

УДК 629.3.017

DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2022.6\(37\).2.99-107](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2022.6(37).2.99-107)

М.Є. Тараненко, проф., д-р техн. наук, **Г.В. Мигаль**, проф., д-р техн. наук,
Н.В. Кобрина, доц., канд. техн. наук, **І.М. Тараненко**, проф., канд. техн. наук
*Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського "Харківський
авіаційний інститут" м. Харків, Україна*

Д. В. Молоштан, канд. техн. наук

*Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського,
м. Кременчук, Україна, e-mail: moloshtandima@gmail.com*

Кваліметрична модель управління якістю технічної підготовки виробництва транспортної техніки

Ця стаття є продовженням досліджень щодо використання методів кваліметрії до управління якістю технічної підготовки до проходження основних етапів життєвого циклу продукції. Використання методів кваліметрії дозволяє більш обґрунтовано обирати варіанти багаточисельних технічних задач при реалізації проектів, які відносяться до транспортної техніки. У статті наведена систематизація властивостей транспортної техніки та показано приклади формоутворення пріоритетних дерев властивостей для різної цільової оптимізації підготовки виробництва. Синтезована математична модель управління якістю технічної підготовки виробництва, що дозволяють за допомогою цільової оптимізації максимізувати комплексний показник якості процесу. Приведено алгоритм використання розробленої моделі.

підготовка виробництва, транспортна техніка, кваліметрія, матмодель процесу, оптимізація, комплексний показник якості

Постановка проблеми. Якість продукції продовжує залишатися основним фактором у конкурентній боротьбі на світових ринках. Чим вище якість конкретної продукції, тим вище вірогідність її просування на сегменті ринку. Якість продукції визначається не тільки якістю виготовлення (виробництва), але і іншими етапами життєвого циклу продукції, включаючи етапи вибору параметрів технічного завдання на її проектування, виготовлення та далі, включаючи етап утилізації.

Вибір параметрів продукції для технічного завдання на її проектування і виготовлення повинен бути строго обґрунтований та враховувати найкращі параметри та характеристики існуючої на ринку продукції відповідного призначення.

Результати технічної підготовки виробництва, що виконуються у відповідності до технічного завдання, повинні відповідати цілям виробництва.

Цілі виробництва сучасної транспортної техніки можуть бути різноманітними:

- мінімальні строки підготовки прототипного (одиночного) виробництва;
- мінімізація енерго-, трудових, матеріальних і фінансових витрат;
- максимізація окремих властивостей техніки – призначення, надійності, ергономічних і економічних властивостей;
- керування експлуатаційними характеристиками й роботами й інших властивостей.

У загальноприйнятій у теперішні час послідовності виконання підготовки виробництва (ПВ) конструкторська та технологічна підготовка проводяться сумісно та продуктом такого суміщення є конструкторсько-технологічні рішення (КТР). На етапі підготовки їх може бути декілька і вони можуть відрізнятися своїми властивостями. Цільова оптимізація властивостей КТР повинна проводитися достатньо об'єктивно з використанням сучасної обчислювальної техніки. Для цього необхідно синтезувати математичні моделі процесів ПВ.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У роботі використовується системний аналіз виробництва та функціонування транспортної техніки та методи кваліметричного аналізу властивостей. Залучено базові відомості про багатовимірні простори.

У роботі [1] показано, що якість сучасних транспортних засобів характеризується більшою кількістю складних і простих властивостей, які в комплексі аналізувати досить складно. Тому в ряді робіт з управління якістю продукції, зокрема [2], пропонується послідовно розглядати групи властивостей і підвластивостей, а їхні кількісні характеристики оцінювати певним показником якості (ПЯ).

Сукупність властивостей і їх підвластивостей являють собою дерево властивостей. Для кількісної оцінки комплексної властивості розроблені певні процедури [2].

Кожна властивість оцінюється її кількісними показниками. До таких показників висуваються вимоги адекватності, тобто якась зміна проявлення властивості тягне за собою зміну показника цієї властивості.

Властивості можуть бути простими та складними. Складні визначаються групою простих властивостей та мають назву групових. У складних за структурою “деревах властивостей” розрізняють властивості першого, другого та наступних рівнів.

Огляд та аналіз світової літератури [3-10] показали, що більшість досліджень присвячена розгляду загальних питань управління якістю конкретних видів продукції або товарів, але не процесів. У значній частині статей з питань якості основна увага приділяється питанням методів створення комплексного показника якості. Яскравим прикладом цього напрямку досліджень є праця [2]. У деяких працях показано перспективи врахування у комплексному показнику якості знову формованих властивостей управління, наприклад, інтелектуальних телепатичних технологій [11].

Постановка завдання. Метою роботи є підвищення обґрунтованості рішень, що приймаються при технічній підготовці виробництва та експлуатації транспортної техніки на основі синтезованої комплексної кількісної (кваліметричної) математичної моделі керування процесами.

У роботі розглянута одна з найбільш складних галузей другої “природи”, що оточує людину – транспортна техніка. Вона включає широкий спектр машин – від найпростіших автомобілів до інопланетних пристроїв, що переміщуються по твердій поверхні, від літаків та ракет до підводних човнів. Вони можуть керуватися як людиною (оператором), так і автоматично з використанням штучного інтелекту. Їх характеризує велика кількість властивостей, що визначають їх якість. Комплексна оцінка основних властивостей транспортної техніки дозволяє досягнути цільової оптимізації процесів керування на усіх етапах життєвого циклу продукції.

Виклад основного матеріалу З огляду на велику кількість різноманітних властивостей транспортної техніки пропонується ранжувати ці властивості за пріоритетами призначення техніки. Наприклад:

– перша низка пріоритетних властивостей може включати наступні групи властивостей: призначення, надійності, безпеки, екологічності та ступінь інтелектуальності керування;

– друга низка варіантів може об’єднувати такі групи властивостей: ергономічні, екологічні, органолептичні, патентно-правові та естетичні;

– третю низку варіантів складають наступні групи властивостей: уніфікації вузлів, деталей, процедур та інші при виробництві та експлуатації, ступінь складності підготовки до експлуатації або використання, ступінь складності при утилізації.

Крім названих варіантів можна припускати інші групування вказаних та нових

властивостей. Об'єднання властивостей у ряди повинно мати переважний або пріоритетний характер для визначеного виду техніки.

Графічне представлення дерев властивостей розглянутих варіантів рядів показано на рис. 1-3.

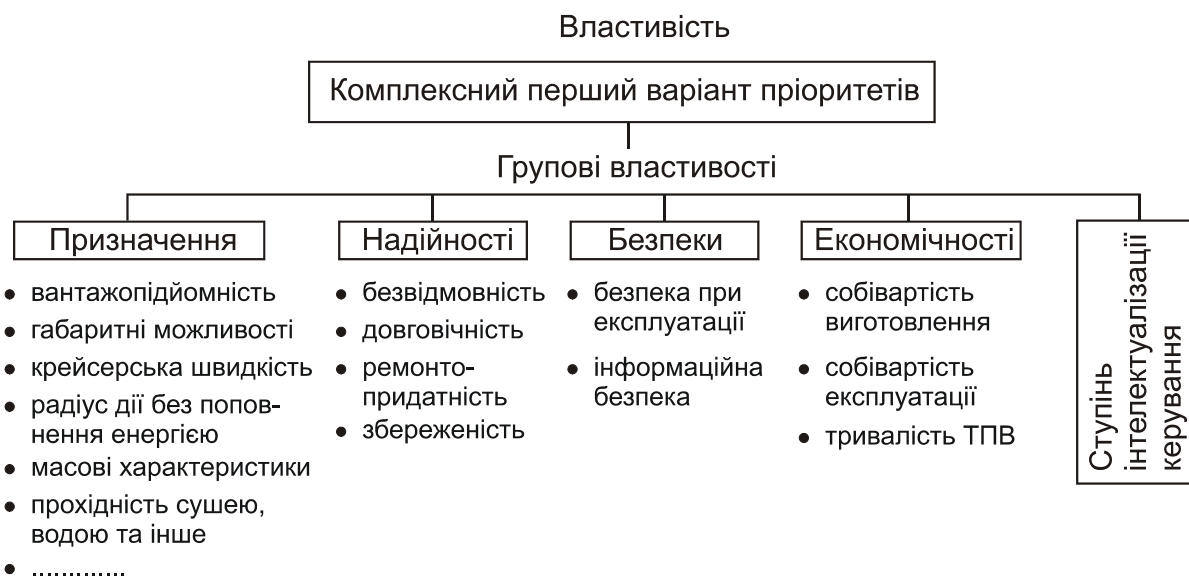


Рисунок 1 – Приклад формування першого варіанту пріоритетних властивостей
Джерело: розроблено автором

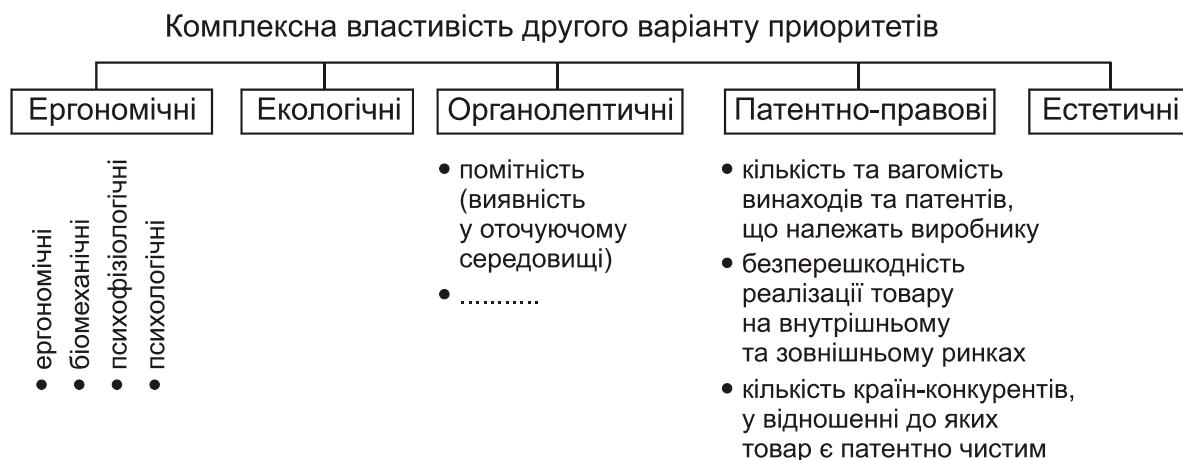


Рисунок 2 – Приклад формування другого варіанту пріоритетних властивостей
Джерело: розроблено автором

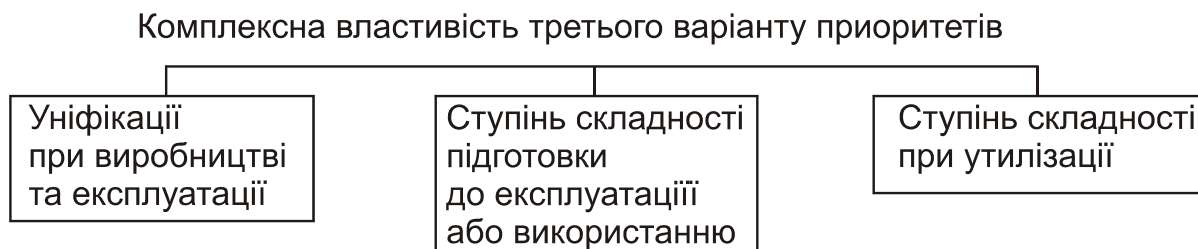


Рисунок 3 – Приклад формування третього варіанту пріоритетних властивостей
Джерело: розроблено автором

Сукупність властивостей призначення включає паспортні та експлуатаційні характеристики, а також питомі витратні показники (енергії, запасних частин та інші) [12].

Група властивостей надійності об'єднує властивості безвідмовності, довговічності, ремонтпридатності та зберігання.

Оцінювати показники властивостей безпечності зручно при окремому розгляданні груп властивостей безпеки при експлуатації та груп властивостей інформаційної безпеки.

Група властивостей економічності включає властивості, що визначаються собівартістю виготовлення та експлуатації, а також тривалістю технічної підготовки етапів життєвого циклу продукції.

У сучасних умовах слід розглядати групу властивостей, що умовно мають назву ступінь інтелектуалізації керування транспортним засобом. У теперішній час розглядаються (випробовуються) багато варіантів інтелектуального керування різних видів транспортних засобів. Їх поглиблений розгляд являє собою окрему задачу.

У другому варіанті (ряді) пріоритетних властивостей (рис. 2) зосереджені властивості, що менш пріоритетні для окремих видів транспортної техніки. Ергономічні властивості [1], що включають антропометричні, біомеханічні, психофізіологічні властивості, можуть бути менш пріоритетними для безпілотних транспортних засобів, які керуються за жорсткою (не адаптивною) програмою.

Екологічні властивості, що визначаються ступенем дії на оточуюче середовище, повинні оцінюватися хімічною, фізичною або механічною (пошкодження рослинного покриву у тундрі), а також акустичною взаємодіями [14-21].

Органолептичні властивості транспортного засобу визначаються як чуттєво сприйняту особливість виробу. Причому це відносить до усіх органів відчуття людини. Взагалі, до їх числа відносяться естетичні властивості. Але у застосуванні до транспортної техніки і, особливо, легковим автомобілям естетичні властивості можна виділити до окремої групи. У застосуванні до автомобілів та будь-якої транспортної техніки військового призначення достатньо важливою є властивість помітності/непомітності (виявності/невиявності) у оточуючому середовищі в усіх діапазонах, що передають інформацію. Причому проявлення цієї властивості для вказаних видів транспортних засобів повинно бути прямо протилежним.

За характером сприйняття особливостей транспортної техніки до групи органолептичних властивостей достатньо близька група естетичних властивостей – ці обидві групи властивостей сприймаються органами почуття людини. Але естетичні властивості багато в чому оцінюються з використанням свідомості людини з його індивідуальними уявленнями про прекрасне. Більш глибоке дослідження показників естетичних властивостей автори залишають за межами цієї роботи.

З точки зору реалізації транспортної техніки на ринках дуже важливі патентно-правові властивості. Показниками цих властивостей пропонується вважати:

- кількість та вагомість винаходів та патентів, що належать виробнику техніки;
- безперешкодність реалізації техніки на внутрішніх та зовнішніх ринках;
- кількість країн-конкурентів, у відношенні до яких товар є патентно чистим.

Таким чином, у цьому варіанті пріоритетів властивостей вони сконцентровані таким чином, щоб характеризувати взаємодію транспортної техніки з оточуючим середовищем, яке розглядається у самому узагальненому плані.

У третьому варіанті пріоритетів можливо розглядати властивості, які більш характерні для етапів виробництва та експлуатації (рис. 3). Це властивості уніфікації вузлів, деталей, технологічних процесів та процедур, що дозволяють скоротити строки

та трудомісткість підготовки та проведення процесів виготовлення, використання техніки та її утилізації.

При формуванні груп властивостей урахувалася вимога теоретичної кваліметрії про небажаність перевищення кількості аналізованих груп більше 5...7 штук.

Таким чином, всю безліч розглянутих властивостей з їх кількісними показниками можна об'єднати до пріоритетних груп, а окремі показники – до комплексного показника.

Відповідно до викладеного в [2] методикою кваліметричного аналізу комплексний показник групи властивостей визначається залежністю

$$K_{\text{компл}} = \varphi(K_i g_i K_{\text{еф}}), \quad (1)$$

де φ – функція згортки, виражена різними номіналами, середніми й іншими видами математичних залежностей;

K_i – одиничний показник якості властивості;

$K_{\text{еф}}$ – коефіцієнт збереження ефективності, що відображає особливості прояву властивостей, часу їхнього прояву й ін.

Одиничний відносний показник якості властивості можна записати у вигляді функції

$$K_i = \frac{Q_i - Q_i^{\text{бр}}}{Q_i^{\text{ет}} - Q_i^{\text{бр}}}, \quad (2)$$

где Q – абсолютний показник якості властивості, що має відповідну розмірність; індекси i , бр та ет відповідають фактичному показнику якості i -ї властивості;

бр – бракувальному значенню показника i -ї властивості;

ет – еталонному (кращому з відомих).

У випадку відсутності значення $Q_i^{\text{бр}}$ можна приймати

$$K_i = Q_i / Q_i^{\text{ет}}. \quad (3)$$

Фізичний зміст цієї формули полягає в тому, що проявляється ступінь досконалості (якості) розглянутої властивості. Це відношення конкретних значень кількісних параметрів, що визначають розглянуті властивості (фактичні й еталонні).

Пропонується трансформувати залежність (1) у наступний вигляд

$$K_{\text{компл}} = \varphi(g_1 K_1 t_1^{-1} + g_2 K_2 t_2^{-1} + \dots + g_n K_n t_n^{-1}), \quad (4)$$

де g – коефіцієнт вагомості властивості, $\sum g_i = 0 \dots 1, 0$;

K – показник якості відповідної властивості;

t – час досягнення заданого значення K для кожної з властивостей при підготовці виробництва.

Обов'язковою умовою при підготовці нового виробництва повинне бути виконання нерівності

$$K_{\text{компл}}^{\text{нов}} > K_{\text{компл}}^{\text{пред}}. \quad (5)$$

Тобто нове виробництво повинне мати комплексну якість, що перевищує якість попереднього виробництва.

Включення параметра часу в залежність (5) можна пояснити в такий спосіб. Досить представити тривимірний простір властивостей певної техніки (рис. 4). Багатомірний простір властивостей для 1-го ряду пріоритетів буде 5-мірним.

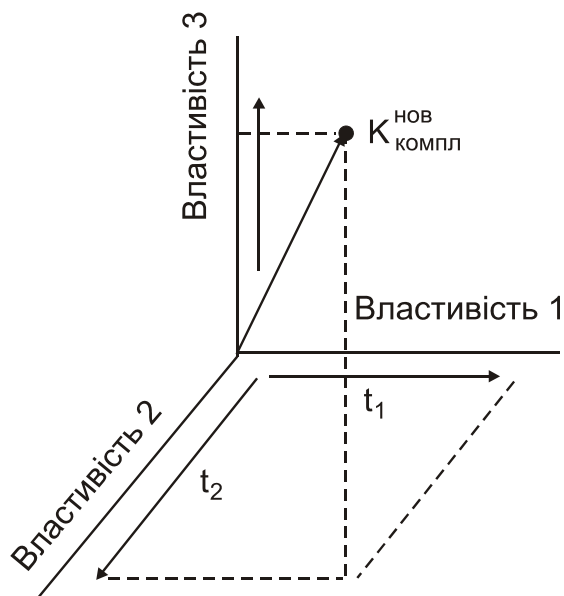


Рисунок 4 – Схематичне подання в тривимірному просторі комплексного показника
Джерело: розроблено автором

Метою нового виробництва є досягнення нового, підвищеного значення $K_{\text{КОМПЛ}}^{\text{НОВ}}$ (на рис. 4 позначено жирною точкою).

Для цього потрібно поліпшувати властивості 1, 2, 3. Але це поліпшення досягається нерівномірно по властивостях, а за різні проміжки часу t_1, t_2, t_3 . Але час є абсолютним й тільки по витіканню максимального (відповідної властивості) значення показника властивості можна досягти значення, що визначає ПЯ. Виходячи з геометричних міркувань про те, що максимальна довжина діагоналі в куба, можна вносити (використати) раціональні технічні рішення для досягнення якості.

Алгоритм керуванням якістю технічною підготовкою виробництва з використанням залежності (4) полягає в наступному.

Виходячи із загальних основних технічних вимог, що висуваються до запланованої продукції й цілей її виробництва вибирається ряд пріоритетних властивостей. Це можуть бути 1, 2 або наступні ряди. Вибір здійснюється на основі експертних висновків. При цьому варто оцінити значення комплексного ПЯ відомих моделей подібного призначення й, бажано, рівень підвищення комплексного показника якості нової продукції. Шляхом послідовного перебору варіантів значень параметрів g_i та t_i , які попередньо призначаються з досвіду, розраховують набір значень K_i . За залежністю (3) розраховується кількісне значення розмірного показника $Q_i^{\text{НОВ}}$. Далі в результаті конструктивно-технологічного пророблення виявляється ряд КТР, що забезпечують одержання розрахункового значення показника $Q_i^{\text{НОВ}}$.

На наступному етапі за залежністю (4) порівнюються ПЯ відібраних КТР та з цих варіантів обирається найкращий.

У випадку одержання незадовільних варіантів КТР розрахунок повторюється з новим набором значень g_i та t_i до одержання задовільного результату.

Як правило, практична реалізація відібраного КТР можлива декількома технологічними процесами. Наприклад, деталі з композитних матеріалів можна одержувати викладенням, намотуванням, напилюванням і т.д. Металеві деталі обробляються різанням, фрезеруванням або методами електроерозійної обробки й т.п.

У цьому випадку вибір раціональних технологічних процесів проводиться з використанням залежності (4), але на рівні технологічних параметрів, набір яких визначається цільовою оптимізацією.

Такий складний алгоритм для своєї реалізації вимагає використання відповідної обчислювальної техніки й баз даних.

Повторимо, реалізація запропонованої моделі керування й високий ступінь її адекватності залежать от вибору кількісних відзначених ПЯ відповідних властивостей, які мають фізичний, геометричний або інший матеріальний зміст.

Наприклад, ступінь інтелектуалізації керування можна оцінювати відносною кількістю автоматизованих функцій керування й глибиною інтелектуалізації, які у свою чергу оцінюються характеристиками блоку керування бортового комп'ютера (обсяг пам'яті, швидкість операцій та інше).

У якості другого прикладу можна привести оцінку властивості помітності (виявності) об'єкта у оточуючому середовищі. Цю властивість можна оцінювати рівнем параметра сигналу, що виділяється у оточуюче середовище. У цьому випадку базовим параметром є "поріг чутності" сигналу відповідної частоти та природи.

Показниками безпеки є відомі характеристики вірогідності порушення безпеки відповідної природи.

Висновки.

1. Розроблено математичну модель управління якістю технічної підготовки виробництва та експлуатації транспортної техніки.

2. Вхідним параметрами моделі є показники відповідних властивостей. Керованими параметрами моделі є відповідні коефіцієнти вагомості властивостей процесів.

3. Вихідним параметром є комплексний показник якості комплексної властивості, який повинен наближуватися до максимального значення.

4. Алгоритм функціонування моделі передбачає можливість її використання при виборі пріоритетних для цільової оптимізації властивостей, конструктивно-технологічних рішень та виробничих технологічних процесів на усіх етапах.

5. Приведено загальну систематизацію властивостей транспортної техніки, найбільш пріоритетних для різних її видів, включаючи наземну, повітряну та водну.

Список літератури

1. Тараненко М. Є., Мигаль Г. В., Кобріна Н. В., Маковецький А. В. Проблема комплексного забезпечення якості та безпеки функціонування транспортних засобів. *Автомобіль і електроніка. Сучасні технології*. 2022. Вип. 21. С. 6-21, DOI: 10.30977/VEIT.2021.21.0.
2. Азгольдов, Г. Г. Теория и практика оценки качества товаров (основы квалиметрии) . Г. Г. Азгольдов. М. : Экономика, 1982. 256 с.
3. Siva, Vanajah; Gremyr, Ida; Bergquist, Bjarne; Garvare, Rickard; Zobel, Thomas; Isaksson, Raine (2016-12-01). The support of Quality Management to sustainable development: a literature review. *Journal of Cleaner Production*. 138: 148–157. doi:10.1016/j.jclepro.2016.01.020.
4. Craig M. Becker, Mary A. Glascoff. (2014). Process measures: a leadership tool for management. *The TQM Journal*. Vol. 26, Issue: 1. Pp. 50-62, <https://doi.org/10.1108/TQM-02-2013-0018>.
5. Warzecha, B. The Problem with Quality Management: Process orientation, controllability and zero-defect processes as modern myths (Philosophy in Practice), 2017, ISBN 9783981863833; e-book ISBN 9783981863826.
6. Smeds, M. (2022). Deming's tampering revisited: definition and future research agenda. *International Journal of Quality and Service Sciences*. Vol. 14 No. 5. Pp. 37-51. <https://doi.org/10.1108/IJQSS-03-2021-0041>.
7. Carnerud, D. (2018). 25 Years of quality management research-outlines and trend. *International Journal of Quality and Reliability Management*. Vol. 35. No. 1. Pp. 208-231.
8. Ojasalo, J. (2019). Short-term and long-term quality of service. *International Journal of Quality and*

- Service Sciences*, Vol. 11 No. 4, pp. 620-638.
9. Siva, V., Gremyr, I., Bergquist, B., Garvare, R., Zobel, T. and Isaksson, R. (2016). The support of quality management to sustainable development: a literature review. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 138. Pp.148-157.
 10. Wawak, S., Rogala, P. and Dahlgaard-Park, S.M. (2020). Research trends in quality management in years 2000-2019. *International Journal of Quality and Service Sciences*. Vol. 12. No. 4. Pp. 417-433.
 11. Panchenko, S., Lavrukhin, O. (2017). Creating a qualimetric criterion for the generalized level of vehicle. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 1 (3 (85)). 39–45. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.92203>.
 12. Симоненко, Р. В. Підвищення ефективності експлуатації комплексних транспортних засобів на основі інтелектуальних телепатичних технологій: автореф. дис. ... док. техн. наук: 05.22.20 . НТУ. Київ, 2021. 44 с.
 13. Бурдаков, В. Д. Квалиметрия транспортных средств. Методика оценки эффективности использования. М.: Изд-во стандартов, 1990. 166 с.
 14. Транспортна екологія: навчальний посібник / О. І. Запорожець та ін.; за заг. ред. С. В. Бойченка. К.: НАУ, 2017. 507 с.
 15. Кабанов О.М. Екологія автомобільного транспорту: конспект лекцій. Хар-ків: Видавництво ХНАДУ, 2011. 142 с.
 16. Chapman, L. (2007). Transport and climate change: a review. *Journal of Transport Geography*. 15(5). Pp. 354-367.
 17. Le Vine, S. and M. Lee-Gosselin, (2017). Transportation and Environmental Impacts and Policy. in S. Hanson and G. Giuliano (Eds). *The Geography of Urban Transportation, 4th Edition*. New York: The Guilford Press. Pp. 273-301.
 18. OECD. (2014). *The Cost of Air Pollution: Health Impacts of Road Transport*, Paris: OECD Publishing.
 19. Ryley, T.J. and Chapman L. (2013). Transport, Climate Change and the Environment. in J-P Rodrigue, T. Notteboom and J. Shaw (Eds). *The Sage Handbook of Transport Studies*, London: Sage.
 20. Transport and Environment. May 2014. DOI: 10.13140/2.1.4793.9528
 21. Conference: Conferinței internaționale . Challenges of doing business in the global economy” Ediția a II-a - CBGE, București, ROMÂNIA. URL: http://www.orizonturi.ucdc.ro/arhiva/2014_khe_6_pdf3/000.In%20fata.pdf (дата звернення: 04.12.2022)

References

1. Taranenko M. E., Myhal G. V., Kobrina N. V., Makovetskyi A. V. The problem of comprehensive quality assurance and safety of the functioning of vehicles. Car and electronics. Modern technology. 2022. Issue 21. P. 6-21, DOI: 10.30977/VEIT.2021.21.0. [in Ukrainian].
2. Azgoldov, H. G. Theory and practice of quality assessment of goods (fundamentals of quality measurement). H. G. Azgoldov. M.: Ekonomika, 1982. 256 p. [in Ukrainian].
3. Siva, Vanajah; Gremyr, Ida; Bergquist, Bjarne; Garvare, Rickard; Zobel, Thomas; Isaksson, Raine (2016). The support of Quality Management to sustainable development: a literature review. *Journal of Cleaner Production*. 138. 148–157. doi:10.1016/j.jclepro.2016.01.020. [in English].
4. Craig M. Becker & Mary A. Glascoff. (2014). Process measures: a leadership tool for management. *The TQM Journal*. Vol. 26, Issue: 1. Pp. 50-62, <https://doi.org/10.1108/TQM-02-2013-0018> [in English].
5. Warzecha, B. (2017). *The Problem with Quality Management: Process orientation, controllability and zero-defect processes as modern myths (Philosophy in Practice)*, ISBN 9783981863833; e-book ISBN 9783981863826 [in English].
6. Smeds, M. (2022). Deming's tampering revisited: definition and future research agenda. *International Journal of Quality and Service Sciences*. Vol. 14 No. 5. pp. 37-51. <https://doi.org/10.1108/IJQSS-03-2021-0041> [in English].
7. Carnerud, D. (2018). 25 Years of quality management research - outlines and trends. *International Journal of Quality and Reliability Management*. Vol. 35. No. 1. pp. 208-231 [in English].
8. Ojasalo, J. (2019). Short-term and long-term quality of service. *International Journal of Quality and Service Sciences*, Vol. 11 No. 4, pp. 620-638 [in English].
9. Siva, V., Gremyr, I., Bergquist, B., Garvare, R., Zobel, T. & Isaksson, R. (2016). The support of quality management to sustainable development: a literature review. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 138. Pp. 148-157 [in English].
10. Wawak, S., Rogala, P. & Dahlgaard-Park, S.M. (2020). Research trends in quality management in years 2000-2019. *International Journal of Quality and Service Sciences*. Vol. 12. No. 4. pp. 417-433 [in English].

11. Panchenko, S. & Lavrukhin, O. (2017). Creating a qualitative criterion for the generalized level of vehicles. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 1 (3 (85)). 39–45. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.92203> [in English].
12. Symonenko, R. V. (2021). Pidvyschennia efektyvnosti ekspluatatsii kompleksnykh transportnykh zasobiv na osnovi intelektual'nykh telepatychnykh tekhnolohij [Increasing the efficiency of operation of complex vehicles on the basis of intelligent telepathic technologies]. *Extended abstract of doctor's thesis*, NTU. Kyiv [in Ukrainian]
13. Burdakov, V.D. (1990). *Kvalimetrija transportnyh sredstv. Metodika ocenki jeffektivnosti ispol'zovanija* [Quality of vehicles. Methodology for evaluating the efficiency of use]. Moscow: Standard Publishing House [in Russian].
14. Zaporozhets, O.I. (2017). Transportna ekolohiia: navchal'nyj posibnyk [Transport ecology: a study guide]. S.V. Boychenko (Ed.). Kyiv: NAU [in Ukrainian]
15. Kabanov O.M. Ecology of road transport: a summary of lectures. Kharkiv: Khnadu Publishing House, 2011. 142 p. [in Ukrainian]
16. Chapman, L. (2007). Transport and climate change: a review. *Journal of Transport Geography*. 15(5). pp. 354-367 [in English].
17. Le Vine, S. & M. Lee-Gosselin, (2017). Transportation and Environmental Impacts and Policy. in S. Hanson and G. Giuliano (Eds). *The Geography of Urban Transportation*, 4th Edition. New York: The Guilford Press. pp. 273-301.
18. OECD. (2014). *The Cost of Air Pollution: Health Impacts of Road Transport*, Paris: OECD Publishing [in English].
19. Ryley, T.J. & Chapman L. (2013). Transport, Climate Change and the Environment. in J-P Rodrigue, T. Notteboom and J. Shaw (Eds). *The Sage Handbook of Transport Studies*, London: Sage [in English].
20. Transport and Environment. May 2014. DOI: 10.13140/2.1.4793.9528 [in English].
21. Conference: Conferinței internaționale. Challenges of doing business in the global economy” Ediția a II-a - CBGE, București, ROMÂNIA. At: http://www.orizonturi.ucdc.ro/arhiva/2014_khe_6_pdf3/000.In%20fata.pdf [in Romanian].

Mykhailo Taranenko, Prof., DSc., **Galyna Mygal**, Prof., DSc., **Natalia Kobrina**, Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Igor Taranenko**, Prof., PhD tech. sci.

National Aerospace University named after M.E. Zhukovsky "Kharkiv Aviation Institute" Kharkiv, Ukraine

Dmytro Moloshtan, PhD tech. sci.

Kremenchuk National University named after Mykhailo Ostrogradskyi, Kremenchuk, Ukraine

Qualimetric Model Management of the Quality of Technical Training of the Manufacturing of Transport Equipment

This article is a continuation of research on the use of qualimetric methods to manage the quality of technical preparation for passing the main stages of the product life cycle.

Product quality continues to be the main factor in competition on world markets. The higher the quality of a specific product, the higher the probability of its advancement in the market segment. The quality of products is determined not only by the quality of manufacturing (production), but also by other stages of the life cycle of products, including the stages of selecting parameters of the technical task for its design, manufacturing and further, including the stage of disposal. The choice of product parameters for the technical task for its design and manufacture must be strictly justified and take into account the best parameters and characteristics of products of the appropriate purpose existing on the market. The use of qualitative methods makes it possible to more reasonably choose options for numerous technical problems during the implementation of projects related to transport equipment. The results of the technical preparation of the production, performed in accordance with the technical task, must correspond to the goals of the production. The article provides a systematization of the properties of transport equipment and shows examples of the formation of priority trees of properties for various target optimization of production preparation.

A synthesized mathematical model of quality management of technical preparation of production, which allows to maximize the complex indicator of process quality with the help of target optimization. The algorithm for using the developed model is presented, it provides the possibility of its use when choosing properties prioritized for target optimization, structural and technological solutions and production technological processes at all stages.

production preparation, transport equipment, quality metrics, process math model, optimization, comprehensive quality indicator

Одержано (Received) 08.12.2022

Прорецензовано (Reviewed) 20.12.2022

Прийнято до друку (Approved) 29.12.2022