УДК 378
DOI: 10.15587/2519-4984.2024.299501

КОНЦЕПЦІЯ НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ – МАШИНОБУДІВНИКІВ ОФОРМЛЕННЮ КОНСТРУКТОРСЬКИХ ДОКУМЕНТІВ ЗА НАЦІОНАЛЬНИМИ ТА МІЖНАРОДНИМИ СТАНДАРТАМИ

В. Ю. Кухар, А. О. Бондаренко

The purpose was to develop the concept of training students - mechanical engineers in the variable formatting of design documents in accordance with national and international standards and to create a set of educational and methodological materials for its implementation.
The concept envisages the development and implementation of two simultaneously taught courses covering Ukrainian and international requirements for the development and execution of design documents. It is the simultaneous teaching of these courses that makes it possible to acquire the relevant knowledge and skills and to have a unique opportunity to compare different standardisation systems for the same type of design documents in accordance with different stages of the machine life cycle.
The didactic foundations of the pedagogical process and modern principles of organising the learning process have been applied to involve the higher education seekers in mastering professional experience in the field of mechanical engineering and creating positive changes in the formation and development of the individual.
New courses have been created and teaching materials have been prepared for mechanical engineering students to study national and international regulatory frameworks and master the practical skills of their use in future professional activities related to the formatting of design documents.
The work applies a systematic approach that combines elements of the pedagogical system in conjunction with the integrity of the evolutionary development of the applicant, taking into account the dynamic state of development of the modern engineering industry at the national and international levels.
Acquiring relevant knowledge and skills by higher education seekers in design documents following national and international standards ensures an increase in their professional status and competitiveness in the Ukrainian labor market and accelerates the adaptation of Ukrainian specialists to the current conditions of globalization in mechanical engineering
Keywords: *engineering, teaching materials, design documents, drawing, specification, standard, technical regulations*

How to cite:
Kukhar, V., Bondarenko, A. (20240). The concept of teaching mechanical engineering students to prepare design documents in accordance with national and international standards. ScienceRise: Pedagogical Education, 1 (58), 87–93. doi: http://doi.org/10.15587/2519-4984.2024.299501

© The Author(s) 2024
This is an open access article under the Creative Commons CC BY license

1. Вступ

Професійна підготовка сучасних інженерів-машинобудівників за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування проводиться на кафедрі інжинірингу та дизайну НТУ «Дніпровська політехніка» у відповідності до Національного стандарту освіти [1] та Освітньої-професійної програми вишу [2].

Мета програми полягає в підготовці висококваліфікованих і конкурентоспроможних на національному та міжнародному ринках праці фахівців, здатних розв'язувати всебічні задачі комп'ютерного інжинірингу технічних об'єктів машинобудування, починаючи від формування концепції до розробки та оформлення конструкторської документації.

Одними з професійних компетенцій сучасних бакалаврів з машинобудування є навички готувати виробництво та експлуатувати вироби, застосовуючи автоматичні системи підтримування життєвого циклу та розробляти проекти машин з використанням програмних систем комп'ютерного проектування на основі ефективного поєднання CAD/CAE систем та принципів художнього конструювання.

Ці компетенції передбачають розробку, оформлення та підтримання у актуальному стані комплекти конструкторської документації відповідно до різних етапів створення, виготовлення та експлуатації машинобудівних об’єктів (3Д-моделі та кресленики складаних одиниць та деталей, кресленики загальних видів, настанови з експлуатування та інші експлуатаційні документи, паспорти на обладнання, програми та методики випробувань тощо).

2. Літературний огляд

Наразі в Україні відбувається перехід від старих радянських стандартів та міждержавних стандартів, які були розроблені РФ та прийняті в якості національних стандартів України, до сучасних систем стандартизації та стандартів, основаних на провідних міжнародних та європейських підходах до створення машин та відповідних стандартах, директивах та інших нормативних документах. У сучасному українському машинобудуванні склалася ситуація, коли існують паралельно на законодавчому рівні ці дві принципово різні системи стандартизації.

Тому дуже важливо навчати бакалаврів-машинобудівників обом системам стандартів конструкторських документів. Це актуально не тільки з причини дуальності сучасної української системи стандартизації, але й з огляду на майбутнє працевлаштування випускників в українських або закордонних підприємствах. Сучасні українські конструкторські та машинобудівні підприємства, які працюють для закордонних замовників, вимагають знань та навичок вільного оперування міжнародними та національними стандартами багатьох промислово розвинених країн.

Донедавна студенти опановували базові навички оформлення креслеників на першому курсі під час вивчення дисципліни «Інженерна графіка», «Тривимірне комп'ютерне конструювання» та «Машинобудівне комп'ютерне креслення» [2]. Основний фокус навчання зосереджувався на професійному опануванні технологій 3Д-проектування з використанням SolidWorks Education Editon [3]. За 3Д технологіями та технологіями віртуальної й доповненої реальностей створення, дослідження та прототипування машинобудівних об'єктів – сучасність та найближче майбутнє [4–6]. Але поки що ще багато машинобудівних підприємств працюють з 2Д кресленниками (на папері чи в електронному вигляді). Окрім креслярських документів, життєвий цикл машин забезпечують багато інших конструкторських документів, та оформлення вивчення яких не передбачено у блоках 3Д дисциплін.

Таким чином, утворився своєрідний вакуум між можливостями та навичками студентів у середовищах 3Д проектування та реальних вимогах вітчизняних та закордонних роботодавців в частині створення, оформлення та підтримання конструкторського документообігу.

Виникла реальна потреба у системній підготовці вже навчених проектуванню машин та мотивованих здобувачів випускних курсів сучасним вимогам до створення та оформлення конструкторських документів за українським та міжнародними стандартами. Поки що відомо небагато українських розробок чи публікацій, присвячених даній тематиці. Як приклад, можна навести курс доц. Гелетія В. М. «Порівняльний аналіз стандартів України і ЄС у машинобудуванні», що викладається під егідою Деканату післядипломної освіти Національного університету «Львівська політехніка» для педагогічних працівників ВНЗ всіх рівнів акредитації та технічних спеціалістів в галузі машинобудування [7]. Хоча з урахуванням глобалізації у світовій навчальній практиці питанням порівняльного вивчення національних та міжнародних стандартів приділяється належна увага [8, 9].

Для забезпечення системної підготовки українських здобувачів освіти рівня бакалаврів сучасним вимогам до створення та оформлення конструкторських документів за українським та міжнародними стандартами потрібно створити концепцію їх одночасного навчання українським та міжнародним стандартам, які забезпечують функціювання системи обігу конструкторської документації (кресленики, настанови з експлуатування, паспорти, програми та методики випробувань, звіти з НДКР тощо).

Концепція навчання студентів-машинобудівників оформленню конструкторських документів за національними та міжнародними стандартами передбачає розробку і впровадження в освітній процес двох курсів, які викладаються одночасно, та паралельно висвітлюють українські та міжнародні вимоги до розробки та оформлення конструкторських документів. Саме одночасність викладання цих курсів дає змогу не тільки отримати відповідні знання та навички, але й мати унікальну можливість порівнювати різні системи стандартизації до однотипних конструкторських документів у відповідності до різних етапів життєвого циклу машин – від ідеї та технічного завдання на машину через етап проектування та виготовлення до етапу експлуатації, технічного обслуговування та ремонтів.

3. Мета та завдання дослідження

Мета дослідження – розробка концепції навчання студентів-машинобудівників варіативному оформленню конструкторських документів у відповідності до національних та міжнародних стандартів та створення комплексу навчально-методичних матеріалів для її реалізації.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

1. Визначити основні блоки найзатребуваніших сфер конструкторської діяльності інженерів-початківців та визначити відповідні до них стандарти.

2. Вивчити діючі на поточний час українські та закордонні (міжнародні та національні найбільш промислово розвинених країн) стандарти, які стосуються безпосередньої майбутньої роботи інженерів-початківців.

3. Розробити робочі програми та силабуси до навчальних курсів, визначити форми викладання та структури курсів.

4. Розробити комплект навчально-методичних матеріалів, впровадити його у навчальний процес підготовки бакалаврів-машинобудівників.

4. Матеріали та методи

При виконанні роботи використовувались наступні методи:

– спостереження та порівняння для визначення рівнів підготовки сучасних бакалаврів-машинобудівників та їх відповідності вимогам сучасних роботодавців – українських та закордонних машинобудівних чи проектних підприємств;

– абстрагування та узагальнення, на підставі яких визначені найзатребуваніші сфери конструкторської діяльності інженерів – початківців;

– аналіз та узагальнення літературних джерел та офіційних баз стандартів ДСТУ, ISO, EN, ASME, AISI,

JIS тощо, на підставі якого визначені стандарти, дотичні до конструкторської діяльності інженерів – початківців;

– синтез концепції підготовки навчання студентів-машинобудівників варіативному оформленню конструкторських документів у відповідності до національних та міжнародних стандартів та створення комплексу навчально-методичних матеріалів для її реалізації.

5. Результати дослідження

Кваліфікація сучасного бакалавра з машинобудування передбачає знання, вміння та навички створювати новітні чи модернізувати існуючі машинобудівні об'єкти з використанням систем 3Д проектування, дослідження та оформлення відповідної конструкторської документації у відповідності до національних, європейських та міжнародних стандартів.

До пакету найнеобхідніших конструкторських документів, які розробляються разом з проектом машини, можна віднести: робочі креслениками деталей, складальні креслениками (в тому числі складальні креслениками зварених одиниць), специфікації, монтажні та ремонтні креслениками, пояснювальні записки, експлуатаційні документи, пакувальні відомості, схеми (кінематичні, гідравлічні, пневматичні, електричні тощо), настанови з експлуатування, програми та методики випробувань тощо.

Додатково для просування машинобудівних об'єктів на національному та міжнародному ринках потрібні додаткові дозвільні документи у відповідності до прийнятих в країнах дозвільних процедур. Наприклад, будь-які машини повинні мати сертифікати або декларації відповідності стандартам, директивам, регламентам, регістрам, умовам контрактів тощо. Робота з оформлення подібних документів передбачає широкий спектр завдань з проведення сертифікаційних випробувань для оформлення протоколів, створення та наповнення пакету технічного файлу (опис машини з її блок-схемою, електричні та кінематичні схеми, складальний кресленик, настанова щодо експлуатування, інструкції з експлуатації, обслуговування, ремонту, монтажу, звіти про оцінку ризиків та оцінки стандартів, опис алгоритмів керування або логіки роботи машини, перелік запчастин, протоколи контролю якості та введення в експлуатацію тощо). Зазначені та подібні до них документи також передбачають широке користування вимогами національних та міжнародних конструкторських нормативних документів.

Для вирішення задачі надання бакалаврам з машинобудування актуальних знань та навичок з оформлення широкої лінійки конструкторських документів в освітній процес, який реалізує кафедра інжинірингу та дизайну в машинобудуванні НТУ «Дніпровська політехніка» впроваджено концепцію навчання студентів-машинобудівників оформленню конструкторських документів за національними та міжнародними стандартами. Концепція передбачає розробку і впровадження в освітній процес двох курсів, які викладаються одночасно, та паралельно висвітлюють українські та міжнародні вимоги до розробки та оформлення конструкторських документів.

Перший навчальний курс – це «Забезпечення якості конструкторської документації», другий навчальний курс – «Міжнародні стандарти з машинобудування».

Відповідно до освітньо-професійної програми «Комп'ютерний інжиніринг у машинобудуванні» дисципліна «Забезпечення якості конструкторської документації» має статус обов'язкової і має обсяг 3 кредити ECTS, а дисципліна «Міжнародні стандарти з машинобудування» має статус вибіркової і має обсяг 4 кредити ECTS. Викладання обох дисциплін передбачено паралельно упродовж однієї чверті восьмого семестру.

Метою дисципліни «Забезпечення якості конструкторської документації» є формування теоретичних та практичних навичок для опанування професійних завдань (компетенцій) бакалавра, пов'язаних з оформленням у відповідності до вимог Єдиної системи конструкторської документації, Технічних регламентів, Стандартів організацій України креслених та текстових конструкторських документів відповідно до різних етапів життєвого циклу об'єктів машинобудування з використанням системи автоматизованого проектування в комплексі SolidWorks Education Editon, наданої кафедрі як грант компанії Dassault Systèmes SOLIDWORKS.

Очікувані дисциплінарні результати навчання дисципліни сформульовані відповідно до відведених до неї в освітньо-професійній програмі «Комп'ютерний інжиніринг у машинобудуванні» результатів навчання:

– забезпечувати конструкторською документацією виробництво та експлуатацію машинобудівних виробів у відповідності до стадії життєвого циклу;

– виконувати роботи з організації виробництва та експлуатації машинобудівних виробів у відповідності до стадії життєвого циклу;

– здійснювати документообіг конструкторської документації на підприємстві галузевого машинобудування.

Організація освітнього процесу викладання дисципліни «Забезпечення якості конструкторської документації» передбачає навчання у вигляді лекцій і практичних занять.

Програма дисципліни висвітлює національні стандарти, технічні регламенти та інші нормативні документи, які регламентують діяльність у галузі машинобудування України.

Знання цих стандартів потрібно для:

– можливості читати, створювати та оформлювати конструкторську документацію за сучасними національними вимогами,

– вміння визначати склад конструкторської документації у відповідності до етапів розробки проектів чи етапів життєвого циклу об'єктів машинобудування;

– виконання робіт з організації виробництва та експлуатації машинобудівних виробів у відповідності до стадії життєвого циклу;

– адекватного співставлення національних та закордонних машинобудівних конструкційних матеріалів;

– розуміння якісно іншого підходу до проектування, виготовлення та експлуатації машинобудівної продукції, коли національними стандартами у першу чергу передбачається безпека машин по відношенню до людини та довкілля.

У межах курсу здобувачів знайомлять з державними формами та методами забезпечення якості конструкторської документації, основними поняттями стандартизації стосовно конструкторських документів, комплектністю і правилами виконання експлуатаційних конструкторських документів, системою конструкторської документації за показниками якості і довговічності продукції, видами та засобами контролю конструкторської документації, системами розробки та постановки на виробництво машинобудівної продукції, правилами виконання дослідно-конструкторських робіт, правилами виконання кваліфікаційних робіт випускників.

За результатами курсу, з метою перевірки знань що отримали студенти, проводяться контрольні заходи. Теоретична частина оцінюється за результатами здачі контрольної тестової роботи, яка містить 10 теоретичних завдань з викладеного лекційного матеріалу. Практична робота передбачає формулювання об'єкту, предмету та мети майбутньої кваліфікаційної роботи бакалавра, написання першої редакції її реферату, написання змісту та вступу до неї з обов'язковим оформленням титульного аркушу, аркушу завдання та зазначених документів у відповідності до вимог до оформлення пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи . Практична робота оцінюється за результатами її виконання та оформлення згідно вимог, викладених у методичних рекомендаціях до її виконання.

До курсу розроблений пакет навчально-методичних матеріалів [10, 11] у складі навчального посібника, конспекту лекцій та методичних вказівок до виконання практичної роботи.

Метою дисципліни «Міжнародні стандарти в машинобудуванні» є формування теоретичних та практичних навичок оформлення у відповідності до вимог діючих міжнародних машинобудівних стандартів креслених та текстових конструкторських документів відповідно до різних етапів життєвого циклу об'єктів машинобудування з використанням системи автоматизованого проектування в комплексі SolidWorks Education Editon, наданої кафедрі як грант компанії Dassault Systèmes SOLIDWORKS.

Очікувані дисциплінарні результати навчання дисципліни сформульовані відповідно до відведених до неї в освітньо-професійній програмі «Комп'ютерний інжиніринг у машинобудуванні» результатів навчання:

– обирати актуальні машинобудівні стандарти у відповідності до країн, з яких походить або для яких створюється машинобудівна продукція;

– забезпечувати розробку конструкторської документації та створення машинобудівних об'єктів у відповідності до діючих міжнародних або закордонних національних машинобудівних стандартів.

Базовими дисциплінами виступають «Тривимірне комп'ютерне конструювання» та «Машинобудівне комп'ютерне креслення».

Програма дисципліни висвітлює міжнародні інституції зі стандартизації та сертифікації, директиви Євросоюзу та гармонізовані європейські стандарти, зокрема по машинобудуванню, принципи, підходи, завдання та основні етапи сертифікації машинобудівної продукції у Євросоюзі, міжнародні, європейські, північноамериканські, японські, китайські стандарти з маркування сталей, чавунів, сплавів на основі міді та алюмінію, основних машинобудівних полімерів, розглянуті основні міжнародні та північноамериканські стандарти на оформлення креслеників та позначення на них зварних з'єднань.

Завдання курсу:

– ознайомити здобувачів вищої освіти з міжнародними, європейськими та північноамериканськими інституціями зі стандартизації та сертифікації;

– розглянути директиви ЄС та гармонізовані європейські стандарти, зокрема Директиву 2006/42/ЄС по машинобудуванню,

– вивчити принципи, підходи, завдання та основні етапи сертифікації машинобудівної продукції закордонного виробництва у країнах ЄС,

– вивчити міжнародні, європейські, північноамериканські, японські, китайські стандарти з маркування сталей, чавунів, сплавів на основі міді та алюмінію, основних машинобудівних полімерів,

– опанувати основні міжнародні ISO та північноамериканські ASME стандарти на оформлення креслеників та на позначення зварних з'єднань на кресленниках.

Знання цих стандартів та інших нормативних документів майбутнім машинобудівникам України потрібно для:

– можливості читати та оформлювати конструкторську документацію при співпраці з іноземними партнерами,

– усунення технічних перешкод при просуванні української машинобудівної продукції на закордонні ринки;

– виконання адаптації та сертифікації продукції іноземного походження на внутрішній ринок;

– адекватного співставлення національних та закордонних машинобудівних конструкційних матеріалів;

– розуміння якісно іншого підходу до проектування, виготовлення та експлуатації машинобудівної продукції, коли стандартами у перу чергу передбачається безпека машин по відношенню до людини та довкілля.

Організація освітнього процесу викладання дисципліни «Міжнародні стандарти в машинобудуванні» передбачає навчання у вигляді лекцій і практичних занять.

Блок лекцій розпочинається лекцією, в якій надаються відомості про міжнародні, національні, регіональні та промислові організації зі стандартизації та метрології, про сфери впливу їх стандартів на машинобудування, та про основні їх досягнення в стандартизації машинобудування. Надані посилання на офіційні веб-сторінки цих організацій для можливості студентам самостійно поглиблювати власні знання та для доступу до стандартів цих організацій.

У наступних лекціях викладені відомості щодо систем стандартизації, в тому числі і в машинобудуванні, які прийняті в Євросоюзі, показані типи ЄвроДиректив та Євростандартів, виконання вимог яких забезпечує безпеку машин, наведена «дорожня карта» щодо послідовності дій при декларування та сертифікації машинобудівної продукції на відповідність вимогам відповідних ЄвроДиректив та Євростандартів.

Подальші лекції присвячені наступним блокам інформації.

1. Міжнародні та національні стандарти з маркування конструкційних матеріалів (сталей чорних та корозійностійких, чавунів, сплавів на основі міді та алюмінію, машинобудівних полімерів). Тут розглядаються різні системи маркування зазначених матеріалів, актуальні міжнародні, національні стандарти та стандарти промислових консорціумів та професійних об'єднань. Наводяться розшифрування прийнятих літерно-цифрових позначень марок та рекомендованих галузей застосування матеріалів, порівнюються зазначені системи маркування з прийнятим в Україні маркуванням конструкційних матеріалів.

2. Міжнародні стандарти ISO та північноамериканські стандарти ASME з оформлення машинобудівних креслеників. Наведені відомості щодо форматів аркушів, основних надписів, ліній та їх застосування на кресленниках. Показано оформлення основних елементів креслеників (види, розрізи, розміри тощо). Висвітлені основні відмінності в вимогах оформлення креслеників за українськими та закордонними стандартами.

3. Міжнародні стандарти ISO та північноамериканські стандарти AWS з позначення на кресленниках відомостей щодо зварювання. Наведений перелік основних закордонних стандартів щодо зварювання, способів зварювання та зварювальних матеріалів. Показані символи зварювання для різних типів зварних швів, подані відомості про позначення основних розмірів зварних швів, наведені приклади з їх позначення, показані позначення способів зварювання. Висвітлені основні відмінності в вимогах позначення зварювальних швів за українськими та закордонними стандартами.

В кінці кожної лекції даються висновки, перелік використаних джерел та контрольні питання. Це сприяє закріпленню студентами вивченого матеріалу і використанню його на практиці при виконанні практичних робіт.

Блок практичних робіт орієнтований на активізацію виконавчого етапу навчання здобувачів та надає можливості здобувачам зануритися у процес реального створення та оформлення конструкторських документів за міжнародними стандартами. Робочою програмою курсу передбачено виконання наступних практичних робіт: «Визначення основних напрямків роботи міжнародних організацій зі стандартизації», «Підбір ЄвроДиректив та ЄвроНорм, яким повинні відповідати машини», «Розробка Технічного досьє (технічного файлу) на машину», «Призначення марок закордонних конструкційних матеріалів для деталей», «Розробка робочого креслеників за стандартами ISO», «Розробка складального зварювального креслеників за стандартами ASME». На кожну практичну роботу розроблені методичні вказівки з її виконання. Для більшої зацікавленості здобувачів в виконанні цих практичних робіт їм пропонується використовувати в якості машинобудівних об'єктів ті машини та деталі до них, які обрані ними в якості подальшої розробки в межах кваліфікаційної роботи.

За результатами курсу, з метою перевірки отриманих здобувачами знань, проводяться контрольні заходи. Теоретична частина оцінюється за результатами здачі контрольної тестової роботи, яка містить 10 теоретичних завдань з викладеного лекційного матеріалу. Практичні роботи оцінюються за результатами їх виконання та оформлення згідно вимог, викладених у методичних рекомендаціях до їх виконання та у відповідних міжнародних стандартах.

До курсу розроблений пакет навчально-методичних матеріалів [12, 13] у складі навчального посібника, конспекту лекцій та методичних вказівок до виконання практичних робіт.

Виконані роботи та їх результати вперше показали актуальність та необхідність одночасного навчання сучасних бакалаврів – машинобудівників основним вимогам національних та міжнародних стандартів з оформлення конструкторських документів та показали доцільність порівняння вимог різних стандартів до однотипних конструкторських документів для інтенсифікації засвоєння навчальних матеріалів.

Виконані роботи та їх результати мають практичну цінності у вигляді комплекту навчально-методичних матеріалів за курсами «Забезпечення якості коконструкторської документації» та «Міжнародні стандарти в машинобудуванні», які містять актуальні відомості про діючі в Україні та у інших промислово розвинених країнах стандартах щодо оформлення конструкторських документів.

Концепція навчання студентів-машинобудівників оформленню конструкторських документів за національними та міжнародними стандартами пройшла апробацію в навчальному процесі на протязі 5 років (2019–2024 рр.) та за відгуками здобувачів освіти є актуальною та ефективною.

Звісно, результати роботи мають обмеження за кількістю розглянутих стандартів, які застосовуються в конструкторській діяльності у відповідності до країни, рівня виконання та часового проміжку конструкторських робіт. Зважаючи на те, що наведені у навчально-методичних матеріалах стандарти та їх вимоги будуть постійно змінюватись за вимогами часу та розвитку науково-технічного прогресу, в майбутньому існує потреба періодично актуалізовувати навчальні матеріали та корегувати їх зміст у відповідності до постійного моніторингу нагальних потреб всіх сторін навчального процесу та стейкхолдерів.

6. Висновки

1. Визначені основні блоки найзатребуваніших сфер конструкторської діяльності інженерів-початківців, які стосуються оформлення складальних та робочих креслеників, позначення на них конструкційних та зварювальних матеріалів, оформлення експлуатаційних документів та сертифікатів відповідності.

2. Визначені та вивчені діючі на поточний час українські (ДСТУ) та закордонні (ISO, EN, ASME, AISI, JIS) стандарти стосовно основних напрямків конструкторської діяльності інженерів-початківців. Загальна кількість стандартів, потрібних для початкової роботи машинобудівника, складає близько 250 документів.

3. Розроблена та впроваджена в освітній процес бакалаврів спеціальності «133 Галузеве машинобудування» освітньо-професійної програми «Комп'ютерний інжиніринг у машинобудуванні» концепція навчання студентів-машинобудівників оформленню конструкторських документів за національними та міжнародними стандартами. Реалізація концепції виконана впровадженням в освітній процес двох курсів – «Забезпечення якості конструкторської документації» та «Міжнародні стандарти з машинобудування», які викладаються одночасно, та паралельно висвітлюють українські та міжнародні вимоги до розробки та оформлення конструкторських документів. Завдяки можливості порівнювати вимоги національних, міжнародних та закордонних стандартів та нормативів до оформлення конструкторських та інших технічних документів здобувачі більш якісно опановують навчальний матеріал та ефективніше набувають практичних навичок зі створення якісної сучасної конструкторської документації.

4. Розроблений комплект навчально-методичних матеріалів за двома навчальними курсами у вигляді навчальних посібників, конспектів лекцій та методичних рекомендацій до виконання практичних робіт.

Конфлікт інтересів

Автори декларують, що не мають конфлікту інтересів стосовно даного дослідження, в тому числі фінансового, особистісного характеру, авторства чи іншого характеру, що міг би вплинути на дослідження та його результати, представлені в даній статті.

Фінансування

Дослідження проводилось без фінансової підтримки.

Доступність даних

Дані будуть надані за обґрунтованим запитом.

Використання засобів штучного інтелекту

Автори підтверджують, що не використовували технології штучного інтелекту при створенні представленої роботи.

Подяка

Автори висловлюють щиру подяку завідувачу кафедри Інжинірингу та дизайну в машинобудуванні НТУ «Дніпровська політехніка» проф. Заболотному К.С. та доцентам Полушиній М.В. та Панченко О.В. за постійний та наполегливий пошук сучасних трендів в інжинірингу машинобудування та генерацію на його основі нових, інноваційних та актуальних ідей в навчанні майбутніх українських машинобудівників.

Література

1. Стандарт вищої освіти підготовки бакалавра за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» галузі знань 13 «Механічна інженерія» для першого (балаврського) рівня освіти (2020). Київ: МОН України.

2. Заболотний, К., Полушина, М., Панченко, О. (2021). Освітньо-професійна програма вищої освіти «Комп'ютерний інжиніринг у машинобудуванні». НТУ «Дніпровська політехніка».

3. Пілов, П., Франчук, В., Заболотний, К., Панченко, О. (2009). Концепція підготовки інженерів у віртуальних технологіях SolidWorks. Дніпро: Національний гірничий університет, 35.

4. Манжілевський, О., Іскович-Лотоцький, Р. (2021). Сучасні адитивні технології 3D друку. Особливості практичного застосування. Вінниця: ВНТУ, 105.

5. Заболотний, К., Гнатушенко, В., Селівьорстова, Т., Дмитрієва, І., Шедловська, Я. (2023). Огляд тенденцій застосування віртуальної реальності в машинобудуванні. Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні. ІТММ'2023. Дніпро: УДУНТ, 387–389.

6. Redwood, B., Schöffer, F., Garret, B. (2017). The 3D Printing Handbook. Technologies, design and applications. 3D Hubs B. V., 347.

7. Гелетій, В. М. Порівняльний аналіз стандартів України і ЄС у машинобудуванні. Національний університет «Львівська політехніка». Available at: https://lpnu.ua/porivnialnyi-analiz-standartiv-ukrainy-i-yes-u-mashynobuduvanni

8. Gregory, E.,, Armstrong, A. (2005). Welding symbols on drawings. CRC Press LLC, 71. https://doi.org/10.1533/9781845690410

9. Simmons, C., Maguire, D. (2009). Manual of Engineering Drawing: Technical Product Specification and Documentation to British and International Standards. Oxford: Butterworth-Heinemann, 369. https://doi.org/10.1016/b978-0-7506-8985-4.00034-6

10. Надутий, В., Ганкевич, В., Федоскін, В. (2005). Основи забезпечення якості конструкторської документації. Дніпро: НГУ, 125.

11. Бондаренко, А. (2023). Забезпечення якості конструкторських документів. Конспект лекцій. Available at: https://do.nmu.org.ua/enrol/index.php?id=5221

12. Кухар, В. (2023). Міжнародні стандарти в машинобудуванні. Дніпро: НТУ «ДП», 207.

13. Кухар, В. (2023). Міжнародні стандарти в машинобудуванні. Методичні рекомендації до практичних робіт для здобувачів ступеня бакалавра спеціальності 133 Галузеве машинобудування. Дніпро: НТУ «ДП», 38.

Received date 11.01.2024
Accepted date 21.02.2024
Published date 29.02.2024

Андрій Олексійович Бондаренко, Доктор технічних наук, професор, Кафедра інжинірингу та дизайну в машинобудуванні, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», пр. Дмитра Яворницького, 19, м. Дніпро, Україна, 49005
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7666-6752

Віктор Юрійович Кухар*, Кандидат технічних наук, доцент, кафедра інжинірингу та дизайну в машинобудуванні, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», пр. Дмитра Яворницького, 19, м. Дніпро, Україна, 49005
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1849-4489

***Corresponding author:** Viktor Kukhar, e-mail: kukhar.v.yu@nmu.one*