

В. В. Іванов¹
Т. М. Меленчук¹
А. М. Теплечук¹
Ю. М. Борзунов¹
Ю. І. Зайчик¹

КОНЦЕПЦІЇ ІНДУСТРІЯ 4.0 І ОСВІТА 4.0 ТА ВИКЛИКИ ДЛЯ ТЕМАТИКИ ДИПЛОМНИХ РОБІТ ІНЖЕНЕРІВ-АВТОМОБІЛІСТІВ

¹Національний університет «Одеська Політехніка»

Освіта в Україні стикається з багатьма викликами. Це швидкий технологічний прогрес, який змінює як суб'єкти навчання так і навчальні технології. Війна змусила викладачів і студентів опанувати всі форми дистанційного і змішаного навчання. Дистанційна освіта та нові технології зробили цифровізацію головною тенденцією сучасної освіти. З одного боку відсоток школярів, які бажають отримати вищу освіту, збільшився з іншого — між університетами існує жорстка конкуренція за абітурієнта, що спонукає для пошуку сучасніших і привабливіших освітніх програм. Частина студентів знаходиться за кордоном і розглядає запропоновані навчальні програми через призму працевлаштування в іноземних компаніях. Інтегрально всі ці виклики можна врахувати, якщо зіставити тематику дипломного проектування з основними напрямками концепцій Індустрія 4.0 та Освіта 4.0. Розвиток промисловості відбувається у напрямку розширення застосування комп'ютерних технологій, електронних пристроїв та врахування психологічних особливостей людини. Знаходять застосування самокеровані електричні автомобілі. Керування автомобілем з урахуванням реальної дорожньої ситуації здійснюється за допомогою штучного інтелекту. У деяких випадках автомобілем можна керувати дистанційно відповідно до ідеології інтернету речей. Такий автомобіль може розглядатись як мобільний робот. Ці новації важко впроваджувати у тематику дипломного проектування в галузі знань «Механічна інженерія». Знайдено певну область яка дозволяє зв'язати тематику дипломного проектування з частиною напрямків Індустрія 4.0. Це CAD/CAE/CAM системи, які є складовою Індустрія 3.0, але набули іншого сенсу. Онлайн сервіси CAE втілюють ідею віддалених інженерних лабораторій. CAD та CAM є складовими зворотного інжинірингу та необхідні для технології 3D-друку. Розвиток CAD перетворив креслення вузлів та деталей на об'єкти віртуальної реальності.

Ключові слова: Індустрія 4.0, Освіта 4.0, CAD/CAE/CAM системи, віддалені інженерні лабораторії, віртуальна реальність.

Вступ

Попри війну, вища освіта в Україні продовжує активно розвиватися. Більше того, вона демонструє значний прогрес у сфері гнучкості та впровадження цифрових і онлайн технологій, випереджаючи за цими показниками багато країн Європейського Союзу. Маючи проблеми з фінансуванням і матеріальними ресурсами, університети концентруються на розвитку освітніх технологій. Разом з цим навчальний матеріал має відповідати сучасним вимогам промисловості, особливо у контексті дипломного проектування, яке є ключовим етапом у підготовці фахівця. Тема дипломного проекту повинна відображати актуальні тенденції, оскільки часто саме вона стає вирішальним фактором для подальшого працевлаштування випускника.

Дипломне проектування в Україні певною мірою спирається на матеріали, одержані майбутнім бакалавром на переддипломній практиці. Передбачається, що студенти отримають креслення вуз-

ла, який надалі буде використаний як прототип. Темою бакалаврської роботи зазвичай є внесення змін до конструкції прототипу для досягнення кращої функціональності, зменшення витрат на виготовлення тощо. В умовах ринкової економіки креслення є комерційною таємницею і навіть не завжди існує можливість отримати докладний опис параметрів конструкції. Тобто розробку вузла студент починає з нуля. У таких умовах теми бакалаврських робіт спрощуються та збігаються з тематикою курсового проектування, як то: розробка зчеплення, проектування коробки передач, або навіть «Розрахунок, конструювання та контроль прямозубих і косозубих циліндричних передач в машинобудуванні», «Розрахунок, конструювання та контроль шліцьових з'єднань в машинобудуванні» [1]. Також викликом вибору тематики робіт є революційні зміни конструкції автомобілів. Поява гібридних та електромобілів різко знизилася вагомість та складність механічних вузлів та розширила використання електрики та особливо електроніки в автомобілі. Самокеровані електромобілі на двох, або навіть одного пасажира, так звані capsule, мають електричний двигун та косозубу передачу в якості трансмісії, а у триколісних автомобілів з одним ведучим колесом немає навіть кінцевого диференціала. Такий автомобіль швидше схожий на робота, ніж на автомобіль. Водночас, спеціальність 133 відноситься до галузі механічної інженерії і в такому автомобілі важко знайти вузли для звичної тематики дипломного проектування.

Ще одним викликом є широка інтеграція України у світову економіку, що спричиняє застосування в автопромисловості та автосервісі різних стандартів. Комбайни John Deere та бойова машина піхоти Bradley виготовлені за стандартом ANSI, автомобілі Мерседес та танки Леопард — за стандартом DIN чи ISO, японські Ніссан та Тойота — за стандартом JIS. І найбільшим викликом звичайно є війна з обстрілами та відсутністю світла. Незважаючи на це, ми все одно повинні досягти своєї мети: зробити тематику дипломного проектування сучасною, цікавою для студентів і водночас запропонований студенту обсяг роботи має бути реалістичним в умовах воєнного стану.

З більшістю перелічених проблем стикаються викладачі університетів різних країн. Зазначено, що новації у промисловості, методах досліджень вимагають нових підходів в організації навчального процесу [2]. Сучасні педагогічні методи знайшли більше поширення у викладанні гуманітарних дисциплін. Професори з інженерних дисциплін недостатньо обізнані в питаннях педагогіки, через те, що це далеко від їхніх професійних інтересів. Для подолання цього недоліку створено спеціальний фонд підтримки інновацій в дипломному проектуванні [3]. Наголошується, що випускники університету повинні мати необхідні компетенції, щоб працювати в умовах Індустрії 4.0, ознаками якої є автономні роботи, 3-Д моделювання, промисловий інтернет речей, адитивне виробництво, доповнена реальність та ін. Проведено аналіз навчальних програм, вимог до компетентності, а також дано опис курсів і практик у провідних університетах в царині інженерії. Запропоновані учбові програми, які відповідають вимогам Освіта 4.0 [4]. Наведено опис такої навчальної програми «Інженерна освіта 4.0» на основі аналізу різних джерел і програмних документів. [5].

Реалізована концепція SEPT Learning Factory, в якій поєднано навчання та участь в виробничому процесі. Навчальний процес повністю підпорядкований отриманню необхідних навичок з Індустрії 4.0. Вирішується комплекс завдань з проектування, моделювання, прототипування, 3D-друку металевих виробів, автоматизації збирання і тестування, а також впровадження кіберфізичних систем, та інтернету речей [6].

Наявні проблеми усвідомлюють викладачі вітчизняних університетів. Особливий акцент зроблено на осучасненні тематики дипломних проектів [7]. Дипломні проекти повинні виконуватись відповідно до тем, які відповідають напрямкам наукових досліджень та виконуються кафедрою за держбюджетними та науково-дослідницькими роботами. Здобувачу надається право вибору теми дипломного проекту, він може запропонувати і свою тему. Дипломні проекти, зазвичай, виконують в індивідуальному порядку. У тому випадку, коли темою проекту є складний об'єкт, допускається колективне виконання комплексного проекту [7]. Останню тезу підтримано також іншими авторами — дипломну роботу може розробляти один студент (індивідуальна дипломна робота) або група студентів (комплексна дипломна робота) [8]. Підтримку знайшла ідея відповідності тем магістерських робіт науково-технічній проблематиці кафедр. Наголошується що тематика дипломних робіт повинна бути обговорена на науково-методичному семінарі, водночас обсяг досліджень в роботі повинен розраховуватися, враховуючи можливості її виконання в термін, установлений графіком навчального процесу [9].

Метою статті є пошук тематики дипломних робіт інженерів-автомобілістів відповідно до сучасних викликів і згідно зі стратегією Освіта 4.0 та Індустрія 4.0, а також обговорення власного досвіду організації дипломного проектування.

Результати дослідження

Для розробки тематики дипломного проектування необхідно зіставити компоненти концепцій Освіта 4.0 та Індустрія 4.0 з особливостями завдань, які вирішують інженери, що працюють у автомобілебудуванні та в автосервісі. Якщо концепція Індустрія 4.0 має більш-менш стале змістовне наповнення, то термін Освіта 4.0 має дуже широке тлумачення [9], [10]. На одному боці програма міністерства освіти і науки України «Освіта 4.0: Український світанок» [11], яка орієнтована на школярів, а на другому — професійні курси і тренінги які бачать Освіта 4.0 як формування конкретних навичок до кожного з пунктів Індустрія 4.0 [12]. Зазвичай такий підхід відокремлюють як «Інженерна освіта 4.0». На погляд авторів для вищої освіти найдоречнішим є така структура цього поняття: персоналізоване навчання на основі здібностей учнів, використання нових навчальних пристроїв, інструментів та ресурсів (віртуальна та додана реальність), віддалені інженерні лабораторії; можливості навчання у різний час та у різних місцях, впровадження проектних та проблемно-орієнтованих підходів до навчання; використання експериментального та спільного навчання, залучення учнів у розробку навчальних програм; та посилення підходів наставництва. Відразу можна сказати, що не від хорошого життя але пункт «можливості навчання у різний час та у різних місцях» в Україні виконується повною мірою. Тут і онлайн навчання і змішана форма навчання, викладачі і студенти знаходяться у різних містах і різних країнах. Пункт «персоналізоване навчання на основі здібностей учнів» виконується для дипломного проектування завжди, бо це і є персональне навчання, а «залучення учнів до розробки навчальних програм», це можливість студента вибрати свою тему диплома. Пункт «віддалені інженерні лабораторії» також постійно реалізується коли студентам в режимі онлайн демонструють виконання лабораторної роботи. До речі виконання лабораторної роботи студентами, які фізично мають таку можливість і спеціально для цього підготовлені викладачем є прикладом «наставництва».

Розглянемо яким чином ідеологія Індустрія 4.0 може бути втілена у тематиці дипломного проектування (рис. 1). Важливою складовою концепції Smart City є самокеровані електричні автомобілі, так звані «capsule». Керування автомобілем з урахуванням реальної дорожньої ситуації навколо автомобіля є складною проблемою навіть для сучасного рівня розвитку штучного інтелекту. При цьому автомобіль який знаходиться у паркінгу може розглядатись, як побутовий прилад. Ним можна керувати дистанційно, використовуючи інтернет: блокувати або відчиняти двері, вмикати освітлення і кондиціонер, перевіряти стан заряду батареї. І тому такий автомобіль може розглядатись як мобільний робот. Таким чином дипломні роботи пов'язані з проектуванням самокерованих електричних автомобілів, втілюють відразу три напрями Індустрія 4.0 — Роботи, Інтернет речей, Штучний інтелект [13].

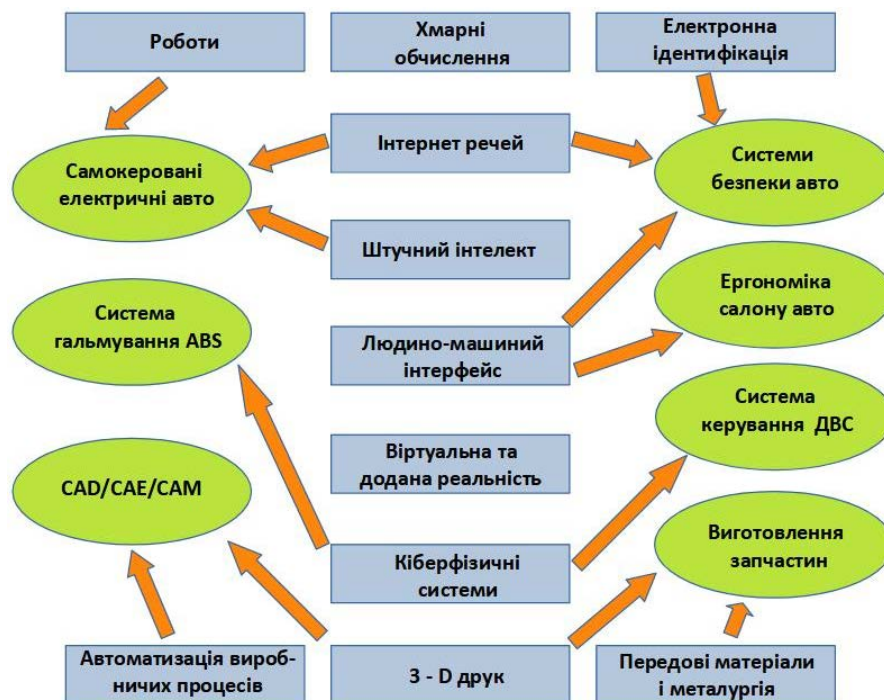


Рис. 1. Сфери автомобілебудування, пов'язані з концепцією Індустрія 4.0

Для захисту автомобіля від викрадення впроваджена електронна ідентифікація власника автомобіля, яка передбачає блокування вузлів автомобіля за допомогою інтернету, як у концепції інтернету речей. Людино-машинний інтерфейс допомагає водію не заснути і перевіряє його на алкогольне сп'яніння. Звичайно, що розробка ергономіки сучасних автомобілів відбувається відповідно до концепції людино-машинного інтерфейсу. Система керування двигуном внутрішнього згорання яка має електронні, електричні і механічні компоненти і забезпечує правильне функціонування механізмів та оптимальні параметри теплофізичних і гідродинамічних процесів у двигуні є гарним прикладом кіберфізичної системи. До кіберфізичної системи можна також віднести систему гальмування ABS.

Для виготовлення деталей автомобіля широко використовують нові типи пластмас, а для виготовлення запчастин дуже зручно користуватись 3D-друком. Автоматизація виробничих процесів звичайно містить, як складову автоматизацію проєктування CAD/CAE/CAM. Створення моделей деталей для 3D-друку також потребує створення 3D-моделей деталей CAD. Якщо для виготовлення запчастин використовуються нові, ще не апробовані матеріали необхідно проведення відповідних розрахунків CAE [14].

Як видно, більшість сфер автомобілебудування, пов'язаних з напрямками Індустрії 4.0, відносяться до комп'ютерних наук, електроніки та психології водія. Ця тематика не може бути повною мірою використана у дипломному проєктуванні з галузі знань Механічна інженерія. Те, що завжди було важливою частиною компетентності інженера-автомобіліста — CAD/CAE/CAM у концепції Індустрії 4.0 посідає важливе місце і пов'язане з повною автоматизацією процесу виробництва, 3D-друком і опосередковано — з використанням нових матеріалів і досягненнями у металургії. Розвиток програмних комплексів CAD/CAE/CAM надав їм нової властивості — створення віртуальної реальності. Створені 3D-моделі є фотореалістичними, можна моделювати рух чи деформацію моделей у реальному часі, складати чи розбирати створені механізми. Моделювання роботи механізмів двигуна у поєднанні з розглядом теплофізичних і гідродинамічних процесів це теж завдання, з яким можуть впоратись сучасні програмні комплекси CAD/CAE/CAM, до прикладу, CATIA, ANSYS CFX-Solver, ProCast. Також програмні комплекси ADAMS, Microsoft Robotics Developer Studio, RoboGuide дозволяють імітувати рух роботів з урахуванням динаміки. Таким чином очевидно, що програмні комплекси CAD/CAE/CAM є частиною інших напрямків Індустрії 4.0. Розглянемо яким чином це може бути втілено в дипломне проєктування освітньої програми «Комп'ютерне проєктування і діагностика колісних транспортних засобів» на прикладі виконаних дипломних робіт.

Розрахунок трансмісії транспортних засобів повною мірою реалізований в програмному комплексі Inventor. Існує можливість проєктування всіх типів зубчастих передач, черв'ячних передач та передач гнучким зв'язком. Також реалізовані розрахунки підшипникових вузлів та муфт. Розрахунок може вестись за стандартами ANSI/AGMA, ISO, JGMA та DIN. На рис. 2 показано геометричний розрахунок прямозубої циліндричної передачі. Трохи менше можливостей надає програмний комплекс Mechanical Desktop. Це розрахунок опорних вузлів, валів, кулачків та пружин.

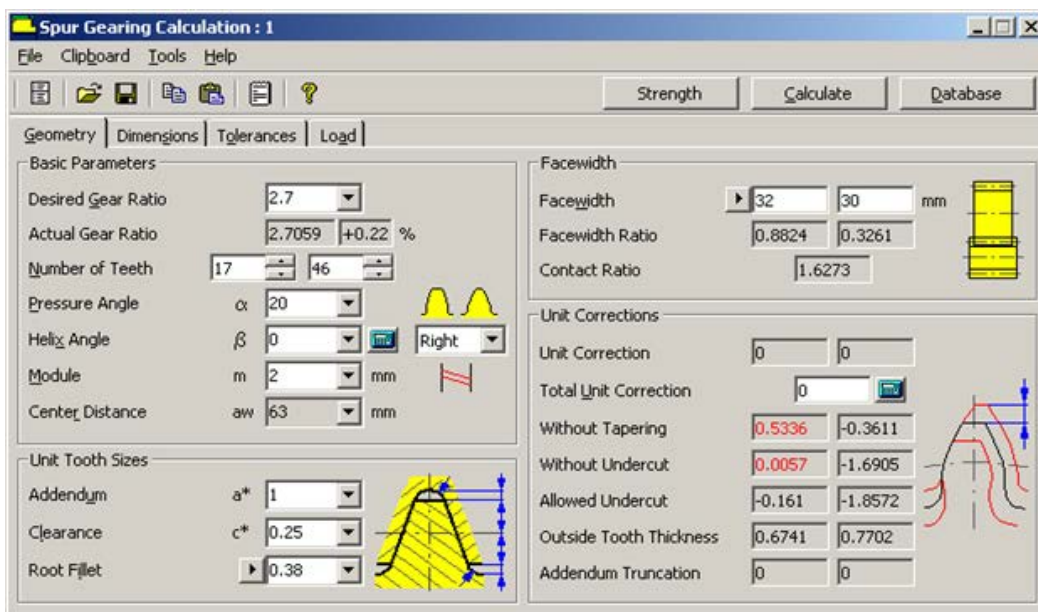


Рис. 2. Геометричний розрахунок зубчастої передачі з використанням програмного комплексу Inventor

Придбання програмних комплексів є проблемою, тому зручно використовувати безкоштовні онлайн сервіси. Наприклад, онлайн сервіси з розрахунку підшипникових вузлів SKF та Tribology. Показано знімок екрану онлайн сервісу Tribology на рис. 3. Ці сервіси мають ширші можливості ніж стандартний розрахунок, наприклад сервіс SKF дає можливість визначення втрат потужності та навіть обсягу викидів вуглецю.

Є також можливість розрахунку зубчастих передач за допомогою онлайн сервісів. Сервіс KHK Gears дає можливість перевірного та проектного розрахунку на контактну та згинальну міцність циліндричних прямозубих та косозубих коліс, конічних прямозубих та з круговими зубцями, а також черв'ячних передач (рис. 4). Цікавою є можливість дослідження навантажувальної спроможності передач в залежності від кінематичної в'язкості мастила.



Рис. 3. Розрахунок показників довговічності підшипника за допомогою онлайн сервісу Tribology

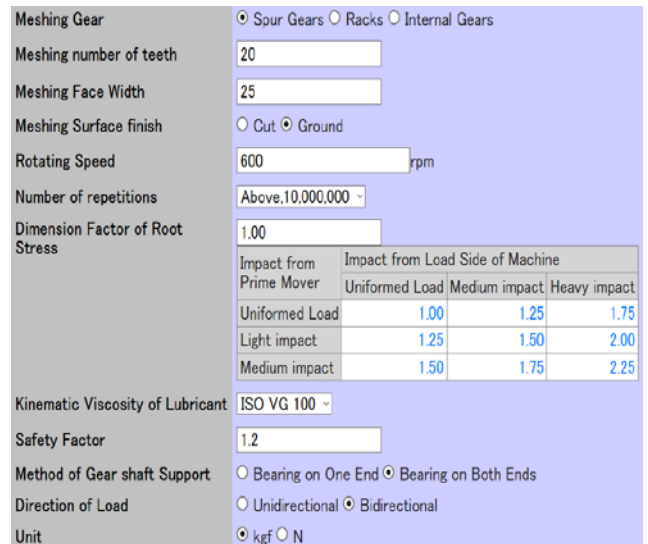


Рис. 4. Розрахунок навантажувальної спроможності зубчастої передачі за допомогою онлайн сервісу KHK Gears

Наведені приклади відповідають напрямку «Освіта 4.0. інженерна лабораторія», яка дозволяє проектувати трансмісії та проводити певні дослідження з їхньої енергоефективності та навантажувальної спроможності. За використання онлайн сервісів реалізуються віддалені інженерні лабораторії.

Метод скінчених елементів (МСЕ), відомий як метод наукового дослідження, завдяки можливостям, що надають програмні комплекси інженерного проектування, стає частиною процесу проектування і використовується інженерами-проектувальниками. Тому доцільно ширше використовувати цей метод у дипломному проектуванні, наприклад, для точнішого розрахунку згинальних напруг в зубцях (рис. 5). Можна дослідити залежність згинальних напруг від кількості зубів, коефіцієнта радіального зазору та коефіцієнта корекції.

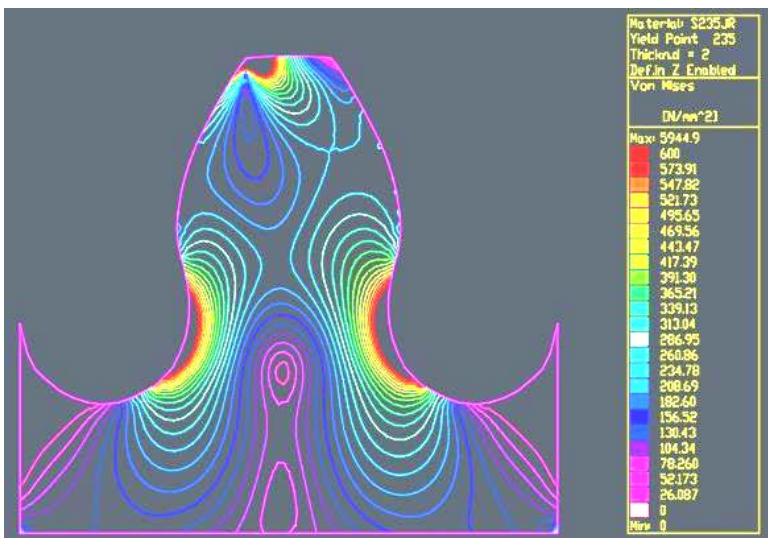


Рис. 5. Дослідження згинальних напруг МСЕ

Новим стандартом проектування стало 3D-моделювання. Спочатку виконуються 3D креслення, які потім перетворюються у проєкції на площину і перерізи. Це дає нові можливості — наочність спроектованої конструкції, автоматичну перевірку розмірних ланцюгів, а також проведення необхідної підготовчої роботи для розрахунків на міцність, включно з МСЕ. Але якщо залишити незмінними вимоги до креслень бакалаврської роботи — креслення вузла у трьох проєкціях, побудова перерізів, креслення деталей, то технологія 3D креслень потребує набагато бі-

льше часу ніж безпосереднє виконання 2D креслень. Тому у цьому випадку можливо краще вимагати рендер конструкції у зборі, знімки екрану, 3D зображення деталей і 2D креслення тільки однієї деталі для демонстрації обізнаності у оформленні робочого креслення деталі. Використання 3D-модельовання насправді дозволяє створювати віртуальну реальність (рис. 6). Для того щоб виконання 3D креслень не було справою найобдарованіших студентів необхідно накопичувати базу 3D креслень деталей, які можуть бути використані дипломантами. Редагування 3D креслень це менш трудомісткій процес ніж створення нових.

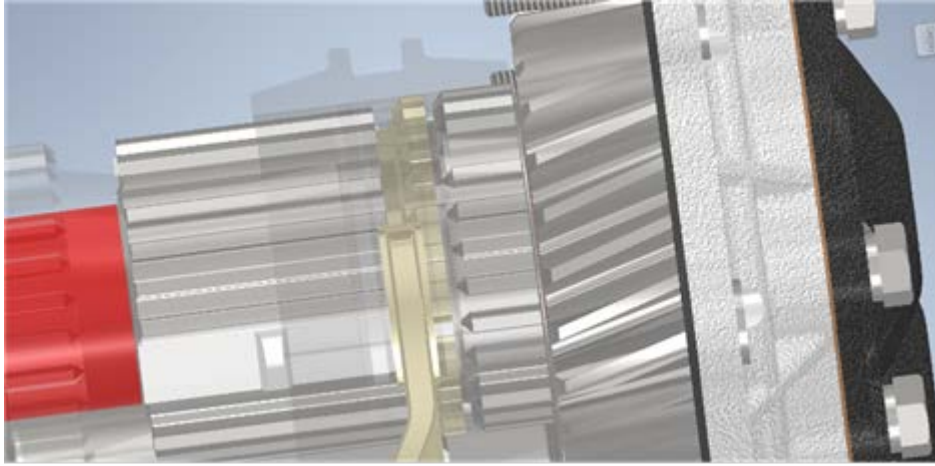


Рис. 6. Віртуальна реальність, створена за допомогою програмного комплексу Inventor

На багатьох СТО відбувається тільки діагностування пошкоджених вузлів і деталей та заміна їх новими, замовленими у виробника. Студенти не мають можливості побачити ремонт вузлів і виготовлення деталей. Заповнити цю прогалину може технологія 3D-друку. Зараз цілком реально мати на кафедрі або принаймні в інституті 3D-принтер. Найзручніше використання програми розробленої AutoDESK — TinkerCAD. 3D-моделі деталей, розроблені в Inventor, можуть бути експортовані в TinkerCAD. Замість деталей реального розміру можуть бути виготовлені їхні зменшені копії. Бакалаврська робота може реалізовувати технологію зворотного інжинірингу. Спочатку обстеження деталі, виявлення пошкоджень, з'ясування конструкції деталі, метрологічні вимірювання, розрахунки на міцність, можлива модернізація, 3D-модель та виготовлення за допомогою 3D-друку.

Висновки

У сучасних автомобілях втілено багато напрямків концепції Індустрія 4.0. Для забезпечення захисту автомобіля від викрадення впроваджено систему електронної ідентифікації, блокування вузлів автомобіля через інтернет відповідає концепції Інтернету Речей. Людино-машинний інтерфейс контролює стан водія та використовується для розробки ергономіки автомобілів. Система управління двигуном внутрішнього згорання є прикладом кіберфізичної системи. Вона складається з електронних, електричних і механічних компонентів та забезпечує оптимальні параметри теплофізичних і гідродинамічних процесів. Проектування самокерованих електричних автомобілів інтегрує три напрями концепції Індустрія 4.0: роботи, Інтернет Речей і штучний інтелект. Достатньо складно втілити ці новації у тематику галузі знань Механічна інженерія. Знайдені складові концепції Індустрія 4.0, які водночас притаманні сучасному процесу проектування автомобіля, що дозволило розробити тематику дипломного проектування для освітньої програми «Комп'ютерне проектування і діагностика колісних транспортних засобів» відповідно до напрямків концепцій Освіта 4.0 та Індустрія 4.0. Доцільне застосування в дипломному проектуванні програмних комплексів CAD/CAE/CAM та онлайн сервісів розрахунку трансмісії. Це дозволяє втілити такі напрями концепції Індустрія 4.0, як «Автоматизація виробничих процесів», «3D-друк» та «Віртуальна реальність» і «Додана реальність». Онлайн сервіси CAE реалізують концепцію віддалених інженерних лабораторій, тоді як CAD і CAM є важливими для зворотного інжинірингу та технології 3D-друку. Розвиток CAD перетворив кресленики вузлів і деталей на об'єкти віртуальної реальності, що значно спрощує процес проектування та виробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Я. Степчин, і О. Мельник, «Методичні рекомендації для підготовки, виконання та захисту бакалаврських кваліфікаційних робіт.» Державний університет «Житомирська політехніка», 2021, с. 38. <https://learn.ztu.edu.ua/course/view.php?id=1853> .
- [2] C. Guerin, H. Kerr, and I. Green, “Supervision pedagogies: Narratives from the field,” *Teaching in Higher Education*, vol. 20 (1), pp. 107-118, 2015. <https://doi.org/10.1080/13562517.2014.957271> .
- [3] M. Hernandez-de-Menendez, C. Escobar Díaz, and R. Morales-Menendez, “Engineering education for smart 4.0 technology: a review,” *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, vol. 14 pp. 789-803, 2020. <https://doi.org/10.1007/s12008-020-00672-x> .
- [4] R. Ramirez-Mendoza, R. Morales-Menendez, H. Iqbal, H., and R. Parra-Saldivar, “Engineering Education 4.0: — proposal for a new Curricula,” in *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 2018, pp. 1273-1282. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2018.8363376> .
- [5] M. Elbestawi, D. Centea, I. Singh, and T. Wanyama, “SEPT learning factory for industry 4.0 education and applied research,” *Procedia manufacturing*, vol. 23, pp. 249-254, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.04.025> .
- [6] Н. Фідровська, С. Ковалевський, і О. Олейнікова, «Дипломне проєктування: методичні вказівки для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти галузі знань 13 – Механічна інженерія: спеціальності 133 Галузеве машинобудування.» Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т., Харків, 2023, с. 36. <https://dspace.khadi.kharkov.ua/handle/123456789/12201> .
- [7] Н. Хомик, М. Сташків, і В. Олексюк, «Методичний посібник до виконання дипломної роботи для здобуття освітнього ступеня «магістр» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» з орієнтацією на спеціалізацію «Машини сільськогосподарського виробництва»,» Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2018, с. 164. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/24775> .
- [8] А. Головчук, *Методичні вказівки до виконання та захисту магістерських робіт для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» («Колісні та гусеничні транспортні засоби») освітнього ступеня «магістр» усіх форм навчання.* Запоріжжя, Україна: ЗНТУ, 2017, с. 26. <https://eir.zp.edu.ua/server/api/core/bitstreams/d612434b-fd8a-47bb-b0b6-9ebc059a8826/content> .
- [9] A. S. Souza, and L. Debs, “Concepts, innovative technologies, learning approaches and trend topics in education 4.0: A scoping literature review,” *Social Sciences & Humanities Open*, vol. 9, no. 100902, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2024.100902> .
- [10] E. Mukul, and G. Büyükközkın, “Digital transformation in education: A systematic review of education 4.0,” *Technological forecasting and social change*, vol. 194, no 122664, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122664> .
- [11] O. Hurman, and A. Kviatkovska, “The impact of industry 4.0 on the modern world educational process and in Ukraine,” *Scientific Journal of Polonia University*, no. 59(4), pp. 23-2, 2023. [Electronic resource]. Available: <http://pnap.ap.edu.pl/index.php/pnap/article/view/1163> .
- [12] M. Ciolacu, B. Mihăilescu, T. Rachbauer, C. Hansen, C. Amza, and P. Svasta, “Fostering engineering education 4.0 paradigm facing the pandemic and VUCA world,” *Procedia Computer Science*, vol. 217, pp. 177-186, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.213> .
- [13] V. Ivanov, L. Dimitrov, S. Ivanova, and G. Urum, “Industry 4.0 Approaches to the Standardization of Spur Bevel Gears,” in International Conference “New Technologies, Development and Applications”, *Lecture Notes in Networks and Systems*, vol. 1069, pp. 443-451, 2024. https://doi.org/10.1007/978-3-031-66268-3_45 .
- [14] V. Ivanov, L. Dimitrov, S. Ivanova, and M. Volkova, “Reverse engineering in the remanufacturing: metrology, project management, redesign,” in *New Technologies, Development and Applications*, International Conference, *Lecture Notes in Networks and Systems*, vol. 233, pp. 169-176, 2021. https://doi.org/10.1007/978-3-030-75275-0_20 2021 .

Рекомендована кафедрою автомобілів та транспортного менеджменту ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 23.09.2024

Іванов Віктор Володимирович — д-р техн. наук, професор, професор кафедри автомобільного транспорту та логістики, e-mail: ivv@op.edu.ua ;

Меленчук Тетяна Михайлівна — д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри автомобільного транспорту та логістики, e-mail: melenchuk.t.m@op.edu.ua ;

Теплечук Анатолій Михайлович — старший викладач кафедри автомобільного транспорту та логістики, e-mail: a.m.teplechuk@op.edu.ua ;

Борзунов Юрій Леонідович — старший викладач кафедри автомобільного транспорту та логістики, e-mail: borzunov.y.l@op.edu.ua ;

Зайчик Юрій Ігорович — старший викладач кафедри автомобільного транспорту та логістики, e-mail: zaichuk.y.i@op.edu.ua .

Національний університет «Одеська політехніка», Одеса

V. V. Ivanov¹
 T. M. Melenchuk¹
 A. M. Teplechuk¹
 Yu. L. Borzunov¹
 Yu. I. Zaichyk¹

Industry 4.0 & Education 4.0 Concepts and Challenges for Topics of Thesis of Automobile Engineers

¹Odesa National Polytechnic University

Education in Ukraine faces many challenges. This is a rapid technological progress that changes both subjects of study and educational technologies. The war forced teachers and students to master all forms of distance and blended learning. Distance education and new technologies have made digitization the main trend of modern education. On the one hand, the percentage of students who want to get higher education has increased; on the other hand, there is fierce competition between universities for applicants, which encourages the search for more modern and attractive educational programs. Part of the students is abroad and considers the proposed educational programs through the prism of employment in foreign companies. All these challenges can be taken into account integrally, if you compare the topic of diploma design with the main areas of Industry 4.0 and Education 4.0. The development of industry takes place in the direction of expanding the use of computers, technologies, electronic devices and taking into account the psychological characteristics of a person. Self-driving electric cars are being used. Driving the car taking into account the real road situation is carried out with the help of artificial intelligence. In some cases, the car can be controlled remotely in accordance with the ideology of the Internet of Things. Such a car can be considered as a mobile robot. These innovations are difficult to implement in the subject of diploma design in the field of knowledge Mechanical Engineering. A certain area has been found that enables to connect the topic of diploma design with part of the Industry 4.0 directions. These are CAD/CAE/CAM systems that are part of Industry 3.0, but have acquired a different meaning. Online CAE services implement the idea of remote engineering laboratories. CAD and CAM are components of reverse engineering and are necessary for 3D-printing technology. The development of CAD turned drawings of nodes and parts into objects of virtual reality.

Keywords: Industry 4.0, Education 4.0, CAD/CAE/CAM systems, remote engineering laboratories, virtual reality.

Ivanov Viktor V. — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Chair of Road Transport and Logistics, e-mail: ivv@op.edu.ua ;

Melenchuk Tetiana M. — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Chair of Road Transport and Logistics, e-mail: melenchuk.t.m@op.edu.ua ;

Teplechuk Anatolii M. — Senior Lecturer of the Chair of Road Transport and Logistics, e-mail: a.m.teplechuk@op.edu.ua ;

Borzunov Yurii L. — Senior Lecturer of the Chair of Road Transport and Logistics, e-mail: borzunov.y.l@op.edu.ua ;

Zaichyk Yurii I. — Senior Lecturer of the Chair of Road Transport and Logistics, e-mail: zaichyk.y.i@op.edu.ua