

Олександр Лактіонов

ІНДЕКСНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПІДГОТОВКИ ОПЕРАТОРА ВЕРСТАТА З ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ КЕРУВАННЯМ (ЧПК)

Актуальність теми дослідження. Проблема підвищення якості підготовки оператора верстата як показник її ефективності є актуальною для підвищення продуктивності та якості виробництва деталей на верстатах із ЧПК у цехах машинобудівних підприємств України.

Постановка проблеми. Сучасні дослідження не передбачають об'єднання нормованих оцінок і оцінок експертів у інтегровані показники, що ускладнює оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вихідними складовими поняття «якість» підготовки оператора верстата з ЧПК є сформовані характеристики особистості оператора верстата з ЧПК (1) та нормовані оцінки до його підготовки, згідно з вимогами відомчого стандарту (2).

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Використання нормованих оцінок, оцінок експертів, урахування складових технічної, інформаційної підсистем забезпечує існування стійкого зв'язку між ними.

Постановка завдання. Запропонувати формулу індексу оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК та формулу індексу якості виготовлення деталі.

Виклад основного матеріалу. Установлено залежність між зростанням якості підготовки оператора та якістю виготовлення деталі на верстаті з ЧПК.

Висновки відповідно до статті. Ефективність зростання якості підготовки оператора верстата з ЧПК виражається на основі сформованих характеристик професійної компетентності оператора та порівняльного аналізу даних 2-го і 1-го діагностичних зрізів із використанням комплексу методів математичної статистики.

Ключові слова: індекс оцінювання якості підготовки оператора; індекс якості виготовлення деталі на верстаті з ЧПК; відкрита змішана система; оцінки експертів; нормовані оцінки; ефективність.

Табл.: 3. Рис.: 4. Бібл.: 14.

Актуальність теми дослідження. Оцінювання якості підготовки оператора верстата з числовим програмним керуванням (далі ЧПК) як елемента системи «Оператор – Верстат – Керуюча програма виготовлення деталі» (далі ОВКП) та об'єкта інформаційної технології, яка забезпечує її функціонування, розглядається як взаємодія оцінок експертів, які оцінюють продукти його діяльності та нормованих оцінок, окремо для кожного рівня складності виготовлення деталі на верстаті з ЧПК, що формуються на основі змісту відомчого стандарту.

Поняття «якість підготовки фахівця» характеризує зміст сформованих характеристик особистості фахівця у взаємодії з обумовлюючими їх зовнішніми об'єктивними факторами. Тому вихідними складовими поняття «якість» підготовки оператора верстата з ЧПК повинні бути два її головні компоненти – сформовані характеристики особистості оператора верстата з ЧПК (1) та нормовані оцінки його підготовки, згідно з вимогами відомчого стандарту (2). Отже, зростання якості підготовки оператора верстата як показник її ефективності є актуальною проблемою для підвищення продуктивності та якості виробництва деталей на верстатах із ЧПК у цехах машинобудівних підприємств України.

Постановка проблеми. Сьогодні в Україні недостатньо уваги приділяється оцінюванню якості підготовки оператора верстата з ЧПК, який є елементом відкритої змішаної системи ОВКП. Особливістю інформаційної технології підтримки оцінювання якості підготовки операторів верстатів із ЧПК, як елемента соціальної, технічної й інформаційної підсистем відкритої змішаної системи ОВКП, де спостерігається наявність тільки одного оператора, який протягом робочого дня обслуговує один і більше верстатів із ЧПК, маніпуляторів, в тому, що вона забезпечує якість виготовлення деталей з використанням керуючих програм.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблему оцінювання якості підготовки фахівців вивчали науковці: І. В. Кирюшин [1], В. Г. Чернов, М. А. Павленко, А. І. Тимочко та ін. [2], Г. І. Пазинич [3] тощо. У відомих дослідженнях домінує алгоритм, де якість підготовки фахівця характеризується прямими й оберненими зв'язками фактично отриманих продуктів діяльності при порівнянні з рівнем вимог, які повинен виконувати оператор верстата з ЧПК під час виготовлення деталі за кресленням (технічним завдан-

ням, інструкціями) Замовника. Розглянемо більш детально проблему оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК.

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Поняття «оцінювання якості підготовки фахівця» характеризує зміст сформованих характеристик особистості фахівця у взаємодії з обумовлюючими їх зовнішніми об'єктивними факторами. Оцінювання якості підготовки фахівців досліджували: Т. М. Канівець [4], О. А. Стенін, О. М. Польшакова, Д. А. Гуменний [5] та інші, які виділяють головні компоненти процесу оцінювання якості підготовки фахівця: мета оцінювання, зміст продуктів діяльності особистості, контроль, вимоги відомчого стандарту, зміст формуючих впливів. У всіх дослідженнях науковців елементом соціальної підсистеми відкритої змішаної системи розглядається фахівець із відповідно сформованими характеристиками особистості, який вступає у взаємодію із технічними, інформаційними елементами підсистеми відкритої системи. Проте недостатньо дослідженою є проблема залежності оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК та якості виготовлення деталі на верстаті, який він обслуговує.

Постановка завдання. Мета дослідження – визначення ефективності оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК.

Завдання дослідження:

1. Розробити алгоритм і формулу індексу оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК.

2. Розробити математичну модель індексу якості виготовлення деталі на верстаті з ЧПК.

3. Сформувані базову експериментальну вибірку систем ОВКП, яка відповідає моделі Генеральної сукупності відкритих змішаних систем машинобудівних заводів м. Карлівка, м. Полтави та м. Харкова, для дослідження інформаційної технології підтримки оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК.

4. Експериментально перевірити залежність зростання рівня оцінювання якості підготовки оператора верстата із ЧПК та якості виготовлення деталі на верстаті з ЧПК.

Виклад основного матеріалу. Г. І. Пазинич у статті «Деякі особливості контролю якості підготовки судоводіїв у сучасних умовах» тлумачить визначення поняття: *«Якість підготовки визначається за фактичним знанням фахівцем складної судової техніки в потрібному для свого рівня обсязі, вмінню вирішувати різноманітні напруження всіх зусиль у динамічно змінюваних умовах, вміти отримувати й аналізувати різноманітну інформацію від різних технічних засобів, застосовувати на практиці різні за своєю природою методи забезпечення безпеки мореплавання»* [3, с. 48]. Контроль – це оцінювання та облік даних у процесі управління. У цьому визначенні поняття якості підготовки фахівця визначається при співставленні фактичних досягнень та необхідних результатів виконанням нормованих завдань, заданих відомчими стандартами, рівень яких у процесі праці задається технологією та вимогами Замовника.

Т. М. Канівець зазначає, що оцінка якості підготовки конкурентоспроможного спеціаліста – *«це процедура, яка виявляє за допомогою методик компетентність студента, дозволяє визначити критерії та параметри індивідуальних професійних якостей, характеристик, відповідних потребам ринку освітніх послуг і ринку праці»* [4, с. 15]. Головне у визначенні оцінки якості підготовки фахівця – це взаємодія сформованих якостей особистості (суб'єктивні фактори) з обумовлюючими їх формування об'єктивними факторами.

О. А. Степін, О. М. Польшакова, Д. А. Гуменний та ін. у статті «Оцінювання діяльності екіпажів літальних апаратів при їх підготовці на тренажерних системах» пропонують *«...отримати в реальному масштабі часу або оцінки екіпажу загалом за режимами і навчальним завданням за наявності оцінок окремих членів екіпажу...»* [5, с. 181]. Тренажер дає змогу в процесі навчально-практичної діяльності оператора формувати необхідні стандартизовані характеристики особистості фахівця і здійснювати оцінювання якості його підготовки в порівнянні з вимогами відомчих стандартів під час виконання завдань.

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

По-перше, виділені дослідниками показники діагностики якості підготовки особистості дозволяють використовувати методи оцінювання професійної компетентності фахівця.

По-друге, методи оцінювання якості підготовки особистості (фахівця) з використанням методів діагностики продуктів його діяльності необхідно узгоджувати з методами нормування оцінок, згідно з вимогами відомчого стандарту: цю залежність ми представляємо у вигляді схеми (рис. 1).

<i>Методи експертних оцінок</i> – продукти діяльності особистості фахівця, що характеризують сформовані якості особистості	Прямі й обернені зв'язки	<i>Методи нормування оцінок</i> відповідного рівня вимог до оцінювання підготовки фахівця
--	--------------------------	---

Рис. 1. Схема оцінювання якості підготовки фахівця

Вказані компоненти змісту поняття «якості підготовки фахівця» (рис. 1) ми використовуємо для моделювання алгоритму об'єднання оцінок якості підготовки оператора верстата з ЧПК як елемента системи ОВКП та об'єкта інформаційної технології, що забезпечує її функціонування.

Оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК як елемента системи ОВКП. Елемент, за визначенням К. А. Маці, – це «найменша, неділима частина системи» [6, с. 36]. Відкрита змішана система ОВКП має три підсистеми: 1) соціальну – елементом якої є оператор верстата з ЧПК; 2) технічну – елементом якої є відповідний тип верстата з ЧПК та 3) інформаційну – елементом якої є рівень складності керуючої програми яка використовується для виготовлення деталі. У нашому дослідженні, взаємодія оператора верстата з ЧПК, як елемента соціальної підсистеми, з елементами технічної та інформаційної підсистем системи ОВКП спрямована на підвищення якості виготовлення деталі на верстаті з ЧПК відповідно до завдань Замовника.

В. Г. Чернов, М. А. Павленко, А. І. Тимочко та ін. у статті «Метод формування набору індивідуальних тестових завдань для оцінки рівня підготовки оператора АСУ у процесі тренажної підготовки» пропонують: «На підставі порівняння поточного рівня підготовки оператора з виконання різного виду завдань із заданим, система планує подальший хід тренування. Якщо поточний рівень підготовки не нижче заданого – відбувається перехід до наступного етапу тренування...» [2, с. 79]. Цінність запропонованого підходу в тому, що в процесі оцінювання якості підготовки оператора виділяється фактичний рівень оцінки його підготовки, який формуючими методами піднімається у сторону досягнення установлених рівнів нормованих оцінок, згідно з вимогами відомчого стандарту.

Таким чином, алгоритм якості підготовки фахівця як елемента відкритої системи передбачає визначення тісноти взаємозв'язків між експертними оцінками результатів продуктів діяльності фахівця та нормованими оцінками щодо вимог до підготовки фахівця, які відповідають змісту відомчого стандарту.

Оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК як об'єкта інформаційної технології. Оператор верстата з ЧПК – це матеріальний носій інформаційної технології, яка забезпечує функціонування системи ОВКП, а у процесі праці виступає об'єктом інформаційної технології, яка персоніфіковано належить до цієї системи.

О. В. Григораш [7], С. М. Тиц [8] та ін. у своїх дослідженнях виділяють три підходи до визначення якості підготовки оператора як об'єкта інформаційної технології. Перший підхід оцінювання якості підготовки оператора як об'єкта інформаційної технології залежить від кількості використаних ним кодів у виділений проміжок часу для виконання завдання, які є текстом комп'ютерної програми.

Другий підхід – оцінювання якості підготовки оператора як об'єкта інформаційної технології проявляється на основі залежності якості обробки оператором вихідної емпіричної інформації (оцінок) у порівнянні її з еталоном.

Третій підхід оцінювання якості підготовки оператора як об'єкта інформаційної технології – оцінювання досягнутого рівня його підготовки за допомогою автоматизованої

системи, де фіксується рівень, зміна рівнів, тіснота зв'язків між множинами оцінок та зміст організований вплив методів формування особистості фахівця.

О. В. Григораш у статті «Комплексний підхід до вирішення проблеми покращення якості підготовки студентів» пропонує алгоритм розрахунку інтегрованого показника якості підготовки студентів, який складається з трьох змістовних параметрів особистості: «Кількість знань студента визначається за формулою: $KЗ = СБ + О_{ВКР} / 2 + П_{4,5} / 10$, де $СБ$ – середній бал навчання; $О_{ВКР}$ – оцінка випускної кваліфікаційної роботи; $П_{4,5}$ – відсоток хороших і відмінних оцінок» [7, с. 14]. Запропонована формула отримання інтегрованої оцінки якості підготовки фахівця використовує експертні оцінки продуктів діяльності оператора, які порівнюються з оцінками відомчого стандарту (у кожній навчальній програмі з предмета вказано, що повинен знати, уміти учень).

Таким чином, оцінювання якості підготовки фахівця як елемента відкритої системи, який проявляється як суб'єкт діяльності та об'єкт інформаційної технології, має єдиний алгоритм – взаємодія оцінок продуктів соціально-практичної діяльності фахівця (оцінки експертів) та нормованих оцінок згідно з вимогами відомчих стандартів щодо якості підготовки фахівця.

Особливістю дослідження оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК є об'єднання множин двох груп оцінок, які отримуються з використанням єдиного списку індикаторів, множин експертних оцінок продуктів діяльності та множин нормованих оцінок згідно з вимогами відомчого стандарту до підготовки оператора верстата з ЧПК.

У базу даних вводяться нормовані оцінки чотирьох рівнів складності виготовлення деталі на верстаті з ЧПК: 1) «Вал»; 2) «Важіль»; 3) «Корпус»; 4) «Коробка швидкостей», що дозволяє визначити якість підготовки оператора верстата з ЧПК залежно від складності виконуваного оператором верстата з ЧПК завдання: 1 – «Н (Верстати нормальної точності)»; 2 – «П (Верстати підвищеної точності)»; 3 – В (Верстати високої точності)»; 4 – «А (Верстати особливо високої точності)», «С (Особливо точні верстати)» [9, с. 114].

Зважаючи на дослідження проблем оцінювання якості підготовки фахівців у різних галузях, ми сформуваємо схему оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК як елемента системи ОВКП та об'єкта інформаційної технології, яка забезпечує її функціонування (рис. 2):

<p><u>Експертні оцінки</u> продуктів діяльності оператора верстата з ЧПК, які проявляються у взаємозв'язках з елементами технічної та інформаційної підсистем системи ОВКП</p>	<p><u>Оцінювання тісноти взаємозв'язків</u> експертних оцінок фактичної підготовки оператора та нормованих оцінок щодо необхідного рівня його підготовленості</p>	<p><u>Нормовані оцінки</u> – вимоги до рівня підготовки оператора верстата з ЧПК окремо для 1–4-го рівнів складності виготовлення деталі на верстаті з ЧПК</p>
--	---	--

Рис. 2. Схема оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК

Запропонована рис. 2 схема покладена в основу створення формули розрахунку числового значення індексу оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК.

Індекс оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК. Для оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК використовується єдиний список індикаторів професійної компетентності особистості для отримання двох рядів оцінок: експертні оцінки та нормовані оцінки окремо для кожного з чотирьох рівнів складності керуючої програми виготовлення деталі з відповідним об'єднанням їх у індекс.

Емпіричне значення Індексу оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК ($I_{ЯП}$) розраховується методом об'єднання двох групи оцінок у три складові інтегровані числові коефіцієнти: K_G – гностичний, K_M – мотиваційний, K_P – результативний компоненти професійної компетентності, які отримуються з використанням єдиного списку індикаторів та однотипної порядкової шкали оцінювання:

- оцінки експертів (O^e) – $Y_{1i}, Y_{2i}, Y_{3i}, \dots, Y_{ni}$;
- нормовані оцінки відомчого стандарту (O^{cm}), – $C_{1i}, C_{2i}, C_{3i}, \dots, C_{ni}$.

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

Нормовані оцінки підготовки оператора верстата з ЧПК формуються окремо для кожного з чотирьох рівнів складності керуючої програми виготовлення деталі.

Для об'єднання множини оцінок експертів та нормованих оцінок відомчого стандарту в інтегрований числовий коефіцієнт окремо для гностичного, мотиваційного та результативного компонентів особистості оператора верстата з ЧПК використовується формула (1), яка відома як індекс Лебедика [10]:

$$K = 0,5 + \frac{9O^e}{10 + 3\chi^2}, \quad (1)$$

де $O^e = \sum_{i=1}^n y_i B_i$ – узагальнений показник оцінок експертів n -го оператора верстата з ЧПК, отриманих на основі єдиного списку 18 індикаторів (i);

n – кількість операторів верстатів із ЧПК;

B_i – коефіцієнт питомої ваги i -го параметра (індикатора), де $\sum_{i=1}^n B_i = 1$;

χ^2 – узагальнений показник сумарної розбіжності нормованих оцінок стандарту (O^{ct})

та експертних оцінок (O^e), який вираховується за формулою: $\chi_1^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(c_i - y_i)^2}{(c_i + y_i)} \cdot B_i$.

Індекс оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК ($I_{ЯП}$) об'єднує три складові інтегровані числові коефіцієнти: K_G , K_M , K_R , – гностичний, мотиваційний та результативний компоненти й обчислюється за допомогою формули (2):

$$I_{ЯП} = \sqrt[3]{K_G \cdot K_M \cdot K_R}. \quad (2)$$

Індекс якості виготовлення деталі на верстаті з ЧПК ($I_{ЯВД}$). Алгоритм поняття оцінювання якості виготовлення деталі на верстаті з ЧПК побудований на залежності першого (найменшого) та фактичного емпіричного значення рівня усередненого числового коефіцієнта для соціальної, технічної та інформаційної підсистем системи ОВКП: професійної компетентності оператора (від 1,6 до 5,0); типу продуктивності роботи вказаного верстата з ЧПК, на якому працює оператор (1 – «Н»; 2 – «П»; 3 – «В»; 4 – «А», «С») та чотирьох рівнів складності керуючої програми виготовлення деталі: 1) Вал»; 2) «Важіль»; 3) «Корпус»; 4) «Коробка швидкостей».

Індекс якості виготовлення деталі на верстаті з ЧПК ($I_{ЯВД}$) розраховується на основі суми співвідношень усереднених числових показників її підсистем: соціальної (C_i), технічної (T) та інформаційної (I) із фіксацією фактичного емпіричного значення та початкового, найменшого рівня усередненого числового значення для кожної підсистеми за математичною моделлю (3):

$$I_{ЯВД} = \frac{I_{ПКф.} + I_{ПКмін.}}{2} + \frac{I_{Тф.} + I_{Тмін.}}{2} + \frac{I_{Іф.} + I_{Імін.}}{2}, \quad (3)$$

де $I_{ПКф.}$, $I_{ПКмін.}$ – фактичне та мінімальне значення індексу професійної компетентності оператора;

$I_{Тф.}$, $I_{Тмін.}$ – фактичне та найменше числове значення типу продуктивності роботи вказаного типу верстата з ЧПК, на якому працює оператор;

$I_{Іф.}$, $I_{Імін.}$ – фактичний та найменший (перший), рівень складності програмного комплексу виготовлення деталі на верстаті з ЧПК, який визначається комп'ютерною програмою уведеною з флешки.

Методи формування базової експериментальної вибірки, досліджуваної для порівняльного аналізу. Для порівняльного аналізу динаміки рівня оцінювання якості підготовки різних груп операторів верстата з ЧПК необхідно створити базову експериментальну вибірку відповідно до моделі Генеральної сукупності з 419 відкритих змі-

шаних систем машинобудівних підприємствах міст Карлівка, Полтава та Харкова за ознаками: кваліфікаційний розряд оператора, що корелюється з емпіричним значенням індексу його професійної компетентності, тип верстата з ЧПК, рівень складності керуючої програми виготовлення деталі (табл. 1).

Таблиця 1

Ознаки моделі Генеральної сукупності відкритих змішаних систем машинобудівних заводів м. Карлівка, Полтави та Харкова ($N = 419$ систем, 2016 р.)

Кваліфікаційний розряд оператора			Тип верстата з ЧПК				Рівень складності комп'ютерної програми керування виготовленням деталі на верстаті з ЧПК			
3-й	4-й	5-й	1 «Н»	2 «П»	3 «В»	4 «А, С»	1 «Вал»	2 «Важіль»	3 «Корпус»	4 «Коробка швидкості»
134 чол.	163 чол.	122 чол.	89 шт.	137 шт.	115 шт.	78 шт.	105 од.	155 од.	98 од.	61 од.
32 %	39 %	29 %	21 %	33 %	27 %	19 %	25 %	37 %	23 %	15 %

За планом експерименту (2016-2017 рр.), спочатку була створена база даних оцінок 201 системи ОВКП, серед яких у 91 системі оператори засобами атестації підвищили свій кваліфікаційний рівень – з 3-го на 4-й та з 4-го на 5-й розряди, з числа яких формувалася базова експериментальна вибірка ($n = 34$ системи). Методом проступінчастого випадкового безповоротного відбору, згідно з моделлю Генеральної сукупності, з довірчою ймовірністю 95 %, мінімальний обсяг базової експериментальної вибірки для дослідження динаміки рівня оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК розраховувався за формулою (4) з [11, с. 117]:

$$n = \frac{t^2 \delta^2 N}{N \Delta^2 + t^2 \delta^2}, \quad (4)$$

де N – кількість операторів, які взяли участь в атестації та підвищили кваліфікаційний розряд – 91 чол.;

t – коефіцієнт нормованого відхилення – 1;

Δ – допустима похибка – 0,04 на рівні довірчої ймовірності – 85 %;

δ – емпіричне значення дисперсії інформаційної технології забезпечення функціонування 91 відкритої змішаної системи:

$$\delta(I) = \frac{\sum (I_i - \bar{I})^2}{n}, \quad \delta = 0,15,$$

де \bar{I} – усереднене значення індексів досліджуваних інформаційних технологій відкритих систем становить 2,1.

Дослідження зростання рівня (індексу) оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК ($I_{ЯПі}$) як показника її ефективності. У порівняльному аналізі величина різниці зміни середніх емпіричних значень відхилення індексів оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК ($\Delta \bar{I}_{ЯП}$) фіксується за формулою різниці відхилення (5):

$$\Delta \bar{I}_{ЯП} = \Delta \bar{y} = \sum_{k=1}^{34} (I_{ЯП2}(k) - I_{ЯП1}(k)) / 34, \quad (5)$$

де $I_{ЯП1}$ – емпіричні числові значення індексів оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК $I_{ЯПі}$ відкритих змішаних систем першого діагностичного зрізу 2016 р.;

$I_{ЯП2}$ – емпіричні числові значення індексів оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК $I_{ЯПі}$ відкритих змішаних систем другого діагностичного зрізу 2017 р.;

k – порядковий номер емпіричного значення індексу оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК 34 відкритих змішаних систем.

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

Для визначення змін рівня (індексу) оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК, за результатами двох діагностичних зрізів (2016-2017 рр.), використаємо емпіричні дані Індексів оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК ($I_{ЯП}$) (для прикладу ми використовуємо нормовані оцінки 3-го рівня складності комп'ютерної програми керування виготовленням деталі) згідно з вимогами відомчого стандарту інформаційних технологій підтримки оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК (табл. 2).

Прізвища та персональні величини індексу оцінювання якості підготовки операторів верстата з ЧПК, які брали участь у дослідній роботі, вимушено змінені відповідно до вимог Закону України «Про захист персональних даних»: «Персональні дані, крім знеособлених персональних даних, за режимом доступу є інформацією з обмеженим доступом» [12].

У порівняльному аналізі ми виходимо з припущення, якщо має місце зростання Індексу оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК ($I_{ЯП}$) та зростання емпіричних значень Індексу якості виготовлення деталі ($I_{ЯВД}$), то між ними повинна виникати сильна кореляційна залежність, оскільки на інформаційну технологію підтримки оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК впливає підвищення рівня кваліфікації та рівень професійної компетентності особистості оператора верстата з ЧПК.

Таблиця 2

Емпіричні значення індексів оцінювання якості підготовки операторів верстата з ЧПК (1-й діагностичний зріз 2016 р., 2-й діагностичний зріз 2017 р.)

№ з/п	Прізвище оператора верстата з ЧПК	Емпіричні значення індексів оцінювання якості підготовки операторів верстата з ЧПК ($I_{ЯП}$) кожного окремого рівня складності керуючої програми виготовлення деталі							
		1-й рівень «Н»		2-й рівень «П»		3-й рівень «В»		4-й рівень «А, С»	
		$I_{ЯП}$ 2016 р.	$I_{ЯП}$ 2017 р.	$I_{ЯП}$ 2016 р.	$I_{ЯП}$ 2017 р.	$I_{ЯП}$ 2016 р.	$I_{ЯП}$ 2017 р.	$I_{ЯП}$ 2016 р.	$I_{ЯП}$ 2017 р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Мостовенко С.	2,44	3,12	2,46	3,11	2,35	3,08	2,26	3,03
2.	Сидорець С.	2,91	3,3	2,9	3,3	2,85	3,29	2,8	3,27
3.	Сінельник Д.	2,23	3,15	2,2	3,14	2,12	3,12	2,04	3,09
4.	Куліш М.	2,15	3,85	2,16	3,86	2,04	3,85	1,99	3,84
5.	Бобриков В.	2,98	3,17	2,97	3,16	2,93	3,26	2,88	3,1
6.	Колобок Е.	1,73	3,35	1,69	3,35	1,58	3,33	1,5	3,31
7.	Демиденко А.	2,68	3,49	2,66	3,5	2,6	3,49	2,53	3,47
8.	Дмитренко Д.	3,39	3,89	3,39	3,9	3,36	3,9	3,32	3,89
9.	Павленко К.	2,91	3,49	2,9	3,5	2,84	3,49	2,79	3,47
10.	Блажко А.	3,11	3,24	3,08	3,24	3,05	3,29	3,0	3,18
11.	Макеєв Д.	3,29	3,52	3,29	3,53	3,26	3,52	3,21	3,51
12.	Рижій І.	3,82	3,88	3,82	3,88	3,82	3,88	3,81	3,87
13.	Фомін К.	3,98	3,91	3,97	3,91	3,97	3,91	3,96	3,9
14.	Громов С.	3,29	3,54	3,35	3,55	3,44	3,54	3,28	3,53
15.	Кирилов В.	2,52	3,14	2,61	3,22	2,55	3,17	2,48	3,12
16.	Коваль І.	3,35	3,75	3,35	3,75	3,34	3,75	3,32	3,73
17.	Головаха М.	3,42	3,58	3,43	3,61	3,41	3,6	3,4	3,58
18.	Бобренко І.	3,47	4,36	3,46	4,37	3,44	4,38	3,41	4,38
19.	Петренко А.	3,91	4,19	3,91	4,2	3,9	4,2	3,9	4,19
20.	Ананченко О.	3,31	4,23	3,31	4,23	3,29	4,24	3,27	4,24
21.	Вірко Е.	3,63	3,84	3,63	3,84	3,62	3,83	3,6	3,82
22.	Ковальов Д.	1,82	3,52	1,81	3,61	1,68	3,59	1,59	3,56
23.	Онщенко А.	4,09	3,98	4,09	3,99	4,09	3,99	4,09	3,97
24.	Гришко А.	3,24	4,12	3,24	4,12	3,22	4,12	3,19	4,12
25.	Лубенський А.	3,3	4,23	3,33	4,25	3,31	4,25	3,28	4,25
26.	Дмитрівич Б.	3,31	3,94	3,33	3,69	3,31	3,68	3,28	3,66
27.	Зеленський С.	3,4	4,0	3,4	4,01	3,34	4,01	3,36	4,01
28.	Мельнечук Д.	2,64	4,23	2,62	4,25	2,54	4,25	2,47	4,25
29.	Птащенко А.	4,34	4,49	4,35	4,5	4,36	4,51	4,36	4,51

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
30.	Медведчук К.	4,53	4,6	4,55	4,54	4,56	4,62	4,56	4,63
31.	Манько В.	4,35	4,48	4,36	4,48	4,37	4,49	4,37	4,49
32.	Юшемов А.	4,08	4,35	4,09	4,4	4,09	4,41	4,09	4,42
33.	Іванов Р.	4,39	4,52	4,4	4,53	4,4	4,6	4,4	4,55
34.	Щерба А.	4,02	4,28	4,02	4,34	4,02	4,34	4,02	4,34

Емпіричні значення індексів оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК, на основі яких побудовані два порівняльних графіки, (рис. 3).

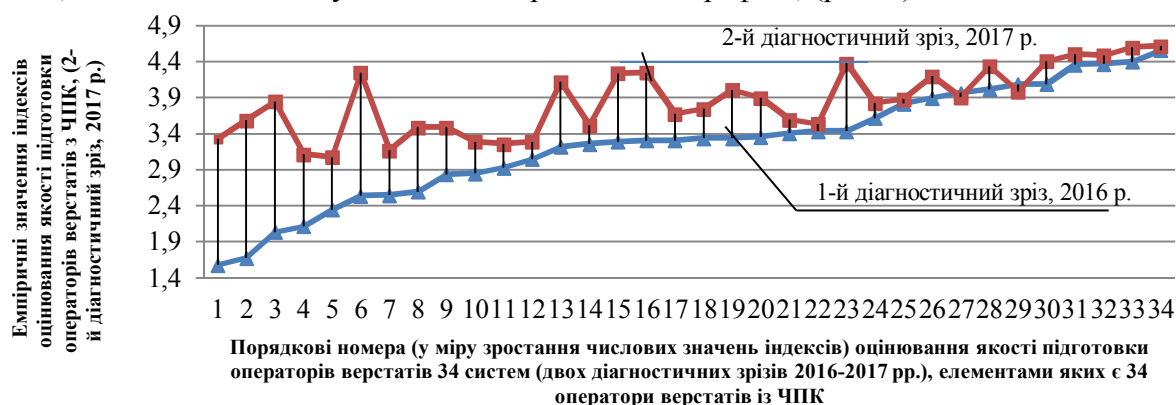


Рис. 3. Порівняльний аналіз рівнів оцінювання якості підготовки операторів верстатів із ЧПК 34 відкритих змішаних систем, оператори яких пройшли державну атестацію, за даними 1-го і 2-го діагностичних зрізів

Перевірка гіпотези про рівність або нерівність двох вибірок ($n = 34$) індексів оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК отриманих після 1-го 2016 р. та 2-го 2017 р. діагностичних зрізів $H_0 = \{\overline{I_{ЯП2}} - \overline{I_{ЯП1}} = 0\}$, $H_1 = \{\overline{I_{ЯП2}} - \overline{I_{ЯП1}} \neq 0\}$ вираховуємо емпіричне значення t -критерію із [13] за вибраним рівнем значущості $\alpha=0,01$, що підтвердила різницю між двома рівнями якості підготовки оператора верстата з ЧПК.

Розрахунок за формулою (5) вказує, на скільки підвищився рівень оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК вибірки 34 систем ОВКП під впливом зростання рівня інформаційної технології – на 0,58.

Методом порівняння емпіричних значень індексів оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК (2-й і 1-й діагностичні зрізи) фіксується їх зростання на 0,58: усереднене число – $19,93/34 = 0,58$.

Якщо поділити суму значення індексів оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК (дані 2-го діагностичного зрізу) на відповідну суму даних 1-го діагностичного зрізу ($n = 34$), то рівень якості підготовки оператора верстата з ЧПК цієї вибіркової сукупності підвищується у 1,17 раза (співвідношення – $130,98/111,05 = 1,17$).

Методами регресійного аналізу встановлена залежність між емпіричними величинами Індексу оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК ($I_{ЯПi}$) та Індексу якості виготовлення деталі ($I_{ЯВДi}$), що вказує на існування між ними залежності за показником зростання рівня їх сформованості.

Дослідження зростання емпіричного значення Індексу якості виготовлення деталі на верстаті з ЧПК ($I_{ЯВДi}$). У порівняльному аналізі величина зміни середніх емпіричних значень відхилення індексів якості виготовлення деталі ($\Delta \overline{I_{ЯВД}}$) фіксується за формулою різниці значення відхилення (6):

$$\Delta \bar{I}_{ЯВД} = \Delta y = \sum_{k=1}^{34} (I_{ЯВД2}^{(k)} - I_{ЯВД1}^{(k)}) / 34, \quad (6)$$

де $I_{ЯВД1}$ – емпіричні числові значення індексів якості виготовлення деталі $I_{ЯВД}$, відкритих змішаних систем першого діагностичного зрізу 2016 р.;

$I_{ЯВД2}$ – емпіричні числові значення індексів якості виготовлення деталі $I_{ЯВД}$, відкритих змішаних систем другого діагностичного зрізу 2017 р.;

k – порядковий номер емпіричного значення індексу якості виготовлення деталі інформаційної технології забезпечення функціонування 34 відкритих змішаних систем.

Для порівняльного аналізу числових величин Індексу якості виготовлення деталі на верстаті з ЧПК ($I_{ЯВД}$), які накопичені у базі даних за результатами двох діагностичних зрізів – 2016 р. та 2017 р. наведені в табл. 3.

Таблиця 3

Індекси якості виготовлення деталі на верстаті з ЧПК

№ з/п	Прізвище, ініціали операторів верстата	Іявд, 2016 р.	Іявд, 2017 р.	№ з/п	Прізвище, ініціали операторів верстата	Іявд, 2016 р.	Іявд, 2017 р.
1	Мостовенко С.	5,1	5,35	18	Бобренко І.	4,55	6
2	Сидорець С.	4,3	5,45	19	Петренко А.	5,25	6,4
3	Сінельник Д.	4,95	5,9	20	Ананченко О.	5,45	6,4
4	Куліш М.	4,95	5,7	21	Вірко Е.	5,1	7,2
5	Бобриков В.	4,8	5,9	22	Ковальов Д.	4,35	6,1
6	Колобок Е.	4,8	6	23	Онщенко А.	5,25	5,8
7	Демиденко А.	4,15	6,05	24	Гришко А.Д.	5,45	6,35
8	Дмитренко Д.	5	5,75	25	Лубенський А.	5,45	6,4
9	Павленко К.	4,3	6,05	26	Дмитрієвич Б.	5,45	6,15
10	Блажко А.	4,9	5,95	27	Зеленський С.	5,5	6,8
11	Макеєв Д.	5	6,05	28	Мельничук Д.	4,65	6,4
12	Рижій І.	5,2	6,25	29	Птащенко А.	6,5	8,05
13	Фомін К.	5,2	6,25	30	Медведчук К.	7,05	7,6
14	Громов С.	5,4	6,05	31	Манько В.	7	7,55
15	Кирилов В.	4,7	5,35	32	Юшемов А.	6,85	8
16	Коваль І.	5	6,15	33	Іванов Р.	6,5	8,1
17	Головаха М.	5,05	6,1	34	Щерба А.	7,8	8

На підставі вихідних емпіричних числових величин Індексів якості виготовлення деталі ($I_{ЯВД}$) на верстатах із ЧПК двох діагностичних зрізів (2016-2017 рр.), будуюмо два порівняльні графіки (рис. 4). Для перевірки та доведення гіпотез про рівність або нерівність двох вибірок ($n = 34$) індексів якості виготовлення деталі отриманих після 1-го (2016 р.) та 2-го (2017 р.) діагностичних зрізів $H_0 = \{I_{ЯВД2} - I_{ЯВД1} = 0\}$, $H_1 = \{I_{ЯВД2} - I_{ЯВД1} \neq 0\}$ розраховуємо емпіричне значення t -критерію [13, с. 41]. Для вирішення цієї задачі спочатку обчислимо середні вибіркові значення індексів якості виготовлення деталі ($\bar{I}_{ЯВД1}$ та $\bar{I}_{ЯВД2}$) кожної відкритої системи, оператори яких пройшли атестацію, які складають: 1-й діагностичний зріз (2016 р.) $\bar{I}_{ЯВД1} = 5,32$ та 2-й (2017 р.) $\bar{I}_{ЯВД2} = 6,4$.

Також вираховуємо вибіркову дисперсію: 1-й діагностичний зріз (2016 р.) – $S^2(I_{ЯВД1}) = 0,74$; 2-й діагностичний зріз (2017 р.) – $S^2(I_{ЯВД2}) = 0,61$. Далі, використовуючи метод t -критерію, доводимо існування різниці між рівнями (індексами) якості виготовлення деталі (емпіричні дані 1-го 2016р. та 2-го 2017 р. діагностичних зрізів). Отримане емпіричне значення t -критерію становить $t_{емп} = 5,41$.

За вибраним рівнем значущості $\alpha=0,01$ знаходимо критичне значення $t_{кр}(0,01; 34 + 34 - 2) = 2,66$ та перевіряємо висунуті гіпотези $H_0 = \{I_{ЯВД2} - I_{ЯВД1} = 0\}$, $H_1 = \{I_{ЯВД2} - I_{ЯВД1} \neq 0\}$. Порівняльний аналіз рівнів (індексів) якості виготовлення деталі двох діагностичних зрізів підтверджує існування значної різниці між ними.



Рис. 4. Порівняльний аналіз рівнів якості виготовлення деталі 34 відкритих змішаних систем ОВКП, оператори яких пройшли державну атестацію

У результаті порівняння абсолютних величин емпіричних значень індексів якості виготовлення деталі інформаційних технологій забезпечення функціонування 34 відкритих змішаних систем 2-го діагностичного зрізу (2017 р.) з 1-м (2016 р.) фіксується значне зростання індексу якості виготовлення деталі на – 1,08.

Поділивши суму усереднених значень $I_{ЯВдi}$ другого діагностичного зрізу $\sum_{k=1}^{n=34} = 217,75$ на перший діагностичний зріз $\sum_{k=1}^{n=34} = 180,95$ отримуємо відповідь на запитання – у скільки разів зростає рівень якості виготовлення деталі. Рівень якості виготовлення деталі зростає у 1,2 раза.

Отже, зростання рівня (індексу) оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК на 0,58 корелюється з підвищенням рівня (індексу) якості виготовлення деталі на верстаті з ЧПК – на 1,08. Зростання індексу інформаційної технології підтримки оцінювання якості підготовки операторів верстатів у 1,17 раза, ймовірно, забезпечує підвищення індексу якості виготовлення деталі на верстаті з ЧПК – у 1,2 раза.

Залежність Індексу оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК та Індексу якості виготовлення деталі на верстаті з ЧПК. У нашому порівняльному дослідженні вивчається зростання інформаційної технології підтримки оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК на зростання якості виготовлення деталі на верстаті з ЧПК. На основі отриманих емпіричних даних 2-го діагностичного зрізу (2017 р.) індексів оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК та індексів якості виготовлення деталі на верстаті з ЧПК були сформовані ряди рангових оцінок індексів групи операторів ($n = 34$), що пройшли державну атестацію. Оскільки вони не підтримують умову нормального розподілу, то ми використали метод розрахунку коефіцієнта рангової кореляції Спірмена [14].

Експериментально встановлено, що за результатами 2-го діагностичного зрізу (2017 р.) значення коефіцієнта рангової кореляції Спірмена становить $\rho = 0,791$, де $\rho_{KR} = 0,334 < \rho = 0,791$. Отримана величина коефіцієнта рангової кореляції вказує на існування сильного зв'язку між емпіричними числовими величинами індексів оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК та індексів якості виготовлення деталі на верстаті з ЧПК.

За результатами 1-го діагностичного зрізу (2016 р.) значення коефіцієнта рангової кореляції Спірмена становить $\rho = 0,744$, де $\rho_{KR} = 0,334$, що вказує на існування лише помірного зв'язку між індексами оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК та індексами якості виготовлення деталі на верстаті з ЧПК.

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

Таким чином, нами доведена значущість тісноти зв'язку між рівнем та зростанням числових значень індексів оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК як елемента та об'єкта системи ОВКП та індексів якості виготовлення деталі на кожному типі верстатів із ЧПК.

Висновки відповідно до статті.

1. Сутність та структура оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК будується на взаємозв'язках оцінок продуктів діяльності оператора верстата з ЧПК, які оцінюють експерти, та нормованих оцінок відомчого стандарту, які узгоджуються з вимогами ринку.

2. Створена нами формула Індексу оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК як елемента соціальної підсистеми системи ОВКП спирається на методи експертного оцінювання продуктів його діяльності та методи їх об'єднання з нормованими оцінками, які формуються згідно з вимогами відомчого стандарту для кожного рівня складності (у нашому дослідженні виділені чотири) виготовлення деталі на верстаті з ЧПК.

3. Створена нами математична модель Індексу якості виготовлення деталі дає змогу вираховувати інтегроване числове значення на основі суми співвідношень оцінок усереднених коефіцієнтів її підсистем: соціальної (C_i), технічної (I_T) та інформаційної (I_I), які фіксують фактичні емпіричні значення оцінок та початкового, найменшого рівня усередненого числового коефіцієнта окремо для кожної підсистеми.

4. Результати дослідження показують сильну залежність між підвищенням кваліфікаційного розряду оператора верстата з ЧПК засобами державної атестації та зростанням оцінювання якості підготовки операторів верстата з ЧПК.

5. Доведено, що для дослідження тісноти зв'язків оцінок інформаційної технології підтримки оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК та якості виготовлення деталі на верстаті з ЧПК необхідно і достатньо використати обґрунтований комплекс методів: t -критерій Стюдента, коефіцієнт кореляції Спірмена.

6. Експериментально встановлено, що зростання рівня (індексу) оцінювання якості підготовки оператора верстата з ЧПК на 0,58 забезпечує підвищення рівня (індексу) якості виготовлення деталі на верстаті з ЧПК – на 1,08.

Зростання індексу інформаційної технології підтримки оцінювання якості підготовки операторів у 1,17 рази забезпечує підвищення індексу якості виготовлення деталі на верстаті з ЧПК – у 1,2 рази.

Список використаних джерел

1. Пути повышения качества профессиональной подготовки студентов : материалы междунар. науч.-практ. конф. Минск, 22–23 апреля 2010 г. / редкол.: О. Л. Жук (отв. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2010. – 567 с.

2. Метод формирования набора индивидуальных тестовых заданий для оценки уровня подготовки оператора АСУ в процессе тренажной подготовки / В. Г. Чернов, М. А. Павленко, А. И. Тимочко, Д. Ю. Свистунов, Н. А. Королюк // Системи управління, навігації та зв'язку. – 2014. – Вип. 2. – С. 75–80.

3. Пазынич Г. И. Некоторые особенности контроля качества подготовки судоводителей в современных условиях / Г. И. Пазынич // Рибне господарство України. – 2013. – № 4. – С. 45–52.

4. Канівець Т. М. Основи педагогічного оцінювання : [навчально-методичний посібник] / Т. М. Канівець. – Ніжин : Видавець ПП Лисенко М. М., 2012. – 102 с.

5. Оценка деятельности экипажей летательных аппаратов при их подготовке на тренажерных системах / А. А. Стенин, О. М. Польшакова, Д. А. Гуменный, С. А. Стенин // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – Кропивницький : ЦНТУ, 2017. – Вип. 30. – С. 175–181.

6. Маца К. А. Системы: свойства и принципы организации: научная публикация / К. А. Маца. – Полтава : ПУЭТ, 2017. – 364 с.

7. Григораш О. В. Комплексный подход к решению проблемы улучшения качества подготовки студентов / О. В. Григораш // Научный журнал КубГАУ. – 2013. – № 87. – С. 1–16.

8. Муштаев А. Ф. Фрезеровщик-расточник / А. Ф. Муштаев. – М. : Высшая школа, 1977. – 181 с.
9. Тиц С. Н. Человеческий фактор [Электронный ресурс] : электрон, учеб. пособие / С. Н. Тиц; Минобрнауки России, Самар, гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т). – Электрон, текстовые и граф. дан. (3,25 Мбайт). – Самара, 2012. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM).
10. Лебедик М. П. Технологія атестації цілісного розвитку особистості на основі оцінок соціальної зрілості учасників педагогічного процесу : монографія / М. П. Лебедик. – Полтава : РВВ ПУСКУ, 2003. – 305 с.
11. Панина Н. В. Технология социологического исследования. Курс лекций / Н. В. Панина. – 2-е изд. – К. : Ин-т социологии НАН Украины, 2001. – 277 с.
12. Про захист персональних даних : Закон України від 01.06.2010 № 2297-VI (зі змінами і доповненнями) [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/ed_2010_06_01/T102297.html.
13. Афанасьев В. В. Математическая статистика в педагогике : учебное пособие / В. В. Афанасьев, М. А. Сивов ; под науч. ред. д-ра ист. наук, проф. М. В. Новикова. – Ярославль : Изд-во ЯГПУ, 2010. – 76 с.
14. Сидоренко Е. В. Метод математической обработки в психологии / Е. В. Сидоренко. – СПб. : ОО «Речь», 2000. – 350 с.

References

1. Zhuk, O. L. (Ed.). (2010). *Puti povysheniia kachestva professionalnoi podgotovki studentov [Ways to improve the quality of professional training for students]*. Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaia konferentsiia [International Scientific and Practical Conference] (Minsk, April 22-23, 2010). Minsk [in Russian].
2. Chernov, V. G., Pavlenko, M. A., Timochko, A. I., Svistunov, D. Iu., Koroliuk, N. A. (2014). Metod formirovaniia nabora individualnykh testovykh zadaniia dlia otsenki urovnia podgotovki operatora ASU v protsesse trenazhnoi podgotovki [Method of forming set individual test tasks for assessment level of operator training acs during simulator training]. *Systemi upravlinnia, navihatsii ta zviazku – Control systems, navigation and communication*, 2, 75–80 [in Russian].
3. Pazynich, G. I. (2013). Nekotorye osobennosti kontroliia kachestva podgotovki sudovoditelei v sovremennykh usloviakh [Specific features of the control management in training of navigators in up-to-date conditions]. *Rybnе hospodarstvo Ukrainy – Fish Farming of Ukraine*, 4, 45–52 [in Russian].
4. Kanivets, T. M. (2012). *Osnovy pedahohichnoho otsiniuvannia [Fundamentals of pedagogical evaluation]*. Nizhyn: Vydavets PP Lysenko M. M. [in Ukrainian].
5. Stenin, A. A., Polshakova, O. M., Gumennyi, D. A., Stenin, S. A. (2017). Otsenka deiatelnosti ekipazhei letatelnykh apparatov pri ikh podgotovke na trenazhnykh sistemakh [Evaluation of the activity of crews of aircraft during their training on simulator]. *Zbirnyk naukovykh prats Kirovohradskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu. Tekhnika v silskohospodarskomu vyrobnytstvi, haluzeve mashynobuduvannia, avtomatyzatsiia – Collection of scientific works of Kirovograd National Technical University. Engineering in agricultural production, branch engineering, automation*, 30, 175–181 [in Russian].
6. Matsa, K. A. (2017). *Sistemy: svoistva i printsipy organizatsii: nauchnaia publikatsiia [Systems: properties and principles of organization: a scientific publication]*. Poltava: PUET [in Russian].
7. Grigorash, O. V. (2013). Kompleksnyi podkhod k resheniiu problemy uluchsheniia kachestva podgotovki studentov [Comprehensive approach to the solution of the problem of improvement of quality of preparation of students]. *Nauchnyi zhurnal KubGAU – Scientific journal of KubSAU*, 87, 1–16 [in Russian].
8. Tits, S. N. (2012). *Chelovecheskii faktor [Human factor]*. Samara. 1 el. opt. disk (CD-ROM) [in Russian].
9. Mushtaev, A. F. (1977). *Frezerovshchik-rastochnik [Milling-borer]*. Moscow: Vysshaia shkola [in Russian].
10. Lebedyk, M. P. (2003). *Tekhnolohiia atestatsii tsilisnoho rozvytku osobystosti na osnovi otsinok sotsialnoi zrilosti uchasnykiv pedahohichnoho protsesu [Technology of attestation of holistic personality development on the basis of assessments of social maturity of participants in the pedagogical process]*. Poltava: RVV PUSKU [in Ukrainian].
11. Panina, N. V. (2001). *Tekhnologiia sotciologicheskogo issledovannia. Kurs lektsii [Technology of sociological research. Lecture course.]*. (2d ed.) Kiev: In-t sotciologii NAN Ukrainy [in Russian].
12. Pro zakhyst personalnykh danykh [On Protection of Personal Data]. № 2297-VI (01.06.2010). Retrieved from http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/ed_2010_06_01/T102297.html.
13. Afanasev, V. V., Sivov, M. A., Novikova M. V. (Ed.). (2010). *Matematicheskaiia statistika v pedagogike [Mathematical statistics in pedagogy]*. Iaroslavl: Izd-vo IaGPU [in Russian].

14. Sidorenko, E. V. (2000). *Metod matematicheskoi obrabotki v psikhologii [Method of mathematical processing in psychology]*. St. Petersburg: OO «Rech» [in Russian].

UDK 004.5

Alexander Laktionov

THE QUALITY INDICATIVE ASSESSMENT OF MACHINE TOOL OPERATOR TRAINING WITH NUMERICAL SOFTWARE CONTROL (CNC)

Urgency of the research. *The problem of increasing the quality of machine tool operator training as an indicator of its efficiency is relevant when increasing the productivity and quality of production of parts on CNC machine tools in the workshops of machine-building enterprises of Ukraine.*

Target setting. *Current research does not involve the consolidation of standardized assessments and expert assessments into integrated indicators, which complicates the assessment of the quality of the training of the operator of a CNC machine.*

Actual scientific researches and issues analysis. *The initial components of the concept of "quality" of the training of the operator of the CNC machine are the characteristics of the personality of the operator of the CNC machine tool (1) and the normalized estimates for its preparation, in accordance with the requirements of the departmental standard (2).*

Uninvestigated parts of general matters defining. *The use of standardized assessments, expert assessments, and the consideration of the components of the technical, information subsystem ensures the existence of a stable relationship between them.*

The research objective. *To suggest the formula for the quality evaluation index of the NC training machine operator and the formula for the quality index manufacturing details.*

The statement of basic materials. *We have established the relationship between the growing quality of operators training and the quality of manufacturing of parts on a CNC machine.*

Conclusions. *The effectiveness of the increase of quality of the NC machine operator training has been determined on the basis of the existing characteristics of the professional competence of the operator and comparative analysis of data of the 2nd and 1st diagnostic sections using a set of methods of mathematical statistics.*

Keywords: *quality evaluation index of the machine operator training; quality index of detail production with NC machine; open mixed system; expert evaluations; standardized evaluations; efficiency.*

Table: 3. Fig.: 4. References: 14.

Лактіонов Олександр Ігорович – аспірант, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка (Першотравневий проспект, 24, м. Полтава, 36011, Україна).

Laktionov Alexander – PhD student, Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University (24 Pershotravnevyi Av., 36011 Poltava, Ukraine).

E-mail: laktionov.alexander@ukr.net