіт (або завдань) проєкту. Кожен рядок на діаграмі Ганта означає окремий вид роботи.

Для кожної діяльності необхідно встановити дати початку та закінчення робіт. Стовпці позначають календарні строки (дні, тижні, рік).

За допомогою стрілки з'єднують різні види робіт (закінчення однієї діяльності є початком іншого етапу роботи).

Після виконання завдання на діаграмі вказують відсоток виконаної роботи.

Цю процедуру повторюють послідовно для всіх видів робіт проєкту. Відсотки вказують між роботами, позначеними стрілками

Загальні принципи застосування

Визначають критичний шлях, що є послідовністю завдань, які необхідно виконати.

Використовують діаграму Ганта для інформування виконання проєкту із часом.

Після завершення кожного важливого етапу проєкту має бути оформлено звіт про виконану роботу

Контрольний листок 09. SIPOC

Зміст

Картування та складання структурної схеми процесу

Призначення

SIPOC – це наочне подання процесу, яке допомагає робочим групам докладно встановлювати всі п'ять складових SIPOC і, таким чином, усвідомлювати весь процес.

Елементи і функції SIPOC:

- 1 Постачальники: має бути визначено постачальника проекту.
- 2 Входи: мають бути описані вхідні дані.
- 3 Процес: має бути складено стислий план перетворень, здійснюваних під час виконання проекту.
- 4 Виходи: має бути встановлений результат (дані на виході) процесу.
- 5 Споживачі: має бути визначено споживача проекту

Необхідні дії

Усі п'ять складових SIPOC має бути описано у вигляді схеми, гарантуючи в такий спосіб, що не одну складову не втрачено. Це також унаочнює зв'язки між включеними та послідовно поданими блоками (рисунок А.1).

Діаграма SIPOC

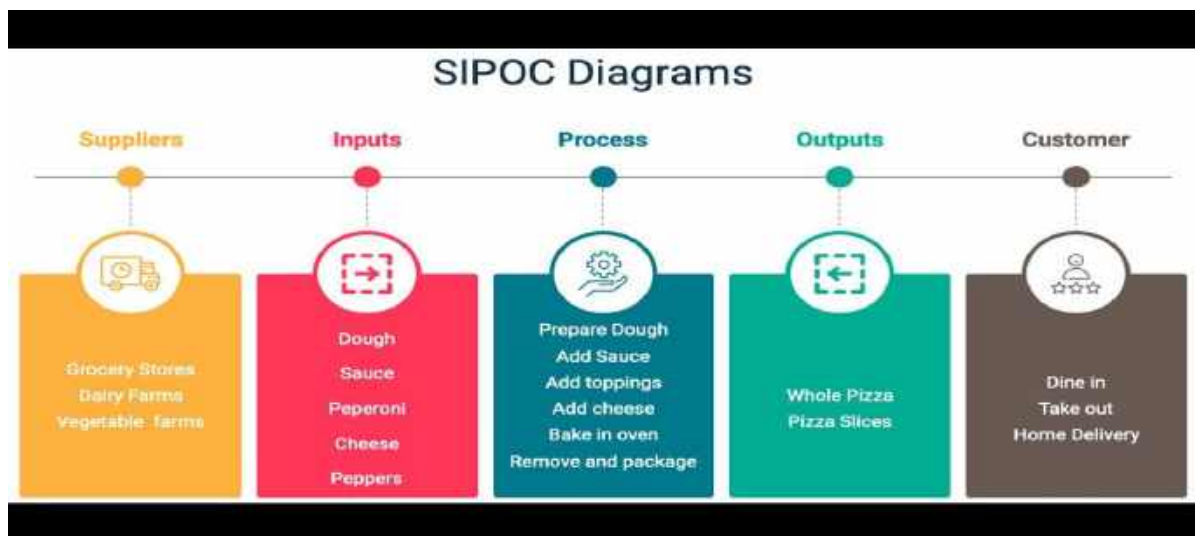


Рисунок А.1 – Діаграма SIPOC

Загальні принципи застосування

Схеми SIPOC використовують на етапі визначення процесу DMAIC для безперервного поліпшення

Контрольний листок 10. Карта та дані процесу

Зміст

Складання карти процесу – це метод подання й аналізу функціонування процесу.

Карта процесу є формальною моделлю роботи процесу. Карта процесу є окремою картою всіх процесів та їхніх взаємодій. Карту бізнес-процесу використовують для аналізу зв'язків між процесами. Будь-який окремий процес може включати кілька операцій, але не кожна бізнес-операція може бути частиною цього процесу. Взаємно-однозначної відповідності між процесами й операціями немає з низки причин:

1) деякі операції не враховують, оскільки процес не описує всі реальні операції чи його може бути недостатньо добре оформлено;

2) існує безліч операцій, які необов'язково фіксувати (архівування в каталогах, пересування між цехами тощо), процес має відображати лише важливі операції (інакше, неможливо буде ним управляти);

3) у певний момент часу головні операції процесу завершуються, але зміна його роботи разом із постійним поліпшенням процесу означає, що деякі операції припиняються, але тоді як розпочато нові, і немає сенсу включати ці нові операції в окремий процес

Призначення

Докладне подання всіх робіт процесу під час його розроблення

Необхідні дії

Символічна модель, розроблена для встановлення:

- 1) просування проєкту;
- 2) етапів проєкту (перетворення або складання), які подають додану вартість для покупця;
- 3) етапів проєкту, які не додають вартості;
- 4) період очікування (включаючи незавершену роботу);
- 5) величини доданої вартості

Загальні принципи застосування

Навчання користувачів. Використання бібліотеки символів

Контрольний листок 11. Матриця пріоритетів

Зміст

Матриця пріоритетів має таку послідовність:

- 1 Класифікація першопричини / розв'язання проблеми відповідно до їхнього впливу на аналізовану проблему.
- 2 Виявлення основних розбіжностей, які можна швидко розв'язати.
- 3 Виявлення найбільш значущих питань, оскільки виконано може бути не все.
- 4 Поетапне виявлення критеріїв, на основі яких визначають обов'язкові контрольні точки в технологічному ланцюжку процесу

Призначення

Застосування матриці пріоритетів має такі переваги:

- 1 Сприяє прийняттю рішення, коли проєктна група не може дійти єдиної думки про можливе розв'язання проблеми і необхідно ранжувати можливі рішення.
- 2 Використовується щоразу, коли низка встановлених причин, рішень і наслідків має бути впорядкованою, щоб зосередити увагу на пріоритетних виходах із проблеми.
- 3 Виключає певну кількість можливих рішень за допомогою розташування їх у порядку значущості згідно зі встановленими критеріями

Необхідні дії

Послідовність виконання дій під час застосування методу така:

- 1 Вибір кінцевої мети. Усі члени групи мають узгодити визначені завдання. Установлена мета значно впливає на вибір критеріїв.
- 2 Створення списку критеріїв. Список може бути створено за допомогою «мозкового штурму» або аналізу старих документів (бюджетної звітності, зобов'язання щодо виконання цілей тощо). Важливо, щоб гурт дійшов єдиної думки щодо критеріїв та їхнього значення.
- 3 Зіставлення критеріїв. Для початку необхідно скласти таблицю з описом причин, рішень і встановлених критеріїв.
Потім кожен член групи проєкту оцінює важливість кожного критерію.
Наприклад, дуже важливий критерій – 9 очок, важливий критерій – 3 очки, стандартний критерій – 1 очко. Критерій, який не має значення, – 0 очок (таблиця А.2).
- 4 Використання результатів. Для виявлення найбільш значущих причин / рішень їм приписують бали за кожним критерієм.
Набрана кількість балів вказує на те, які причини / рішення необхідно розглянути найперше.

Таблиця А.2 – Матриця пріоритетів

	Критерій 1	Критерій 2	Критерій 3	Критерій 4	Сума очок	Рейтинг
Причина А	9		9	1	19	1
Причина В					0	5
Причина С	3	9	1	3	16	2
Причина D		1	3		4	4
Причина Е	1	3		9	13	3

Примітка. Головною виявленою причиною є причина А, яка набрала 19 балів

Загальні принципи застосування

Якщо неможливе ранжування кількох причин замість підсумовування балів, то можна перемножити бали за кожним критерієм для розрізнення причин за ступенем впливу

Контрольний листок 12. Діаграма причинно-наслідкових зв'язків

Зміст

Діаграма причинно-наслідкових зв'язків унаочнює можливі причини проблеми. Вона також відома як «діаграма Ішікави», або діаграма «риб'ячий скелет»

Призначення

1 Визначає причинно-наслідкові зв'язки (замість прямого переходу від проблеми до розв'язання).

2 Стимулює генерацію ідей за допомогою методу «мозкового штурму» про потенційні причини.

3 Категоризує та наочно відображає причини, що впливають на результат

Необхідні дії

Послідовність виконання дій під час застосування методу така:

1 Визначення бажаного результату.

2 Визначення причин за допомогою методу «мозкового штурму».

3 Розподіл причин за найбільш використовуваними категоріями, що належать до принципу 5Ms+E: обладнання, матеріали, робоча сила, метод, вимірювання та навколишнє середовище.

4 Розроблення начерку діаграми «риб'ячий скелет»: розміщення результату в «голові», а відповідні чинники на «кістках»; у разі потреби кількість «кісток» може бути збільшено.

5 Розподіл причин на категорії та підкатегорії (рисунок А.2).

Діаграма Ішікави (Риб'яча кістка)

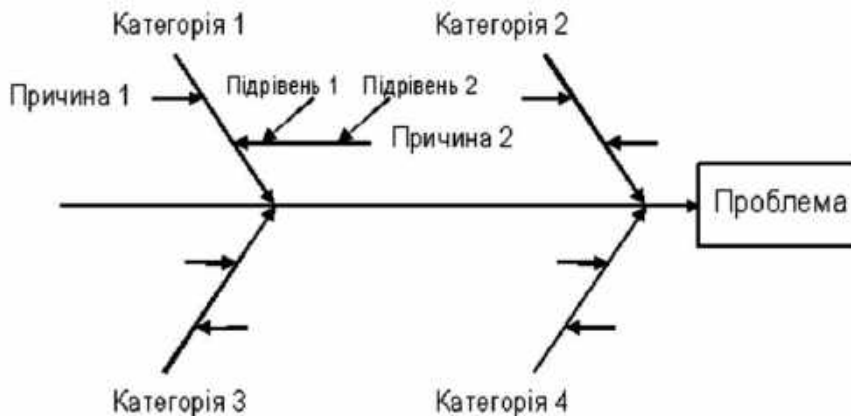


Рисунок А.2 – Загальний вигляд «Діаграми Ішікави»

Загальні принципи застосування

Додатковий сеанс «мозкового штурму» може встановити інші причини в межах категорій, у яких визначено лише кілька причин. Діаграма показує потенційні причини. Наступною дією після формування діаграми є перевірка причин. Вигідно висувати на перший план потенційні причини, які найбільше впливають на результат, або вплив яких на результат потрібно підтвердити. Таким чином, можна легко визначити пріоритети

Контрольний листок 13. «Мозковий штурм»

Зміст

Метод «мозкового штурму» – груповий метод розв'язання проблем і створення великої кількості ідей за короткий проміжок часу.

Для записів усіх ідей використовують планшет.

Різні варіації процедур «мозкового штурму» використовують у різних ситуаціях та для різних запланованих результатів:

1 «Мозковий штурм» у найбільш вільній формі використовують для стимулювання максимального творчого потенціалу (прикладом з рекламної сфери може бути таке формулювання: «Доберіть нову назву марки»),

2 Метод «мозкового штурму», що забезпечує цілеспрямованіший пошук рішень проблеми, використовують за наявності меншого простору для творчості (приклад із технічної галузі: «Знайдіть рішення, що задовольняє певні критерії»)

Призначення

Метод «мозкового штурму» – гнучкий раціональний метод, що стимулює пошук нових ідей членами групи проекту, а також створення такого середовища, у якому ставлять під сумнів поширені гіпотези та системи понять.

Метод «мозкового штурму» використовують на етапі 2 «Вимірювання» і етапі 2 «Поліпшення» методу DMAIC.

Метод «мозкового штурму» може бути використано тоді, коли необхідна генерація ідей

Необхідні дії

Послідовність виконання дій під час застосування методу така:

1 Визначення плану та мети групи проекту, визначення планованих результатів для «мозкового штурму».

2 Визначення межі «мозкового штурму».

3 Узгодження формулювання проблеми або питань, які потрібно розв'язати під час сеансу «мозкового штурму»; у верхній частині планшета пишуть найменування розглянутої проблеми.

4 Перелік основних правил:

- а) заборона на критику висловлюваних ідей;
- б) заборона на оцінювання висловлюваних ідей;
- в) заохочення нестандартних ідей;
- г) створення нових ідей, що ґрунтуються на вже висловлених;
- д) фіксування всіх ідей.

5 На початку роботи необхідно переконатися, що всі члени групи проекту можуть прочитати всі згенеровані ідеї, записані на планшеті.

6 Необхідно переконатися, що кожен учасник може вільно висловлювати свої ідеї. Не можна дозволяти будь-якій одній людині домінувати під час сеансу.

7 Ведучому слід походити навколо стола, щоб підтримувати темп обговорення; якщо ідея не виникає, учасник пропускає свою чергу.

8 Ведучий не повинен відсікати чи роз'яснювати згенеровані ідеї; ведучий записує всі ідеї на планшеті відразу, щойно вони виникають.

9 Коли накопичилася достатня кількість ідей, можливо, потрібно пояснити певні моменти, оскільки не всі учасники можуть вловити суть усіх запропонованих ідей.

10 Після закінчення сеансу «мозкового штурму» застосовують інші аналітичні методи, такі як аналіз причинно-наслідкових зв'язків, попарне порівняння тощо

Загальні принципи застосування

Необхідно використовувати планшет з аркушами, що легко знімаються, хороші маркери і пристосування для фіксації аркушів до стіни. Ведучий протягом усього сеансу записує всі ідеї

Контрольний листок 14. Аналіз видів і наслідків відмов (FMEA)

Зміст

Методи FMEA та FMECA (аналіз видів, наслідків і критичності відмов) важливі для забезпечення якості та відіграють ключову роль у забезпеченні надійності. Обидва методи можуть застосовуватися до технічних систем. У різних ситуаціях їх може бути розширено або пристосовано тією чи іншою мірою до окресленої мети. Аналіз може застосовуватися на стадіях планування та розроблення проєкту а також проєктування та реалізації систем. FMEA є індуктивним методом якісного аналізу безпеки та надійності системи.

Діаграми функціональної безвідмовності (графіки безвідмовності основних і додаткових функцій) та графіки стану (опис системи між двома змінами), побудовані на основі структурної схеми надійності системи, тісно пов'язані з FMEA. Окремі діаграми необхідні відповідно:

- 1) зі способом устанавлення різних критеріїв визначення відмов систем;
- 2) зі значущістю функціональної відмови чи негативного впливу на гарантований рівень функціонування системи;
- 3) з фактором безпеки;
- 4) з іншими етапами функціонування процесу.

Методології FMEA та FMECA також використовують для таких дій:

а) оцінювання наслідків і послідовності подій, викликаних кожним устанавленим видом відмови системи незалежно від походження на різних функціональних рівнях у межах системи;

б) устанавлення значущості чи критичності кожного виду відмови щодо його впливу на нормальне функціонування або рівень продуктивності системи, а також для оцінювання впливу на безвідмовність чи безпеку певної функції;

в) категоризації відомих видів відмов згідно з простотою їхнього виявлення, моделювання простоти зміни компонента, а також згідно з ресурсами, що використовуються для усунення відмов і підтримки працездатності системи (ремонт, технічне обслуговування, матеріально-технічне забезпечення тощо) разом з іншими важливими параметрами;

г) визначення ймовірності відмов та їхнього впливу за умови наявності необхідних вхідних даних;

д) підвищення коефіцієнта готовності процесу.

Існують три основні сфери застосування FMEA: система, продукція та рівні процесу. У всіх трьох випадках метод FMEA може допомогти в прогнозуванні ризику та виділенні моментів, найбільш схильних до ризику, відповідно до показника критичності

Призначення

Метою є зменшення ймовірності відмов, що впливають на безвідмовність, ремонтпридатність, готовність і безпеку. Аналіз системи, продукції чи процесу допомагає встановити технічні характеристики та сприяє їхньому поліпшенню, помітному для покупця

Необхідні дії

Цей метод передбачає (використовується шкала оцінок від 1 до 10):

- 1) аналіз значущості можливих відмов та їхніх наслідків S;
- 2) визначення причин можливих відмов O;
- 3) аналіз способів визначення відмов D;

Критичність (C) також називають категорією пріоритетності ризику (RPN):

$$C = S \times O \times D.$$

Високий показник критичності відповідає високому ризику.

Здебільшого група проекту шукає тимчасові рішення для елементів системи неприйнятним рівнем критичності. Оцінки для цих елементів будуть розраховані повторно відповідно до доступних рішень

Загальні принципи застосування

Аналіз передбачає:

- 1) спеціальну універсальну фокус-групу;
- 2) ретельну підготовку;
- 3) відстеження корекційних заходів спільно з контролем впливу даних заходів на критичність

Контрольний листок 15. Аналіз вимірювальних систем (MSA)

Зміст

Основні причини невизначеності вимірювань при безперервних змінних:

1 Роздільна здатність: мінімальне збільшення вимірюваної величини, яку може бути виявлено.

2 Точність вимірювань: різниця між істинним значенням і величиною, отриманою вимірювальною системою.

3 Помилка лінійної апроксимації: зміщення вимірювань у всьому діапазоні використання вимірювальної системи.

4 Стабільність: мінливість результатів, наданих вимірювальною системою, що вимірює одні й самі характеристики продукції протягом тривалого часу.

5 Повторюваність: різниця між результатами послідовних вимірювань тієї самої величини (усі виміри виконуються в однакових умовах: та сама процедура вимірювань; той самий оператор, той самий вимірювальний інструмент, що використовується в тих самих умовах і місці, виміри повторюють протягом невеликого проміжку часу).

6 Відтворюваність: різниця між результатами вимірювань тієї самої величини (вимірювання виконують у різних умовах).

При категоріальних змінних (часто трапляються в транзакційних процесах) головними причинами помилок вимірів є відмінності в навичках і досвіді персоналу

Призначення

Оцінювання невизначеності вимірювань для безперервних змінних є важливим етапом підтвердження відповідності вимірювального обладнання щодо допусків на параметри процесу чи характеристики продукції, які необхідно виміряти. Найбільш широко використовують GRR-тест (аналіз повторюваності та відтворюваності вимірювань).

Цей тест порівнює невизначеність вимірювань із полем допуску вимірюваної характеристики процесу або продукції, яку виражають у відсотках, для встановлення допустимості використання вимірювального обладнання.

Традиційні критерії прийняття рішень:

- 1) $GRR < 10\%$ – вимірювальна система відповідає встановленим вимогам;
- 2) $10\% < GRR < 30\%$ – вимірювальній системі необхідне поліпшення;
- 3) $GRR > 30\%$ – вимірювальна система непридатна.

Оцінювання рівня узгодженості різних елементів процесів у прийнятті певних рішень є важливим кроком визначення невизначеності вимірювань для альтернативних даних

Необхідні дії

Послідовність виконання дій під час застосування методу така:

- 1 Вибір компонентів, які потрібно виміряти.
- 2 Вимірювання кількома операторами, повторення процедури кілька разів (наприклад, десять компонентів, кожен із яких вимірюють тричі три оператори).
- 3 Аналіз результатів із використанням електронної таблиці або спеціального статистичного програмного забезпечення (наочне відображення результатів розрахунку).
- 4 Інтерпретація.
- 5 Ухвалення рішення про придатність системи

Загальні принципи застосування

Рекомендується використовувати для виконання розрахунків та оформлення результатів спеціалізоване програмне забезпечення. Вимірювання, значення яких дуже відрізняються від інших, мають бути виключені або виконані повторно. Однак причину виникнення цих значень має бути досліджено для запобігання її повторення.

У разі отримання неприпустимого результату іноді необхідно організувати «мозковий штурм» для визначення можливих факторів, що впливають на невизначеність вимірювань, а потім усунути їх або скоротити їхній вплив

Контрольний листок 16. План збирання даних

Зміст

Надати необхідні носії для запису відповідного набору даних ключової інформації в заздалегідь установленому форматі. Установити, які дані має бути зібрано, а також їхню кількість та проміжок часу для збирання цих даних. Передбачити робочі визначення для вимірюваних і категоризованих даних.

Результати навіть кращих методів оброблення даних можуть бути сумнівними (або небезпечними), якщо дані, що використовуються цими методами, невдало визначено або неправильно записано

Призначення

Немає математичної формули визначення інформації, яку необхідно зібрати.

Під час встановлення способу збирання даних необхідно звернути увагу:

1) на способи збирання даних, що використовуються в цей час, які може бути використано;

2) на інформацію, необхідну для (внутрішнього чи зовнішнього) споживача, аудитора або керівників різного рівня;

3) на досвід оператора, який має бути чимось підтверджено, а основні моменти документовані;

4) на стандарти.

Спосіб збирання даних вибирають з огляду на цілі, які має бути чітко визначено.

Крім способу збирання даних, існує їхній зміст. Зміст включає:

а) параметри, що визначають відповідний об'єкт;

б) параметри, що стосуються умов збирання даних, місця, дати, оператора тощо;

в) цільові характеристики;

г) умови роботи та середовища процесу під час запису даних.

Варіанти способів збирання інформації:

1) однозначна відповідь: «так»-«ні»;

2) якісний – звичайний текст (у вигляді набору слів або в нетекстовому вигляді) і закодований текст;

3) кількісний (результати вимірювань об'єктів).

Якщо дані збираються відразу на комп'ютер, вони майже завжди відповідають способу збирання даних і формату.

Іноді потрібно розробити етап перевірки для деяких наборів даних

Необхідні дії

Послідовність виконання дій під час застосування методу така:

1 Вибір компонентів, які потрібно виміряти.

2 Вимірювання кількома операторами, повторення процедури кілька разів (наприклад, десять компонентів, кожен із яких вимірюють тричі три оператори).

3 Аналіз результатів із використанням електронної таблиці або спеціального статистичного програмного забезпечення (наочне відображення результатів розрахунку).

4 Інтерпретація.

5 Ухвалення рішення про придатність системи

Загальні принципи застосування

Необхідно завжди чітко встановлювати, що потрібно зробити, і чому це потрібно. Під час викладу інформації потрібно переконатися, що це зрозуміло

Контрольний листок 17. Визначення обсягу вибірки

Зміст

Визначає кількість об'єктів, що відбираються із сукупності.

Більший обсяг вибірки веде до точнішого результату. Проте витрати на проведення вимірювань зростають разом з обсягом вибірки n . Таким чином, необхідно досягти оптимального обсягу вибірки

Призначення

Визначає та мінімізує кількість об'єктів N , що відбираються із сукупності (відомої або невідомої), з метою визначення параметрів сукупності (математичне сподівання, стандартне відхилення, відносна частота) із заданим рівнем довіри.

Під час розгляду безперервної характеристики (наприклад, зростання людини) для опису сукупності можна використовувати математичне сподівання (параметр положення) та середньоквадратичне відхилення (параметр розкиду). Математичне сподівання та стандартне відхилення вибірки обсягу n є оцінками математичного сподівання та стандартного відхилення сукупності) обсягу N (відомого або невідомого).

Приклад 1: У скількох людей необхідно виміряти зріст, щоб середній зріст було визначено з точністю ± 1 мм?

Під час розгляду інших характеристик людини (наприклад, колір очей) відносна частота блакитнооких людей у вибірці з n осіб, відібраних із сукупності, є показником частки блакитнооких людей у сукупності обсягу N (відомого чи невідомого).

Приклад 2: Скільки людей потрібно оглянути, щоб середній відсоток блакитнооких людей було визначено з точністю ± 1 %?

Необхідні дії

Існують формули для розрахунку обсягу вибірки, які широко використовуються.

Приклад 1: Оцінюючи математичне сподівання обсяг вибірки, що забезпечує рівень імовірності накриття середнього значення довірчим інтервалом $\pm d$, що становить 95 %, приблизно дорівнює $n \sim (2s / d)^2$ (де s – стандартне відхилення значень вибірки обсягу n).

Приклад 2: Під час оцінювання відносної частоти обсяг вибірки, що забезпечує рівень імовірності покриття частоти довірчим інтервалом $\pm d$, що становить 95 %, а $n = p(1 - p) (2 / d)^2$ (де p – кількість людей у вибірці, що мають цю властивість)

Загальні принципи застосування

Для отримання більш точних оцінок середнього значення та частоти необхідно збільшити обсяг вибірки.

Збільшення обсягу вибірки вдвічі забезпечує зниження точності результату в пропорції $d / 4 \sim 2$

Контрольний листок 18. Перевірка нормальності

Зміст

Велика кількість характеристик підпорядковується нормальному розподілу (розподілу Гауса). Методи статистичного аналізу легко застосовувати під час використання цього розподілу. Перевірка відповідності характеристики нормального розподілу дає змогу виявляти відхилення нормального розподілу та можливість його застосування. Якщо дані не підпорядковуються нормальному розподілу, то можливо, що:

- 1) характеристика нестабільна – наявні особливі причини (тренди, усунення, викиди тощо);
- 2) характеристика спочатку підпорядковується іншому розподілу

Призначення

Відповідність (або невідповідність) даних нормальному розподілу виявляють за допомогою критеріїв згоди. Якщо дані не підпорядковуються нормальному розподілу, часто їх можна перетворити на нормальний розподіл. Використання нормального розподілу дає можливість прогнозувати кількість дефектів або кількість виходів, що не відповідають установленим вимогам

Необхідні дії

Послідовність виконання дій під час застосування методу така:

- 1 Побудова графіка ймовірності, що показує відповідність даних до нормального розподілу.
- 2 Застосування критерію Андерсона-Дарлінга для перевірки відповідності даних нормальному розподілу.
- 3 Обчислення за даними коефіцієнтів асиметрії та ексцесу

Загальні принципи застосування

Графік ймовірності вказує на невідповідність нормальному розподілу, якщо він не збігається з прямою лінією. Критерій Андерсона-Дарлінга визначає ступінь відхилення набору даних від нормального розподілу. Зазвичай із цим критерієм пов'язане відповідне значення ймовірності (величина p). Якщо значення p є меншим за 0,05, говорять про невідповідність даних на нормальний розподіл. Існують стандартні алгоритми перетворення даних до нормального розподілу. Найбільш поширені – перетворення Бокса-Кокса та перетворення Джонсона. Алгоритм перетворення не здатний перетворювати нестабільні характеристики (є особливі причини), і в цьому випадку перетворення не працює. У такому разі користувачеві слід проконсультуватися в професійного статистика

Контрольний листок 19. Методи візуалізації описової статистики

Зміст

Узагальнюють у графічній і цифровій формах статистики для набору даних

Призначення

Метою цього аналізу є аналіз мінливості факторів X. Методами візуалізації також можна вважати стратифікацію за рівнями факторів

Необхідні дії

Дані аналізують за допомогою їхнього угруповання (стратифікації) за різними рівнями.

Наприклад, перший графік (рисунок А.3) показує стратифікацію даних (С1, С2 та С3 є трьома рівнями варіації фактора X).

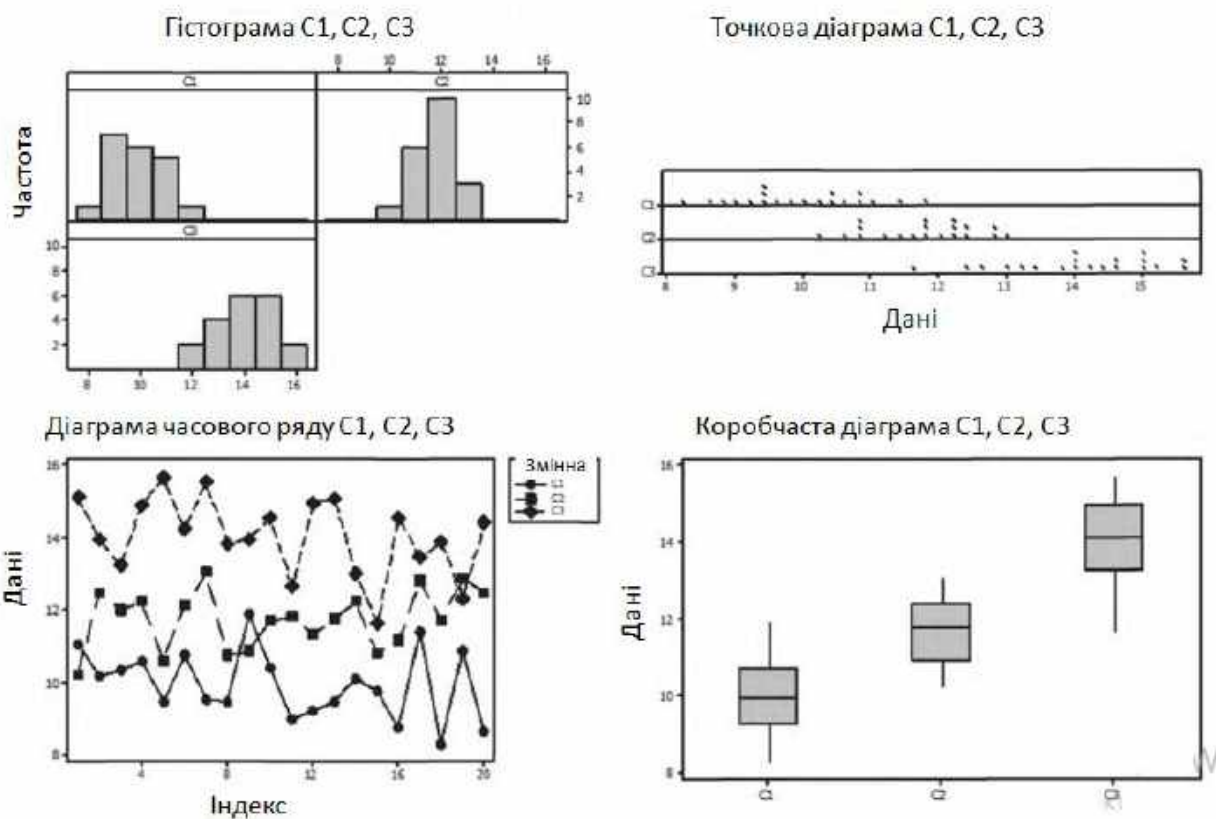


Рисунок А.3 – Стратифікація даних С1, С2 та С3

Загальні принципи застосування

Графічне відображення дає змогу визначити потенційний вплив фактора на характеристику. Для підтвердження правильності впливу необхідно провести перевірку статистичними методами

Контрольний листок 20. Індикатори

Зміст

Індикатор – міра відстеження відхилень у певному інтервалі від заданої величини.

Бажано, щоб індикатор асоціювався з деяким критерієм якості.

Найпоширенішими індикаторами, що використовуються в концепції «Шість сигм», є:

1) індикатори частки неякісних (або дефектних) вихідних або вхідних даних процесу: % (відсоткове відношення) або ppm (кількість дефектних виробів на мільйон) або DPMO (кількість дефектів на мільйон одиниць продукції);

2) індекси придатності та відтворюваності процесу: C_p , C_{pk} , P_p , P_{pk} або z , кількість стандартних відхилень процесу.

Інші економічні показники, такі як коефіцієнт окупності продукції, своєчасне постачання чи кількість скарг від споживачів разом із загальною характеристикою якості у вигляді витрат на забезпечення якості або витрат на низьку якість, також використовуються на практиці

Призначення

1 Постійне забезпечення команди проекту «Шість сигм» інформацією про функціонування процесу.

2 Використання для вираження рівня характеристики критичної якості

Необхідні дії

Послідовність виконання дій під час застосування методу така:

1 Обчислення кількості дефектних виробів на мільйон:

$$Y_{ppm} = \frac{c}{n} 1000000. \quad (A.1)$$

2 Обчислення кількості дефектів на мільйон одиниць продукції (чи невідповідностей):

$$Y_{DPMO} = \frac{c}{n_{units} n_{CTQC}} 1000000. \quad (A.2)$$

3 Обчислення індексів відтворюваності процесу:

$$C_p = \frac{U-L}{\sigma \hat{\sigma}}. \quad (A.3)$$

Загальні принципи застосування

1 Ураховуючи те, що процеси постійно поліпшуються, а їхні рівні дефектності стають дедалі меншими, використання % невідповідностей стає майже недоцільним через незручність користування (наприклад, рівень дефектності 0,0015 % ускладнює розрахунки через велику кількість нулів), що сприяє більш частому використанню показника ppm , який є зручнішим.

2 Пояснювальні приклади:

а) процес виробляє 11 % дефектних цеглин, тобто 110000 частин на мільйон;

в) перевищення строку завершення роботи в 0,0015 % випадків, тобто 15 випадків на мільйон.

3 Будь-який процес може мати кілька типів дефектів. Розрахунок DPMO враховує це.

4 Як пояснювальний приклад можна навести процес доставки піци: три типи дефектів (доставка із затримкою, холодна піца та не та піца, яку замовляли), усього 36 дефектів, 50000 доставок:

$$Y_{\text{ДРМО}} = \frac{c}{n_{\text{units}} n_{\text{CTQC}}} 1000000 = \frac{36}{50000 \cdot 3} 1000000 = 240. \quad (\text{A.4})$$

5 Необхідно переконатися, що група добре ознайомена з принципами статистики, що пояснюють розрахунок.

6 Перед обчисленням S_p або z потрібно перевірити, чи дані підпорядковуються нормальному розподілу, оскільки обчислення мають бути виконані інакше, якщо розподіл не є нормальним

Контрольний листок 21. Аналіз втрат

Зміст

Термін «7 видів втрат», спочатку запроваджений дослідником Тайіті Оно (Taiichi Ohno) у компанії Toyota. Втрати – це витрати на такі види діяльності, які не мають додаткової вартості, а потребують додаткових витрат.

Незважаючи на те, що вони зазвичай стосуються виробничої сфери, ці «7 видів втрат» можуть бути легко розглянуті у сфері послуг, бізнесі, а також у приватних і державних адміністративних підрозділах.

Розглянемо «7 видів втрат»:

1 Втрати через надвиробництво: найбільш небезпечні з усіх видів втрат, оскільки вони призводять до інших видів втрат. Полягає у виробництві більшої кількості продукції, ніж потрібно, чи виробництві того, що має додаткові витрати на більш ранній стадії, ніж планувалося, наприклад рекламні матеріали, вироби, виготовлені раніше запланованого терміну, тощо.

2 Втрати через очікування: втрата часу через очікування чогось, наприклад очікування ремонту, витрата вихідних матеріалів, безрезультатні наради та ін.

3 Втрати під час непотрібного транспортування: витрати на будь-яке переміщення обладнання чи виробу, яке не має вигоди, наприклад використання спеціальних послуг з перевезення для транспортування виробів унаслідок їхнього виробництва з відхиленням від виконання графіка.

4 Втрати через зайві етапи оброблення: витрати на складні, «громіздкі» процедури, причиною яких є надмірно ускладнене розроблення процесу, що не відповідає реальним потребам, наприклад бюрократичні «тяганини».

5 Втрати через зайві запаси: витрати на зберігання запасів, що перевищують необхідні, наприклад під час закупівлі великого обсягу матеріалів для одержання знижки на них.

6 Втрати через переміщення: витрати на переміщення через погане планування робочого місця, наприклад витрати на зберігання готового товару далеко від місця його відвантаження.

7 Втрати через випуск дефектної продукції: витрати, пов'язані з продукцією, визнаною бракованою службою контролю якості, або неякісною послугою, наприклад витрати, пов'язані з поверненням продукції покупцем

Призначення

Виділення «7 видів втрат» сприяє усуненню майже всіх факторів, що утворюють ці втрати, значно зменшує витрати та підвищує ефективність роботи

Необхідні дії

Втрати необхідно виявляти, вивчати, усувати і регулярно перевіряти ще раз, щоб запобігти їхньому повторенню, тому слід виконувати такі дії:

- а) складання плану процесів;
- б) формування групи проєкту для визначення етапів процесу, які зазнають збитків;
- в) визначення річних збитків;
- г) установлення пріоритетів дій щодо усунення втрат;
- д) розроблення процесів, що усуває джерела втрат

Загальні принципи застосування

Методика «7 видів втрат» має здійснюватися ретельно, оскільки втрати часто стосуються усталених методів роботи та іноді навіть основоположних принципів організації.

Методика «7 видів втрат» є ключовим компонентом у концепціях економного менеджменту або своєчасного виробництва

Контрольний листок 22. Функціонально-вартісний аналіз (VSM)

Зміст

Це об'єктно-орієнтована система, спрямована на отримання за умови мінімальних витрат необхідних властивостей продукції або послуги, що водночас удосконалює фактори, що визначають їхню якість, безпеку, стійкість і дизайн

Призначення

1 Функціонально-вартісний аналіз є ключовим методом для будь-якої сфери бізнесу.

2 Скорочення виробничих витрат до мінімуму, ґрунтуючись на виробництві лише того, що необхідно.

3 Пропозиція нових методів, які частково сприяють скороченню виробничих витрат і кращому задоволенню потреб покупця

Необхідні дії

Аналіз доданої вартості проводиться згідно з робочим планом, що передбачає такі сім етапів:

- 1) орієнтація на дії щодо підвищення цінності продукції;
- 2) збирання інформації;
- 3) аналіз діяльності та витрат – затвердження потреб і цілей;
- 4) вироблення ідей і потенційних варіантів вирішення;
- 5) розгляд рішень та їхнє оцінювання;
- 6) прогнозування – подання вибраних рішень – ухвалення рішення;
- 7) виконання

Загальні принципи застосування

Метод слід використовувати тоді, коли з'являються ознаки того, що продукція чи послуга старіють, стають недостатньо конкурентоспроможними чи не задовольняють вимоги покупця чи ринку.

Метод застосовують до кожного рівня процесу виробництва: від розроблення до виробництва та збуту

Контрольний листок 23. Моделювання надання послуг

Зміст

Надання послуг – це один із процесів сфери бізнесу. У моделюванні процесу надання послуг можна виділити три основні аспекти:

1) функції споживача, які можуть змінюватися від високого ступеня участі, коли споживач є активним учасником, до низької залученості, коли в ролі споживача – зовнішні фактори;

2) ступінь взаємодії зі споживачем, який може змінюватися від високого до низького;

3) фізичні засоби, які забезпечують виконання вимог за двома показниками досвіду експлуатації: художнє оформлення разом із відповідним сприйняттям користувача та функціональні параметри, які забезпечують реальне надання послуг.

Послуга складається з операцій, які може бути описано й оцінено за деяким критерієм якості чи виконання. Наприклад, переїзд з однієї країни до іншої – це одна операція послуги, виробленої агенцією. Операції, що становлять послугу, можуть бути поганої або хорошої якості та мають свою ціну. Ця операція активується споживачем, взаємодіє з інтерфейсом і підтримується деякими фізичними засобами.

Інтернет-маркетинг та вебслужби є онлайн-інструментами надання послуг

Призначення

Моделі надання послуг, як і будь-яка карта процесу, можуть бути використані для деталізації всіх потоків надання послуг та визначення критичних для якості показників, оснований на трьох виділених складових.

Побудова моделей надання послуг для кожної окремої послуги є ефективним методом отримання інформації про спосіб організації процесу з розумінням думки споживача.

Створення моделей надання послуг необхідно на етапі 1 «Визначення» та на етапі 3 «Аналіз»

Необхідні дії

Моделювання надання послуг передбачає:

1 Визначення шляху (маршрут, рух, переміщення тощо) споживача та ключових моментів, де треба робити вибір.

2 Опис шляху точок, де очікується взаємодія зі споживачем.

3 Визначення фізичних засобів підтримки протягом усього шляху

Загальні принципи застосування

Цю методику використовують для послуг, що надаються у сферах туризму, подорожей, відпочинку, розваг, у яких управління витратами та задоволення вимог споживача (критичні для якості показники) є ключовими пунктами

Контрольний лист 24. Перевірка гіпотез

Зміст

Перевірка гіпотез про значення чи рівність таких статистичних параметрів, як:

- 1) математичне сподівання;
- 2) дисперсія або стандартне відхилення;
- 3) наявність однієї чи кількох властивостей даних (наприклад, добре чи погано)

Призначення

Перевірку гіпотез про порівняння двох або декількох вибірок даних використовують для відповіді на два такі запитання:

1 Для цієї вибірки, що подає варіант рішення: чи сприяє це рішення досягненню цілі чи заданого значення?

2 Для двох вибірок, кожна з яких подає рішення: чи приводить одне із цих рішень до результатів, відмінних від іншого, чи навпаки, наскільки краще чи гірше одне з цих рішень, ніж інше?

Це означає, що ці критерії можуть бути використані для:

- а) перевірки відповідності рішення очікуваним результатам;
- б) порівняння результатів двох варіантів рішення

Необхідні дії

У таблиці А.3 наведено найпоширеніші статистичні критерії.

Таблиця А.3 – Статистичні критерії для перевірки гіпотез

Параметр	Відповідність заданому значенню або цілі	Порівняння двох величин
Математичне сподівання	t-критерій Стьюдента	t-критерій Стьюдента або дисперсійний аналіз
Дисперсія або стандартне відхилення	Критерії хі-квадрат	F-критерій. Критерій Левене. Критерій Снідекора
Частина або частота	Біноміальний критерій. Критерій Пуассона. Перевірка нормального розподілу	Перевірка апроксимації нормальним розподілом

Контрольний листок 25. Регресія та кореляція

Зміст

Використання методу регресії та кореляції передбачає такі етапи:

- 1 Збирання пар даних X та Y .
- 2 Побудова графіка розсіювання даних.
- 3 Розрахунок лінії регресії для наявних точок.
- 4 Розрахунок точності прогнозування значення Y за значенням X

Призначення

Перевірка та/або доказ кількісного взаємозв'язку між двома змінними.

Приклад: довжина ступні людини = f (зріст людини) + f (зріст новонародженої дитини)

Необхідні дії

Для обчислення коефіцієнтів регресії та кореляції виконують такі дії:

- 1 Збирання пар даних X та Y .
- 2 Побудова графіка розсіювання даних і перевірка наявності залежності. Якщо спостерігається лінійна залежність, можна продовжити обчислення. В іншому разі слід звернутися за допомогою до спеціаліста.

- 3 Обчислення коефіцієнтів лінії регресії з використанням моделі:

$$\hat{Y} = b_0 + b_1X, \quad (\text{A.5})$$

де b_0 та b_1 розраховують на основі даних із використанням таких рівнянь:

$$b_1 = \frac{\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum(X_i - \bar{X})^2} \quad i \quad b_0 = \bar{Y} - b_1\bar{X}. \quad (\text{A.6})$$

- 4 Обчислення коефіцієнта кореляції за формулою

$$r = \frac{\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(X_i - \bar{X})^2 \sum(Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (\text{A.7})$$

Загальні принципи застосування

Рекомендується побудувати графік розсіювання X , Y для визначення застосовності моделі першого ступеня. Для $r > r_{crit}$ можливо, якщо модель першого ступеня не є найкращою.

Кореляція визначає ступінь лінійної залежності між двома чи кількома випадковими величинами. Щоб довести кількісний зв'язок між X і Y , необхідно встановити значення коефіцієнта кореляції r , що характеризує рівень залежності між двома величинами X і Y .

Інтерпретація така:

– якщо $r = 0$: лінійної залежності між X та Y немає;

– якщо $r = -1$ лінійна залежність: усі точки (X_i, Y_i) відповідають додатній або $+1$ від'ємній кореляції;

– якщо $0 < r < 1$: можна стверджувати із заданим ризиком (α), що r значно відрізняється від нульового значення, якщо абсолютна величина r більша за значення r_{crit} , яке наведено в таблиці А.4.

Критичні значення коефіцієнта кореляції r_{crit} для $\alpha = 0,05$ (5 %).

Таблиця А.4 – Значення коефіцієнта кореляції

$n - 2$	2	5	7	10	15	20	30	50	100
r_{crit}	0,950	0,755	0,666	0,576	0,482	0,423	0,349	0,273	0,195

Приклад: $n = 12$, тобто є 12 пар X, Y , що дає $r = 0,65$.

Для $\alpha = 5\%$, узяті з таблиці значення $n - 2 = 10$, що дає $r_{crit} = 0,576$.

$r = 0,65 > r_{crit} = 0,576$: сильна залежність

Контрольний листок 26. Планування експериментів (DOE)

Зміст

Планування експериментів охоплює такі етапи:

- 1 Вибір відгуків Y , що використовуються, та факторів X .
- 2 Визначення кількості рівнів кожного фактора, які будуть використані експериментально.
- 3 Вибір плану експерименту та визначення необхідної кількості випробувань і повторень.
- 4 Початок експерименту та збирання даних.
- 5 Аналіз результатів.
- 6 Верифікація отриманої інформації

Призначення

Планування експериментів – це метод моделювання впливів, таких як спостереження (наприклад, результати процесу або діяльності) таким чином, щоб вони могли бути проаналізовані та зрозумілі.

Метою методу є:

- 1 Розуміння впливів і розв'язання будь-яких проблем, які вони можуть спричинити.
- 2 Збирання якомога більшої кількості інформації (вивчення найбільшої кількості причин) із найменшою кількістю спроб.
- 3 Скорочення часу та збільшення ефективності досліджень.
- 4 Пошук рішення для кількісних елементів.
- 5 Підтвердження, вимірювання та моделювання впливу причин (параметрів або факторів та їхніх взаємодій)

Необхідні дії

Послідовність виконання дій під час застосування методу така:

- 1 Визначення проблеми (завдання).
- 2 Визначення мети та перетворення її на вимірні відгуки.
- 3 Вибір факторів і відповідних їм рівнів.
- 4 Визначення можливих взаємодій.
- 5 Побудова плану експерименту на основі стандартних таблиць, що використовуються, наприклад класичних матриць або матриць Тагучі.
- 6 Проведення випробувань відповідно до плану експерименту.
- 7 Оброблення результатів випробувань.
- 8 Побудова графіків взаємозв'язків факторів і відгуків.
- 9 Визначення найважливіших факторів і взаємодій (дисперсійний аналіз).
- 10 Проведення випробувань на достовірність даних із використанням позначених переважних значень для факторів, визначених під час експерименту, та підтвердження початкових результатів

Загальні принципи застосування

Планування експериментів передбачає:

- 1 Використання як відгуку вимірного значення Y (вихід процесу).
- 2 Перевірка того, що причини, параметри чи фактори є керованими та незалежними.
- 3 Формування для аналізу проблеми групи, що має досвід роботи із цим питанням.
- 4 Виконання вимірювань для перевірки того, що все обладнання, яке застосовується під час виконання експерименту, є працездатним.
- 5 Використання обмеженої кількості причин, параметрів чи факторів.
- 6 Проведення випробувань відповідно до плану експерименту.
- 7 Виняток ситуацій, що спричиняють одночасну зміну кількох факторів

Контрольний листок 27. Надійність

Зміст

Безвідмовність об'єкта, компонента, складальної одиниці процесу, системи чи мережі виконувати свою функцію протягом встановленого періоду в заданих умовах. Передбачається, що об'єкти, що не відновлюються, безвідмовно працюють із моменту введення в експлуатацію.

Оскільки об'єктам, що відновлюються, може знадобитися ремонт або технічне обслуговування, мається на увазі використовувати коефіцієнт готовності як показник безвідмовності, тобто відношення періоду перебування об'єкта в працездатному стані до загального строку експлуатації.

Устаткування, яке використовується в аварійній ситуації (наприклад, обладнання, що забезпечує безпеку) або як запасне, має відповідати встановленим вимогам до показників безвідмовності.

Безвідмовність програмного забезпечення надається за допомогою інструкцій з експлуатації, які належать до цієї сфери

Призначення

Безвідмовність забезпечує довіру користувача продукції. Безвідмовність є не тільки сильною комерційною перевагою, але також надає основну інформацію про використання виробу: періоди безвідмовної роботи, їхній вплив на продуктивність, технічне обслуговування відповідно до плану (частота, рівні, використовувані ресурси), оцінку кількості запасних частин і резервного устаткування

Необхідні дії

Безвідмовність об'єкта визначається за напрацюваннями на відмову.

Показниками безвідмовності є МТТФ (середнє напрацювання до відмови) і МТBF (середнє напрацювання) на відмову. Перший параметр визначає середній час перебування об'єкта в працездатному стані до першої відмови. Показник МТBF застосовують до об'єктів, що відновлюються. Показник МТBF показує середній час між двома послідовними відмовами.

Зазвичай напрацювання повністю електронних систем підпорядковується експоненційному розподілу, а напрацювання повністю механічних систем – розподілу Вейбулла.

Показником безвідмовності обладнання автопарку є частка одиниць справного обладнання в певний момент часу або його середня кількість у заданий відрізок часу.

Прогнозування безвідмовності використовують до розроблення нової продукції або перед внесенням до неї змін, тобто після складання технічних умов на етапі проектування. Залежно від доступних даних на вході прогнозування виконують на основі даних про попередні моделі продукції або аналогічної продукції, баз даних, думок експертів.

Для забезпечення безвідмовності за тривалий час рекомендується впровадження плану загального обслуговування продукції

Загальні принципи застосування

Безвідмовність визначають на основі відповідного збору даних, включаючи звіти про аварійні ситуації і технічні моменти на кожній стадії життєвого циклу.

Для устаткування, що відновлюється, слід застосовувати технічне обслуговування, орієнтоване на надійність

Контрольний листок 28. Матриця відповідальності RACI

Зміст

RACI – це матриця «відповідальний за виконання, відповідальний за перевірки, з ким можна проконсультуватися, кого слід інформувати». RACI є методикою управління відповідальністю, яка допомагає розподілити повноваження та відповідальності за зміни процесу.

Розподіл обов'язків такий:

- R – відповідальний: особа, яка відповідає за належне виконання процесу;
- A – підзвітний: особа, яка контролює правильне функціонування процесу;
- C – консультант: особа чи особи з ким можна проконсультуватися;
- I – поінформований: особа чи особи, яких необхідно тримати в курсі результатів виконуваної роботи

Призначення

Суть полягає в тому, що зміни процесу не відбуваються власними силами, їх здійснюють люди, наділені певними функціями. Мета – переконатися в тому, що всі види робіт охоплені, а функції та відповідальність визначено належним чином

Необхідні дії

Найбільш простим методом є розроблення матриці (таблиця А.5), де етапи робіт розміщені в рядках, а відповідальні (посади, обов'язки) – у стовпцях. В осередках на перетині вказують одну із чотирьох літер RACI для визначення відповідальності учасника робіт (у стовпці) згідно з призначеним йому етапом роботи (у рядку). Цю схему можна також розглядати як матрицю розподілу функцій і відповідальності.

Таблиця А.5 – Матриця відповідальності RACI

Процеси	Керівник проєкту	Консультант	Юрисконсульт	Директор
Процес 1	R	I	I	A
Процес 2	I	R	I	A
Процес 3	I	A	R	I

Загальні принципи застосування

Якщо сфери відповідальності перетинаються, то необхідно розв'язати цю неузгодженість на отримання належної схеми виконання робіт (функції, що повторюються, необхідно розподілити наново).

За наявності нерозподілених обов'язків (у процесі не вказано R (відповідального) або A (підзвітнього) необхідно призначити людину для виконання цієї функції)

Контрольний листок 29. План контролю / моніторингу

Зміст

План контролю (моніторингу) – це план забезпечення якості для продукції та процесу, що охоплює процес та його кінцеву продукцію; це документ, що визначає процедури (чітко встановлене виконання роботи) та пов'язані з ними ресурси, а також час і відповідальних. Планом передбачено виконання кожного виду діяльності в процесі з указанням запланованих дій у сферах:

- а) контролю якості й вимірювань характеристик продукції та процесу;
- б) засобів безпеки / ресурсів та/або підтримки навичок залученого до процесу персоналу.

У плані контролю мають бути описи необхідних процесів і систем, що використовуються для забезпечення повного контролю за якістю продукції

Призначення

План відповідно до всіх прийнятих дій з моніторингу та вимірювань, які виконують для управління кожним процесом окремо, може мати дві мети:

- а) забезпечення якості продукції на виході процесу;
- б) забезпечення довіри споживачів цього процесу (деякі з яких потребують плану управління якістю): споживачі процесу знають, які моменти контролюють під час виготовлення продукції

Необхідні дії

Послідовність виконання дій під час застосування методу така:

- 1 Визначення дій усередині процесу.
- 2 За потреби ініціація системи 5S.
- 3 Для кожної дії перераховують бажані або необхідні рішення щодо моніторингу та вимірювання, необхідні для забезпечення повного контролю за процесом, акцентуючи увагу на такому:
 - а) вимогах споживача (за допомогою матриці QFD, наприклад);
 - б) меті;
 - в) ризику процесу та видів діяльності, пов'язаних із ними.
- 4 Щодо кожного прийнятого рішення з моніторингу та вимірювань описують:
 - а) метод та відповідну систему моніторингу та вимірювань (або контролю);
 - б) рівень контролю: рівень 1, рівень 2 чи рівень 3;
 - в) використовувані методи Рока-уоке;
 - г) графік проведення контролю;
 - д) вид записів, які використовуються для ведення звітності.

Приклад 1: План моніторингу (модель 1) – процес «Інформування споживачів про продукцію» (таблиця А.6).

Таблиця А.6 – План моніторингу процесу «Інформування споживачів про продукцію»
(модель 1)

№ з/п	Контроль і вимірювання (продукт, процес)	Заходи
1	1 Відсоток безперервного розроблення: а) метод, моніторинг і вимірювання: аналіз проекту; б) рівень: 1 та 2 (інструктор і керівник); в) частота: кількість виконання аналізу проекту; г) вид ведення записів: звіти про аналіз проектів.	Розроблення плану
2	Відношення тривалості початкових етапів роботи до загальної тривалості навчання	Розроблення плану навчання

Приклад 2: План моніторингу (модель 2) – процес «Інформування споживачів про нашу продукції».

Щодо матеріальної продукції рекомендується розрізняти дії з моніторингу чи вимірювань, спрямовані безпосередньо на продукцію, від дій, спрямованих на процес. Це необхідно для забезпечення керованого стану процесу, що є основою для скорочення зобов'язання щодо контролю та вимірів продукції. Таким чином, план моніторингу може мати такий вигляд, як наведено в таблиці А.7.

Таблиця А.7 – План моніторингу процесу «Інформування споживачів про продукцію» (модель 2)

Продукт	Процес		
Контроль і вимірювання	Заходи	Контроль і вимірювання	Технічне обслуговування / підтримка
	Види діяльності (n)...		

Загальні принципи застосування

Визначення найбільш чітких відмінностей між продукцією (виходом процесу) та процесом

Контрольний листок 30. Контрольні картки

Зміст

Для складання контрольної картки необхідно вибрати характеристики або параметри продукції або процесу, а також дібрати вибірку значень цієї характеристики протягом певного часу. Дані зазначають на контрольній картці. На картці накреслені лінії, що позначають середнє значення, верхню та нижню допустимі межі. Правила визначення виходу характеристики з статистично керованого стану, оснований на спеціальних статистиках

Призначення

План відповідно до всіх прийнятих дій із моніторингу та вимірювань, які виконуються для управління процесом, може мати дві цілі:

- 1 Застосування контрольних карток методу, що використовується для контролю, управління та поліпшення процесу протягом деякого часу.
- 2 Аналіз керованості процесу.
- 3 Виявлення змін параметрів процесу.
- 4 Допомога у встановленні та визначенні заходів захисту від наступних причин виходу процесу з керованого стану

Необхідні дії

Послідовність виконання дій під час застосування методу така:

- 1 Визначення процесу, дані про параметри якого зазначають на картці.
- 2 Визначення методу відбору вибірки:
 - а) визначення частоти відбору та обсягу вибірки;
 - б) відбір приблизно 25 вибірок для встановлення статистик і контрольних меж.
- 3 Початок збору даних:
 - а) відбір вибірок без внесення змін до процесу;
 - б) внесення даних у контрольну карту.
- 4 Обчислення відповідних статистик.
Ці статистики включають математичне сподівання, стандартне відхилення, розмах, кількість невідповідностей, кількість невідповідних одиниць продукції тощо.
- 5 Обчислення верхньої та нижньої контрольних меж.
- 6 Складання контрольної картки.
- 7 Нанесення на картку контрольних меж і центральної лінії на основі статистик

Загальні принципи застосування

Наступні ситуації вказують на те, що процес вийшов із керованого стану. У разі їхнього виникнення необхідно виконати певні заздалегідь встановлені дії (налаштування обладнання, залучення технічного персоналу тощо):

- 1) одна або кілька точок розташовані за контрольними межами;
- 2) наявність семи послідовних точок, розташованих з одного боку від центральної лінії;
- 3) наявність семи послідовних інтервалів монотонного зростання чи спадання;
- 4) наявність чотирнадцяти послідовних точок, у яких характеристика по черзі зростає та спадає («рух зигзагом»).

Можна додати інші правила, які встановлюють вихід процесу зі статистично керованого стану за допомогою визначення кількості зон у межах контрольних ліній (зони А, В та С)

Контрольний листок 31. Аналіз проєкту

Зміст

Аналіз проєкту передбачає етапи:

- 1 Зіставлення досягнутих результатів із запланованими на етапі «Визначення».
- 2 Збір відгуків про елементи впровадженого проєкту, які потребують поліпшення.
- 3 Визначення (непроектних) дій, які мають бути виконані.
- 4 Призначення відповідального за контроль виконання аналізу проєкту.
- 5 Обговорення завершення проєкту та виконання змін (нового процесу тощо)

Призначення

Етап аналізу проєкту виконують під час підтвердження документами завершення проєкту та розпуску групи проєкту. На цьому етапі можливе обговорення підсумків проєкту

Необхідні дії

Послідовність виконання дій під час застосування методу така:

- 1 Група проєкту подає свій звіт із відповідями на такі запитання:
 - а) які моменти були простими в роботі?
 - б) які моменти вдавались складними?
 - в) що необхідно змінити і як?
 - г) які уроки здобуто і які фактори успіху?
 - д) кому необхідно надіслати ці відповіді?
- 2 Складання опитувального листа про ступінь задоволеності та передання його споживачам.
- 3 Складання звіту про аналіз проєкту, що містить опис виконаних дій протягом етапів DMAIC, а також результати проєкту. Ідеальні обставини, якщо цей документ підписують члени групи проєкту, керівник проєкту та представник структури, що фінансує.

Цей документ може містити: короткий план проєкту, початкові цілі, опис групи проєкту, методів та звіт про проєкт, доходи, виклад виконаних дій та заходів, які необхідно виконати для більш тривалого строку експлуатації проєкту, очікуваний у майбутньому прибуток, можливості тощо.
- 4 Обмін інформацією. Можливо використано кілька різних ЗМІ, наприклад статтю в корпоративному бюлетені, замітку, опубліковану у внутрішній мережі, вечір на честь закриття проєкту, тимчасову публікацію інформації на робочому місці тощо

Загальні принципи застосування

Проведення анкетування з усіма залученими до процесу особами є невід'ємною та основною процедурою

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

ДСТУ ISO 13053-1:2016. Статистичний контроль. Кількісні методи покращення процесу. Шість Сигма. Частина 1. Методологія (ISO 13053-1:2011, IDT). – Чинний від 2016-09-01. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 39 с.

ДСТУ ISO 13053-2:2016. Статистичний контроль. Кількісні методи покращення процесу. Шість сигма. Частина 2. Інструменти та методи (ISO 13053-2:2011, IDT). – Чинний від 2016-09-01. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 43 с.

ДСТУ ISO 9004:2018. Управління якістю. Якість організації. Настанови щодо досягнення сталого успіху (ISO 9004:2018, IDT). – Чинний від 2020-01-01. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 61 с.

ДСТУ ISO 9000:2015. Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів (ISO 9000:2015, IDT). – Чинний від 2016-07-01. – Київ : Держспоживстандарт України, 2016. – 51 с.

ДСТУ ISO 9001:2015. Системи управління якістю. Вимоги (ISO 9001:2015, IDT). – Чинний від 2016-07-01. – Київ : Держспоживстандарт України, 2016. – 32 с.

ДСТУ ISO 31000:2018. Менеджмент ризиків. Принципи та настанови (ISO 31000:2018, IDT). – Чинний від 2019-01-01. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018. – 33 с.

Маркетинг [Електронний ресурс] // esputnik: сайт. – Режим доступу : <https://esputnik.com/uk/slovnyk-email-marketologa/marketing>.

Данченко, О. Б. Маркетингові дослідження у проектах [Електронний ресурс]: навч. посіб. / О. Б. Данченко, Т. В. Дзюба.– Київ : Університет економіки та права «КРОК», 2021. – 224 с. – Режим доступу : https://er.chdtu.edu.ua/bitstream/ChSTU/2788/1/%D0%9D%D0%B0%D0%B2%D1%87_%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA_%D0%94%D0%B7%D1%8E%D0%B1%D0%B0.pdf

ЗМІСТ

СПИСОК ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ.....	3
ВСТУП	5
Розділ 1 МЕТОДОЛОГІЯ ПОЛІПШЕННЯ ПРОЦЕСІВ «ШІСТЬ СИГМ».....	6
1.1 Основи проекту «Шість сигм» в організації.....	6
1.1.1 Загальні положення.....	6
1.1.2 Зворотний зв'язок зі споживачем.....	7
1.1.3 Облікова модель.....	7
1.1.4 Зрілість процесів організації.....	7
1.1.5 Зв'язок з ISO 9001.....	8
1.2 Вимірювання в методології «Шість сигм».....	9
1.2.1 Мета.....	9
1.2.2 Кількість невідповідностей (дефектів) на мільйон одиниць продукції (DMAIC).....	9
1.2.3 Кількість сигм.....	11
1.2.4 Штучний наскрізний вихід.....	11
1.2.5 Частка повернень.....	12
1.2.6 Кількість скарг споживачів на якість продукції.....	12
1.2.7 Своєчасність постачання.....	12
1.2.8 Витрати на погану якість.....	13
1.3 Функції персоналу.....	13
1.3.1 Загальні положення.....	13
1.3.2 Чемпіон.....	13
1.3.3 Менеджер з упровадження.....	13
1.3.4 Спонсор проекту.....	15
1.3.5 Майстер чорного пояса.....	15
1.3.6 Спеціаліст чорного пояса.....	16
1.3.7 Спеціаліст зеленого пояса.....	17
1.3.8 Спеціаліст жовтого пояса.....	17
1.4 Необхідна мінімальна компетентність.....	17
1.5 Мінімальні вимоги до навчання для виконання проєктів «Шість сигм».....	19
1.5.1 Рекомендоване навчання.....	19
1.5.2 Вимоги до навчання чемпіона та менеджера з упровадження.....	20
1.5.3 Вимоги до навчання проєкту.....	20
1.5.4 Вимоги до навчання майстра чорного пояса.....	21
1.5.5 Вимоги до навчання спеціаліста чорного пояса.....	21
1.5.6 Вимоги до навчання спеціаліста зеленого пояса.....	22
1.5.7 Вимоги до навчання спеціаліста жовтого пояса.....	22
1.6 Навчання.....	22
1.7 Визначення пріоритетності та вибір проєкту «Шість сигм».....	25

1.7.1 Загальні положення.....	25
1.7.2 Визначення пріоритетності проєктів.....	25
1.7.3 Вибір проєкту.....	27
1.8 Методологія DMAIC проєкту «Шість сигм».....	30
1.8.1 Вступ.....	30
1.8.2 Етап визначення.....	31
1.8.3 Етап вимірювання.....	31
1.8.4 Етап аналізу.....	32
1.8.5 Етап поліпшення.....	33
1.8.6 Етап контролю.....	33
1.9 Методологія проєкту «Шість сигм». Типові методи.....	34
1.10 Моніторинг проєкту «Шість сигм».....	37
1.10.1 Загальні положення.....	37
1.10.2 Аналіз проєкту.....	37
1.10.3 Управління проєктом.....	37
1.10.4 Щотижневі наставницькі семінари з майстром чорного пояса.....	38
1.11 Критичні фактори успіху проєкту «Шість сигм».....	38
1.12 Інфраструктура «Шість сигм» в організації.....	39
1.12.1 Загальні відомості.....	39
1.12.2 Велика організація (понад 1000 працівників)	40
1.12.3 Середня організація (від 250 до 1000 співробітників).....	41
1.12.4 Мала організація (менше 250 працівників на вироб- ничому об'єкті).....	42
1.12.5 Організації, що мають декілька виробничих об'єктів.....	42
Розділ 2 КІЛЬКІСНІ МЕТОДИ ПОЛІПШЕННЯ ПРОЦЕСІВ «ШІСТЬ СИГМ»... 43	
2.1 Виконання методології DMAIC.....	43
2.2 Терміни та визначення.....	43
2.3 Цикл DMAIC.....	46
2.3.1 Визначення.....	46
2.3.2 Вимірювання.....	48
2.3.3 Аналіз.....	51
2.3.4 Поліпшення.....	52
2.3.5 Контроль.....	54
Додаток А Контрольні листки.....	57
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	92

Навчальне видання

**Бондаренко Ганна Геннадіївна
Сіроклін Віталій Павлович
Чернобай Ніна Валеріївна**

МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ ТА ПОСЛУГ

Редактор А. Г. Литвин

Зв. план, 2024

Підписано до видання 27.12.2024

Ум. друк. арк. 5,3. Обл.-вид. арк. 5,94. Електронний ресурс

Видавець і виготовлювач

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

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої
продукції сер. ДК № 391 від 30.03.2001