

УДК 658.5:311

## ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ТА ПЕРЕШКОДИ ВПРОВАДЖЕННЯ КОНЦЕПЦІЇ SPC

Сокогутун Ж. В., Кошелєва О. Б., Зубрецька Н. А.

Київський національний університет технологій та дизайну

*Проведено дослідження та аналіз факторів, що здійснюють негативний вплив на впровадження концепції статистичного управління процесами. В результаті аналізу, узагальнення та систематизації розроблено структурну модель, яка описує систему взаємозалежних факторів, та сформульовано рекомендації, що дають можливість відслідкувати ключові причини виникнення проблем впровадження концепції SPC та розробити план заходів щодо їх попередження, корегування та усунення.*

**Ключові слова:** статистичне управління процесами, SPC, контроль виробничих процесів, структурна модель, проблема впровадження SPC

Контроль та управління якістю продукції масового та серійного виробництва здійснюється на основі контролю показників технологічних процесів. Ефективним підходом для забезпечення стабільності та керованості технологічних процесів, оптимізації управлінських рішень є застосування концепції статистичного управління процесами (Statistical Process Control – SPC). SPC – це метод моніторингу виробничого процесу з використанням статистичних інструментів управління якістю. Головна мета SPC – створення умов для прийняття оптимального та ефективного управлінського рішення на основі використання та обробки отриманої та накопиченої інформації про динаміку зміни параметрів виробничих процесів, які залежать від різноманітних внутрішніх та зовнішніх чинників. SPC поширене в промисловості та є однією з основних і обов'язкових методик контролю якості при впровадженні вимог стандарту ISO / TS 16949 в автомобілебудуванні [1-5].

Незважаючи на зростання кількості досліджень у галузі впровадження SPC у процес виробництва, які проводили Ю. П. Адлер, В. Лапідус, Д. П. Лойко, Г. Мінцберг, Дж. Харрінгтон, Д. Уїлер, Д. Чамберс, існує низка невирішених проблем щодо впровадження та застосування концепції статистичного управління процесами в різних сферах виробництва широкого кола промислової продукції широкого цільового призначення. Тому для більш ефективного впровадження концепції SPC в різних галузях необхідно розуміння причин, що перешкоджають цьому процесу на сучасному етапі розвитку національного промислового виробництва.

### ***Постановка завдання***

Наразі, контроль рівня якості продукції залежить від багатьох чинників. Дуже важливим є регулювання параметрів виробничого процесу та виявлення причин, які зумовлюють негативний вплив на нього. Тому, важливим завданням є аналіз та систематизація найбільш впливових факторів, які негативно впливають на впровадження концепції SPC. Це дозволить відслідкувати основні причини їх виникнення та полегшить розробку плану заходів щодо усунення таких негативних факторів, а також зумовить покращення параметрів виробничого процесу. Як результат зросте рівень якості кінцевого продукту виробництва.

*Метою даної роботи є аналіз і систематизація факторів, що зумовлюють негативний вплив на впровадження концепції статистичного управління процесами.*

### ***Результати досліджень***

Як зазначає в одній із своїх праць розробник SPC Уолтер Шухарт: «...існує три підстави за якими статистичний контроль може відігравати важливу роль при прагненні до однорідності виробленої продукції: як концепція статистичного стану, що вказує межу, яку можна досягти під час підвищення рівня однорідності якості; як діяльність або методика для досягнення однорідності; як мислення» [8, 9]. Г. Нив розглядає концепцію наступним чином: «SPC – це не інструмент або метод. Це сформований новий спосіб мислення. Мислення, навчання, інтерпретація, розвиток знання: це все, з чого складається SPC» [10].

Уїлер трактує SPC наступним чином: «Статистичне управління процесами – це не про статистику, не про контроль, не про відповідність технічним умовам. Це, по суті, те, як отримати максимум з ваших процесів. Це про постійне удосконалення процесів та їх результатів. І це, перш за все, спосіб мислення, який має відповідні інструменти» [11]. Таким чином, сьогодні існує два різних погляди на SPC: з одного боку, SPC є застосування статистики на практиці, з іншого SPC розглядається як новий спосіб мислення, спрямований на оптимізацію прийнятих рішень в усіх сферах людської діяльності.

Статистичне управління процесами, як частина статистичного контролю якості (SQC), складається з методів управління та підвищення результативності процесів в часі. Визначення SPS включає в себе три фундаментальних принципи: будь-який результат є послідовністю взаємопов'язаних процесів; всі процеси схильні до змінності; розуміння та зниження змінності – ключ до успіху [12]. Суть статистичного управління процесами – це поняття про те, що перш, ніж втручатися в будь-який

процес, необхідно проаналізувати його за допомогою теорії змінності та визначити, чи є процес статистично стабільним. Адлер Ю. та Шпер В. пропонують розглядати SPS, як спосіб прийняття рішень стосовно втручання або невтручання в процес, що ґрунтується на теорії змінності, тобто, не варто втручатись у процес, якщо він перебуває у стабільному стані, це може призвести лише до погіршення показників, щоб знизити мінливість будь якого процесу, зміни повинні бути простежені саме до їх появи [13].

Для максимально ефективного аналізу, моніторингу та регулювання процесів розроблено велику кількість статистичних методів, що дозволяє зробити їх оптимальний вибір в залежності від конкретних умов та вимог виробництва [14, 15]. Як відомо, концепція SPC передбачає застосування наступних статистичних методів управління якістю:

- «7 інструментів якості» (контрольні карти, контрольні листки, діаграма Паретто, діаграма Ішікави, стратифікація, діаграма розкиду та гістограми);
- спеціальні статистичні методи (теорія вибіркового дослідження, методи проведення сенсорних перевірок, графічні спеціальні методи) та аналітичні спеціальні методи (статистичний аналіз допусків, регресійний аналіз);
- сучасні статистичні методи із застосуванням ЕОМ (багатофакторний аналіз, теорія багатокритеріальної оптимізації, сучасні методи планування експерименту) [16].

Основними нормативними документами, які регулюють застосування статистичних методів в управлінні процесами, є групи стандартів, розроблених технічним комітетом ISO / TC 69 «Застосування статистичних методів».

На даний момент робочою групою (Daimler Chrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation за підтримки американської Спільноти з якості (American Society for Quality – ASQ) та Групи стандартизації в Автомобільній промисловості (Automotive Industry Action Group – AIAG)) розроблено керівництво по застосуванню SPC, яке є введенням до SPC і роз'яснює застосування статистичних методів в процесі виробництва [5].

SPC є однією з основних і обов'язкових до використання концепцій при впровадженні вимог галузевого стандарту ISO / TS 16949 «Системи менеджменту якості. Вимоги до застосування стандарту ISO 9001:2008 для виробництва автомобілів та комплектуючих частин» [1-5], який встановлює вимоги до систем управління якістю

на підприємствах, що займаються проектуванням, виробництвом, ремонтом і обслуговуванням продукції автомобільної промисловості.

Незважаючи на те, що процес розробки та впровадження ISO / TS 16949 засновано на стандарті ISO 9001, його вимоги значно жорсткіші щодо досвіду, знань і навичок персоналу, оскільки окрім вимог концепції SPC в ISO / TS 16949 також застосовні спеціальні керівництва: аналіз видів і наслідків потенційних дефектів (FMEA); аналіз вимірювальних систем (MSA); процеси схвалення виробництва автомобільних компонентів (PPAP); планування якості перспективної продукції і програми управління (APQP & CP); оцінювання систем якості (QSA).

Враховуючи те, що стандарт ISO / TS 16949 базується на вимогах ISO 9001:2008, його необхідно узгодити відповідно до редакції 2015 року та переглянути його щодо нових вимог. Також, під час впровадження цього стандарту на підприємствах можуть виникати наступні перешкоди: відсутність кваліфікованих фахівців, небажання освоювати нові підходи щодо управління, формальний підхід по впровадження стандарту, недостатня мотивація персоналу тощо.

Однак, існує низка факторів, які здійснюють негативний вплив на впровадження концепції статистичного управління процесами взагалі. Одним з ключових є відсутність розуміння вищим керівництвом важливості впровадження концепції SPC, що спричиняє низку недоліків, які взаємопов'язані між собою, та є результатом впливу різних небажаних чинників під час процесу виробництва продукції, що, в свою, чергу впливають на якість кінцевого результату виробництва [17, 18].

Також дестабілізуючим фактором в процесі впровадження та застосування концепції SPC є постійна та непередбачувана плинність кадрів. Такий процес може виникати як результат багатьох передумов. Зокрема це незадоволеність персоналу політикою вищого керівництва та умовами праці на підприємстві, відсутність можливості розвиватись як професіоналу та відсутність кар'єрного росту, нездоровий психологічний клімат на підприємстві, скорочення штату працівників за рахунок злиття (об'єднання) відділів, відсутність фінансування підприємства певного сектору тощо.

Для впровадження концепції SPC необхідно проводити постійний перегляд існуючих та отримання нових знань про статистичні властивості процесів. Потрібно проводити адаптацію наявних методів під зміни і розвиток виробничого процесу та вимог до нього. Для проведення та контролю на виробництві мають працювати

висококваліфіковані фахівці. В умовах виробництва персонал необхідно навчати, як отримувати та аналізувати інформацію про показники параметрів виробничого процесу

Відомо, що практичне впровадження методів SPC вимагає значного часу, адже включає навчання кадрів на всіх рівнях управління підприємством, накопичення досвіду, відпрацювання методів з урахуванням особливостей виробництва [19]. Саме тому, програма навчання фахівців особливостям концепції SPC, має передбачати теоретичну та практичну частини. При цьому, важливо проводити його на конкретних прикладах в умовах діючого виробництва, тим самим підвищуючи кваліфікацію персоналу, та всіляко заохочувати спеціалістів до співпраці на всіх рівнях підприємства. Практична та теоретична складові навчання не повинні мати часових відтермінувань адже в такому разі значно знижується ефективність підготовки фахівців. Крім того, слід додати, що для освоєння статистичних принципів і методів, як вважав Демінг Е., головним є бажання персоналу постійно підвищувати рівень знань про статистичні методи та їх застосування на підприємстві [20].

Як зазначав в одній зі своїх робіт Генрі Мінцберг, витіснення довгострокових задач у зв'язку з заниженням витрат також є одним з негативних чинників, оскільки підприємство націлене на миттєвий результат та швидкий прибуток [19]. Це призводить до збільшення кількості бракованої продукції, що може призвести до втрати такого бажаного прибутку. Тому необхідно спрямувати процес у відповідності до нормативних вимог для досягнення поставленої мети, що дозволить знизити кількість бракованої продукції. Це можна зробити відслідковуючи зміни показників параметрів виробничого процесу на всіх етапах життєвого циклу за допомогою застосування концепції SPC. Проте не слід застосовувати статистичне управління до всіх параметрів, адже це не має сенсу та є економічно необґрунтованим. Концепція SPC має застосовуватись для контролю тільки ключових параметрів процесу, які впливають на якість кінцевого результату виробництва.

Немає сенсу здійснювати управління процесами на основі вимірювальної інформації, яка є недостовірною, оскільки на основі її обробки приймається рішення щодо управління процесами. Спочатку необхідно впевнитись в тому, що вимірювальна система, від якої залежить достовірність вимірювальної інформації, відповідає всім вимогам, поставленим до неї (мінливістю, збіжністю та відтворюваністю і т.д.) [20, 21]. Тому, особливо важливим для впровадження SPC є розуміння методів аналізу вимірювальної

системи (MSA), оскільки невідповідність вимірювальної системи може призвести до невідповідності самого виробничого процесу та його зайвого регулювання.

Сьогодні процес застосування концепції SPC передбачає використання відповідного спеціалізованого програмного забезпечення (ПЗ), що автоматизує процес збору статистичних даних, пришвидшує та автоматизує розрахунки і, як результат, значно економить час. Існує декілька програмних пакетів, що дозволяють відслідковувати та управляти ключовими характеристиками технологічного або виробничого процесів: STATISTICA (StatSoft); QiBox (Quality in Box), автоматизований пакет для проведення SPC аналізу (АСКОН); SPS 2000; WonderwareMES (Manufacturing Execution System) Software та ін. Відповідне ПЗ можна розробити під кожне конкретне виробництво, що дасть змогу врахувати всі його особливості. Проте такі розробки доступні лише для великих корпорацій, адже вимагають значних капіталовкладень.

Концепція SPC націлена на прийняття правильних рішень щодо дій, які безпосередньо пов'язані з виробничими процесами. Процес зазвичай містить велику кількість джерел мінливості, тому його характеристики не можуть бути абсолютно ідентичним – різниця між ними може бути різною: як великою, так і малою. Зазвичай, причини мінливості поділяють на звичайні та особливі. В такому випадку існує ризик відносно надлишкового (прийняття недоречних рішень) або недостатнього (неприйняття необхідних рішень) управління. Це потрібно розглядати як вплив звичайних та особливих причин мінливості процесів [17, 22, 23]. Важливою функцією SPC є подача сигналу, коли на процес здійснюється вплив особливих причин, та запобігання помилкових сигналів у випадку, якщо таких причин немає, це дозволить застосувати коригувальні дії з їх усунення. Таким чином, стабілізувати процес та зробити його статистично керованим – це зробити його більш стійким до впливу негативних чинників, які вливають на нього, а саме це є головним завданням SPC.

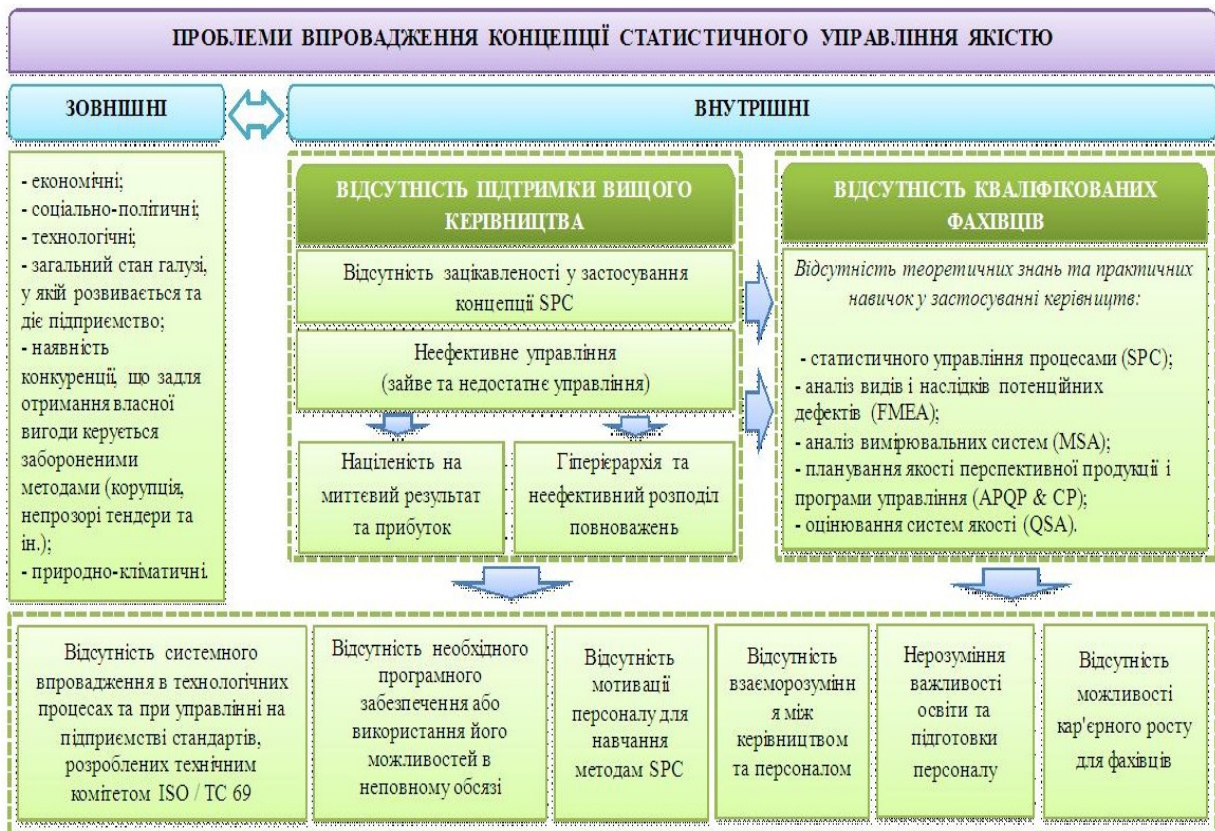
На рисунку зображено модель, яка описує структуру взаємозалежних факторів, що обумовлюють негативний вплив на впровадження концепції SPC та умовно поділяються на дві групи: зовнішні та внутрішні.

До зовнішніх належать наступні: економічні (нестабільність економічної ситуації, криза, стан справ на зовнішньому та внутрішньому ринках); соціально-політичні (вплив державної політики на всі сфери діяльності, суспільний порядок та закономірності); технологічні (постійний розвиток технологій у світі, науково-технічний потенціал, необхідність наявності спеціалістів певного профілю в конкретній галузі); загальний стан галузі, у якій розвивається та діє підприємство; наявність

конкуренції, що задля отримання власної вигоди керується забороненими методами (корупція, непрозорі тендери та ін.); природно-кліматичні (потенціал ресурсів, географічне положення, екологія).

Відсутність підтримки вищого керівництва містить в собі низку таких проблемних питань як відсутність зацікавленості у застосуванні концепції SPC, неефективне управління та неефективний розподіл обов'язків, націленість на швидкий прибуток. Проблемні питання першої групи чинників тягнуть за собою другу групу – відсутність кваліфікованих фахівців, тобто відсутність або невміння застосування теоретичних знань та практичних навичок в умовах діючого виробництва.

Сукупність зовнішніх та внутрішніх факторів, які представлено у вигляді структурної моделі (див. рисунок), спричиняє низку наслідків: відсутність системного впровадження на підприємстві стандартів технічного комітету ISO / TC 69, відсутність необхідного програмного забезпечення або використання його можливостей в неповному обсязі; відсутність мотивації персоналу для навчання методам SPC та взаєморозуміння між керівництвом та персоналом.



*Рисунк. Структура взаємозалежних факторів, що обумовлюють негативний вплив на впровадження концепції SPC*

У результаті узагальнення, систематизації та структуризації факторів сформульовано рекомендації, що дають можливість відслідкувати ключові причини виникнення проблем впровадження концепції SPC та розробити план заходів щодо їх попередження, корегування та усунення, а також обумовить підвищення ефективності контролю та покращення показників виробництва.

1. Дотримання принципу «Лідерство вищого керівництва», що означає перегляд існуючої негативної тенденції відносно важливості застосування методів SPC для контролю ключових параметрів виробництва, організація робочого процесу та ефективний розподіл повноважень між фахівцями.

2. Застосування принципу «відкритої політики», що означає те, що фахівці різних рівнів є надають консультації стосовно прийняття рішення щодо управління процесом або є залученими до процесу вирішення певної проблеми та інформування фахівців на підприємстві про зміни виробничого процесу, вимог до нього.

3. Заохочення та стимулювання досягнень персоналу шляхом виділення додаткових ресурсів. Це можуть бути фінансові ресурси, преміювання, забезпечення технікою, обладнанням та програмним забезпеченням, навчання, стажування, відпочинок, медичне страхування та надання послуг лікарів для працівників за рахунок роботодавця тощо.

4. Навчання та удосконалення теоретичних знань та набуття (удосконалення) практичних навичок в умовах діючого виробництва із урахуванням специфіки його особливостей, що дозволять розвиватись як професіоналу у своїй галузі. Навчання персоналу особливостям програмного забезпечення, що застосовується для моніторингу динаміки показників параметрів виробничого процесу.

5. Удосконалення, розроблення та впровадження нормативної бази (стандартів, методик тощо) для управління виробничими процесами на підприємстві та дотримання вимог законодавчих документів, відносно яких здійснюється державне регулювання та політика у країні.

6. Застосування програмного забезпечення, що дозволить суттєвого полегшити збір, фіксацію, обробку та аналіз інформації про динаміку ключових параметрів виробничого процесу з урахуванням специфіки та особливостей умов виробництва.

7. Сприяння кар'єрному зростанню кваліфікованих фахівців на підприємстві.



### **Висновки**

Таким чином, аналіз факторів, що негативно впливають на впровадження концепції статистичного управління процесами, дозволив виділити дві взаємозалежні групи – зовнішні та внутрішні. Розроблена модель описує структуру взаємозалежних факторів, що обумовлюють негативний вплив на впровадження концепції SPC, дозволяє відслідкувати ключові причини виникнення проблем впровадження концепції SPC, а також контролювати і покращувати параметри виробничого процесу на всіх стадіях життєвого циклу. Рекомендації, які надано на основі розробленої моделі, полегшать розробку плану заходів щодо їх усунення, що дозволить підвищити рівень якості кінцевого продукту виробництва.

### ЛІТЕРАТУРА

1. «Системи менеджменту якості – Особливі вимоги щодо застосування ISO 9001:2008 в автомобільній промисловості та організаціях, що виробляють відповідні запасні частини» ISO / TS 16949 – [Чинний від 15.06.2009]. International Organization for Standardization, 2009. – 39 С.
2. Chrysler Customer-Specific Requirements – ISO/TS16949 [Електронний ресурс] : Режим доступу : <http://www.aiag.org/>
3. Ford Motor Customer-Specific Requirements – ISO/TS16949 [Електронний ресурс] : Режим доступу : <http://www.aiag.org/>
4. GM Customer-Specific Requirements – ISO/TS16949 [Електронний ресурс] : Режим доступу : <http://www.aiag.org/>
5. Статистическое управление процессами (SPC). Ссылочное руководство. Корпорация Крайслер, Форд Мотор компании и Дженерал Моторс корпорейшн: Пер. с англ. – Н. Новгород: ООО СМЦ «Приоритет», 2007. – 224 с.
6. Shewhart W. A. Economic Control of Quality of Manufactured Product. / W. A. Shewhart – Milwaukee, WI: ASQ Quality Press, 1980. – 501 P.
7. Shewhart W. A. Statistical Methods from the Viewpoint of Quality Control. / W. A. Shewhart – N.Y., DOVER PUBLICATIONS, Inc., 1986. – 163 P.
8. Neave H. R. A Study of Statistical Process Control [Електронний ресурс] : Режим доступу: [www.deming.eng.clemson.edu/pub/den/deming\\_neave1.htm](http://www.deming.eng.clemson.edu/pub/den/deming_neave1.htm)

9. Уилер Д. Статистическое управление процессами: Оптимизация бизнеса с использованием контрольных карт Шухарта / Д. Уилер, Д. Чамберс, пер.с англ., – М. : Альпина Бизнес Букс, 2009. – 409 с.
10. Statistical Thinking. / [Britz G., Emerling D., Hare L., Hoerl R., Shade J.] – Special Publication. ASQC Statistics Division, 1996. – 132 P.
11. Адлер Ю. П. На пути к статистическому управлению процессами / Ю. П. Адлер, В. Л. Шпер // Методы менеджмента качества. – 2003. – № 3. – С. 23-28.
12. Статистическое управление технологическим процессом: [методическое пособие]. – М. : НТК «Трек», 2002. – 60 с.
13. Харрингтон Дж. Совершенство управления процессами / Дж. Харрингтон. – СПб., «Стандарты и качество», 2007. – 192 с.
14. Пономарев С. В. Управление качеством продукции. Инструменты и методы менеджмента качества / С. В. Пономарев, С. В. Мищенко, уч. пособие. – М. : 2009. – 248 с.
15. Pałucha K. Czynniki kształtujące element system zarządzania współczesną organizacją / K. Pałucha – Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2008. – 60 s.
16. Rungasamy S. Critical Success Factors for SPC Implementation in UK Small and Medium Enterprises / S. Rungasamy // The TQM Magazine, V. 14. – No. 4, 2002. – P. 217-224.
17. Проблемы применения методов статистического управления процессами на отечественных предприятиях / Ю. П. Адлер [и др.] // Методы менеджмента качества. – 2009. – № 8. – С. 36-40.
18. Лapidус В. А. Всеобщее качество (TQM) в российских компаниях / [В. А. Лapidус] – Н. Новгород: ООО СМЦ «Приоритет», 2008. – 432 с.
19. Минцберг Г. Требуется управленцы, а не выпускники МВА. Жесткий взгляд на мягкую практику управления и систему подготовки менеджеров: Пер. с англ. / [Лapidус В. А.] – М. : ЗАО «Олимп-Бизнес», 2010. – 544 с.
20. Анализ измерительных систем. MSA. Ссылочное руководство. – 3-е изд., испр. Перевод с англ. – Н. Новгород: ООО СМЦ «Приоритет», 2007. – 242 с.
21. Шоттмиллер Дж. Статистическое управление процессами – эволюция и новое столетие / Дж. Шоттмиллер // Методы менеджмента качества, 2004. – № 5. – С. 36-43.

***Практические аспекты и препятствия внедрения концепции SPC***

***Сокоун Ж. В., Кошелева О. Б., Зубрецкая Н. А.***

*Киевский национальный университет технологий и дизайна*

*Проведено исследование и анализ факторов, оказывающих негативное влияние на внедрение концепции статистического управления процессами. В результате анализа, обобщения и систематизации разработана структурная модель, которая описывает систему взаимосвязанных факторов, и сформулированы рекомендации, позволяющие отслеживать ключевые причины возникновения проблем внедрения концепции SPC и разработать план мероприятий по их предупреждению, корректировки и устранения.*

***Ключевые слова:*** статистическое управление процессами, SPC, контроль производственных процессов, структурная модель, проблема внедрения SPC

***Practical aspects and problems for SPC conception implementation***

***Sokotun Z., Koshelieva O., Zubretska N.***

*Kyiv National University of Technologies and Design*

*In the paper present the research and analysis of the negatively impact factors for implementation of the concept of statistical process control. As a result developed a structural model, which describes a system interlinked factors, formulated recommendations allowing monitor the key causes of the SPC concept implementation problems and to develop a plan for their prevention, correction and elimination.*

***Keywords:*** Statistical Process Control, SPC, control of production processes, structural model, the problem of the SPC implementation