

ВІСНИК

Національної академії Державної
прикордонної служби України

Серія: педагогіка

Електронне наукове фахове видання

Засновник: Національна академія Державної прикордонної служби
України імені Богдана Хмельницького

Рік заснування: 2009

Періодичність: 5 разів на рік

*Включено до Переліку електронних наукових фахових видань України у галузі
юридичних наук: Наказ Міністерства освіти і науки України
від 29.12.2014 № 1528*



Випуск 4

2019

Іван ЦДИЛО

доктор педагогічних наук, професор,
в.о. завідувача кафедри комп'ютерних технологій,
Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка,
м. Тернопіль, Україна
ORCID ID: 0000-0002-0202-348X
tsidylo@ukr.net

Ярослав ЗАМОРА

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри машинознавства та транспорту,
Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка,
м. Тернопіль, Україна
ORCID ID: 0000-0001-6470-8233
zamora@bigmir.net

Юрій СОКОТОВ

асистент кафедри сфери обслуговування, технологій та охорони праці, Тернопільський
національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка,
м. Тернопіль, Україна
ORCID ID: 0000-0002-8654-5882
juryy2104@gmail.com

ТЕХНОЛОГІЯ 3D-ДРУКУ ЯК ІКТ АКТУАЛІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ІНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГІЧНОГО ФАХІВЦЯ У ГАЛУЗІ ТРАНСПОРТУ

У статті розглядається проблема застосування технології 3D-друку у процесі підготовки майбутніх інженерно-педагогічних фахівців у галузі транспорту. Акцентується увага на тому, що традиційні варіанти подачі інформації не дозволяють в повному обсязі розглянути навчальний матеріал. Показано, що включивши технологію 3D-друку в навчальний процес, можна засвоїти багато методичних засобів інформаційно-комунікаційних технологій які здатні полегшити педагогічний процес, зробити більш різноманітною і творчою роботу викладача і студентів. Встановлено, що головну роль у вирішенні підвищення ефективності навчального процесу відводиться не тільки формам, методам, а й засобам навчання, зокрема технології 3D-друку. Окреслено особливості застосування технології швидкого прототипування та описано технології створення прототипу з використання 3D-принтера у професійній підготовці фахівців галузі транспорту. Розглянуто основні технічні характеристики 3D-принтера Prusa i3 UA та технологію його налаштування щодо створення фізичного об'єкта шляхом послідовного накладання пластичного матеріалу. Визначено повний цикл підготовки цифрової моделі тривимірного об'єкта на друк від етапу проектування до етапу втілення в її кінцевому вигляді, що дає можливість не тільки наочно побачити проєктовану деталь, але і оцінити інші її характеристики. Як приклад, запропоновано можливість самостійного

проектування та виготовлення 3D-моделі шестірні приводу склопідіймача дверей автомобілів з метою ремонту та її заміни. Застосування технології 3D-друку як актуалізації навчальної діяльності інженерно-педагогічного фахівця у галузі транспорту сприяє формуванню здатності студентів щодо використання нових матеріалів, збільшення якості, точності та міцності одержуваних об'єктів та перспектив використання технології 3D-друку при виконанні ремонтних робіт у галузі автотранспорту.

Ключові слова: навчальний процес, інформаційно-комунікаційні технології, прототипування, 3D-модель, методи 3D-друку, 3D-принтер, фахівець у галузі транспорту.

1. ВСТУП

Постановка проблеми. Важливим напрямом розвитку сучасного суспільства є інформатизація та комп'ютеризація вищої, в тому числі професійної освіти. У процесі викладання фахових дисциплін педагоги стикаються з проблемою необхідності застосування великої кількості наочного матеріалу (плакати, схеми, прилади в натуральну величину). Пропоновані дидактичні матеріали повинні бути зручні всім учасникам навчального процесу, незалежно від місця знаходження в аудиторії, кількості демонстрованих матеріалів, навіть в умовах обмеженості в часі. Традиційний варіант із застосуванням «дошки та крейди» не дозволяє в повному обсязі розглянути навчальний матеріал. Включивши інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) навчання у навчальний процес, можна освоїти багато методичних засобів які здатні полегшити педагогічний процес, зробити більш різноманітною і творчою роботу викладача і студентів тим самим підвищити якість навчання. За допомогою ІКТ підвищується позитивна мотивація студентів до навчання, активізується пізнавальна діяльність, розвивається мислення і творчі здібності. У сучасних закладах освіти значно розширюється арсенал засобів навчання, які повсякденно застосовуються викладачем у навчальній роботі. Педагогічний принцип наочності навчання вимагає постійного вдосконалення засобів навчання, що відповідають рівню розвитку науки і техніки. Підвищення якості викладання тісно пов'язане з докорінним покращенням методів навчання, що в свою чергу залежить і від застосування широкого комплексу технічних засобів навчання [3].

Головна роль у вирішенні підвищення ефективності навчального процесу відводиться не тільки формам, методам, а й засобам навчання. Від раціональної організації застосування різноманітних засобів навчання в значній мірі залежить ефективність заняття. Активне застосування технічних засобів навчання стає невід'ємною частиною навчального процесу. Там де технічні засоби використовуються грамотно і систематично, вони сприяють підвищенню ефективності та якості навчання. Впровадження ІКТ в практику роботи освітнього закладу відкриває великі можливості для поліпшення і вдосконалення освітніх педагогічних методик, обміну досвідом та творчого підходу до викладання фахових дисциплін. Актуальність дослідження підтверджується значною кількістю напрямів, щодо проблеми вдосконалення навчального процесу із застосування ІКТ у навчанні, зокрема використання технологій 3-D друку в організації навчальної діяльності студентів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Інформатизація освіти, розвиток науково-методичної бази, створення дієвого навчально-комп'ютерного середовища відбувається за різними напрямами наукових досліджень, зокрема: теоретико-методичні засади формування інформаційного освітнього простору та використання ІКТ у неперервній педагогічній освіті – К. Р. Колос, В. В. Олійник, М. І. Жалдак, А. М. Гуржій, А. М. Коломієць, Т. І. Коваль; ІКТ підтримки відкритої освіти й наукової діяльності – О. М. Спірін, А. Ф. Манако, А. В. Яцишин, С. М. Іванова, особливості використання засобів ІКТ у предметно орієнтованій діяльності – О. Е. Коневщинська, О. М. Соколюк, О. П. Пінчук та ін.; застосування інтелектуальних інформаційних технологій у вивченні та інтерпретації педагогічних явищ і процесів – І. М. Цідило та ін.; зарубіжний досвід використання ІКТ та формування інформаційно-комунікаційної компетентності суб'єктів навчально-виховного процесу – О. В. Овчарук, І. Д. Малицька, Н. М. Авшенюк, А. А. Сбруєва, О. І. Локшина та ін.

Метою статті є розкрити технологію використання 3D-друку в якості засобу ІКТ у навчанні на заняттях з вивчення фахових дисциплін для підготовки інженерів-педагогів галузі транспорту.

2. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У процесі реалізації професійної діяльності педагога професійної освіти відбувається не тільки процес простого засвоєння дисципліни, але й процес оволодіння спеціальністю. Метою професійно-педагогічної освіти є теоретична та практична підготовка до певної професії. В даному процесі відбувається цілісне становлення особистості, її освіченість, соціалізація і професіоналізація. Це спонукає до необхідності застосування нових цікавих технологій. Серед особливостей підготовки майбутнього педагога професійної освіти, можна виділити наступні:

- приділяється увага як педагогічній так і спеціальній професійній підготовці студентів;
- у процесі підготовки майбутнього педагога професійної освіти важливі ролі відводяться як розвитку виробничо-технологічних і організаційно-управлінських навичок так і навичок методичної та власне педагогічної роботи.
- у процесі педагогічної підготовки студента професійно-педагогічного спрямування особлива роль відводиться викладацькій діяльності, а не виховній.

Одним з головних напрямів сучасної професійно-педагогічної освіти є поєднання традиційних методів та прийомів навчання з пошуком новітніх цікавих і ефективних шляхів і засобів навчання.

На сьогодні, широко застосовується технологія швидкого прототипування (RP – rapid prototyping), яка почала розвиватися в останнє десятиріччя, але через дороговизну використовуваного обладнання, застосовується лише на великих комерційних підприємствах [4, с. 93]. Сьогодні ці технології створення прототипу виробів значно подешевшали і «вийшли» за рамки підприємств – у повсякденне використання і, що закономірно, в освітні організації. З впровадженням і застосуванням пристроїв швидкого прототипування стає

можливим моделювання повного циклу створення деталі чи виробу, ілюстрації його життєвого циклу від етапу проектування до етапу виготовлення. Побачити майбутню модель, а в деяких випадках і реальну не тільки на екрані монітора, але і в твердій копії це безцінна допомога для викладача, як у напрямі розвитку наочності навчального процесу, так і в напрямі мотивації і в процесі матеріалізації продуктів праці.

Швидке прототипування – це технологія швидкого «макетування», швидкого створення дослідних зразків або виготовлення моделі системи для її демонстрації або перевірки можливості реалізації. Прототип отримується за допомогою спеціальних апаратів – 3D-принтерів зі спеціального матеріалу – пластика. В освіті застосування технології швидкого прототипування можна розглядати з різноманітних поглядів: з педагогічного, методичного та технологічного.

Значно впливає на якість друку виробів конструкція принтера. Серед персональних, настільних, домашніх, побутових 3D-принтерів можна виділити два принципово різних типи конструкції. Перший – це коли друкуюча головка і платформа переміщуються на круглих осях. Другий – друкуюча головка і платформа переміщуються на прямокутних напрямних. Також дуже важливо, щоб в конструкції було якомога менше рухомих частин (щоб не трясло) та відсутність люфтів (зазорів між деталями). Домогтися високої точності і стабільності друку, легше буде з конструкцією другого типу. В цьому випадку є менше люфтів і менше зайвих деталей. Конструкція більш щільна.

Технології створення прототипу виробу різноманітні і їх можна розділити на такі типи: стереолітографія; лазерне спікання порошкових матеріалів; пошаровий друк розплавленої полімерної нитки; технологія струменевого моделювання; технологія склеювання порошоків; ламінування листових матеріалів; опромінення ультрафіолетом через фотомаску.

Дана класифікація не є усталеною, але відображає майже всі технології, що застосовуються на сьогоднішній день [5].

У 3D-принтерах екструзійного принципу (більшість персональних / настільних 3D-принтерів) як витратний матеріал використовується нитка термопластика трьох типів: ABS, PLA і PVA1. Вибір типу пластика залежить від сфери застосування моделей і можливістю 3D-принтера працювати з двома (і більше) типами пластика, або тільки з якимось одним.

Можливості візуалізація процесу розрахунку механічних передач засобами APM TRANS та застосування технології 3-D друку на заняттях з основ матеріалознавства розкрито нами у роботах [1; 6]. На наш погляд, технологія застосування 3D-друку в якості засобу ІКТ навчання у процесі підготовки інженерно-педагогічних фахівців у галузі автотранспорту є однією з необхідних в даному середовищі інновацією. Використання 3D-принтера ми пропонуємо при підготовці фахівців спеціальності 015.20 «Професійна освіта (Транспорт)», що здійснюється у нашому виші – Тернопільському національному педагогічному університеті імені Володимира Гнатюка. Зокрема, його застосування для виготовлення пластикових деталей, які безпосередньо можна використати для ремонту транспортних засобів на лабораторно-практичних заняттях підготовки фахівців у галузі автотранспорту при вивченні дисципліни «Ремонт транспортних машин».

Нами використовується 3D-принтер Prusa i3 UA (див. рис. 1), який працює за технологією FDM (Fused deposition modeling – метод пошарового наплавлення або екструзії пластика): модель виготовляється нанесенням тонких шарів розплавленого матеріалу один на одного.

Основні технічні характеристики 3D-принтера Prusa i3 UA: товщина нитки, мм – 1,75; роздільна здатність друку по осі Z, мкм – Lite -100, Pro, NextGen – 50; максимальна швидкість друку, см³/год – 30; швидкість переміщення друкуючої головки, мм/с – 150; точність позиціонування, мкм XYZ – 50; максимальні розміри моделі, мм – залежать від моделі 3D принтера Prusa; кількість головок (екструдерів) – залежать від моделі 3D принтера Prusa; кількість головок (екструдерів) – 1; програмне забезпечення для роботи – Cura, Repetier-Host; формат файлів для друку –.stl, .obj; підтримка Windows, Mac, Linux

– так; робоча температура екструдера, °С – 190-245; робоча температура столу, °С – 60-110; матеріал екструдера – алюміній / латунь / композит; енергоспоживання – 220 В, 50-60 Гц; країна виробник – Україна.

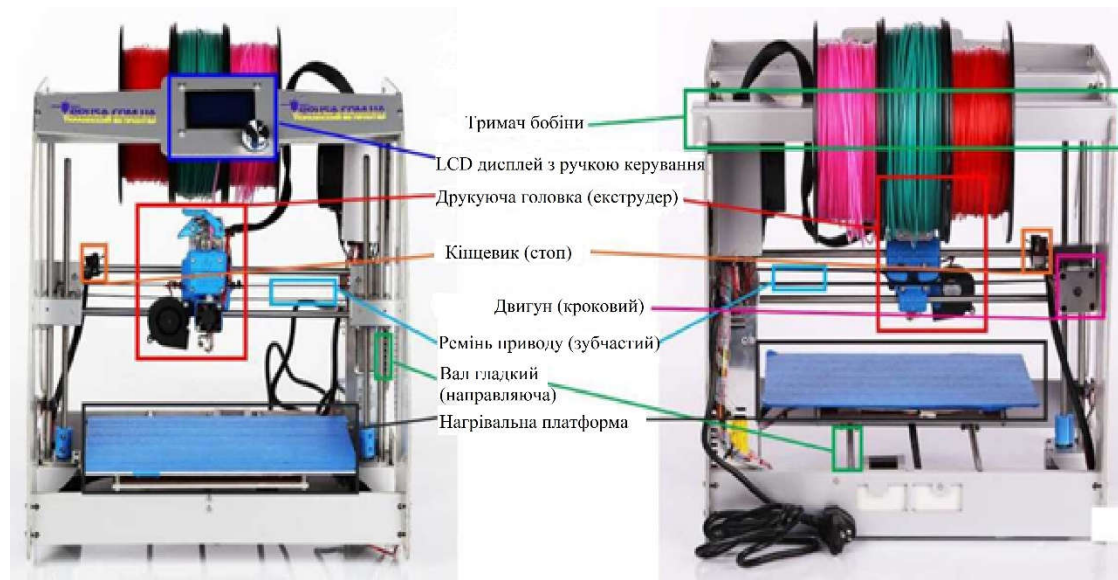


Рис.1. Зовнішній вигляд 3D-принтера Prusa i3 UA

В якості сировини може бути використаний один із трьох типів вище наведених пластиків. Завдяки використанню різних пластиків можна отримати досить широкий діапазон моделей, що володіють різними фізико-хімічними властивостями: міцні, гнучкі, що світяться, нешкідливі для здоров'я, розчинні у воді та з багатьма іншими властивостями. Перераховані пластики досить практичні: вони піддаються різанню, свердлінню, шліфуванню, фарбуванню, склеюванню та хімічній обробці. Крім того, завдяки регулярній появі нових типів пластикових ниток для 3D-принтерів технічні та творчі можливості використання даної технології можна значно розширити.

Слід зауважити, що Prusa i3 UA працює на відкритому програмному забезпеченні, тому є можливість використовувати будь-яку зручну програму, яка підтримує 3D-принтери, а також він поставляється вже з відкаліброваною платформою.

За умови встановлення необхідного програмного забезпечення, друк за допомогою меню 3D-принтера не складає особливих труднощів та відбувається в наступній послідовності:

1. Вставлення карти з підготовленим в CURA (або Repetier-host) GCODE файлом в картридер 3-D принтера лівіше LCD дисплея;
2. Вибір в розділі меню «Print from SD». (Останній пункт в даному меню);
3. Вибір файл для друку (файли, записані на карту останніми, будуть у верхній частині списку);
4. Підтвердження вибору натисканням на поворотну ручку 3D-принтера. 3D-друк почався.

При цьому, під час друку можна змінювати налаштування швидкості і температури з пункту меню «Tune» («Налаштування»), і в разі якщо 3D-принтер не бачить SD карту, необхідно переконатися в тому, що вона вставлена повністю із наступним перезавантаженням принтера.

У процесі виконання лабораторно-практичної роботи студенти, спочатку проектують необхідний об'єкт, а потім використовуючи технологію 3D-друку самостійно виготовляють. У нашому випадку буде шестерня приводу склопідіймача до дверей легкового автомобіля (див. рис. 2 і рис. 3).

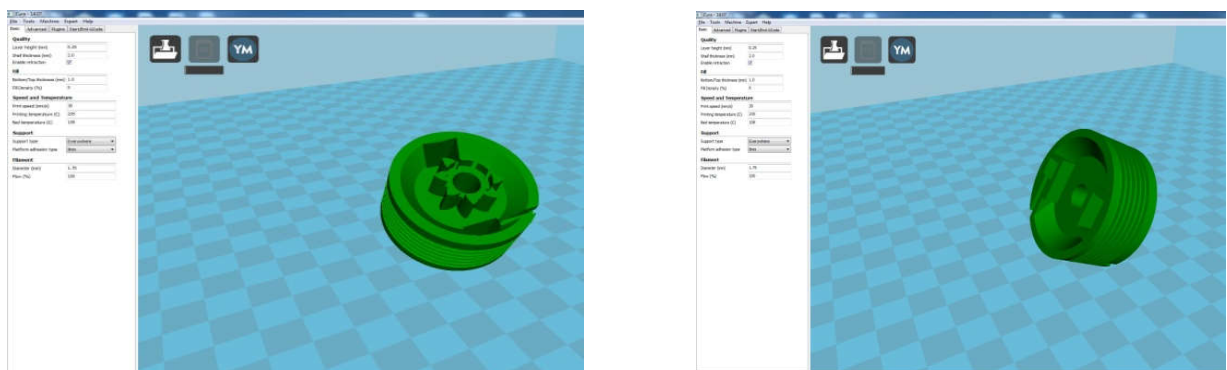


Рис. 2. Шестерня приводу склопідіймача

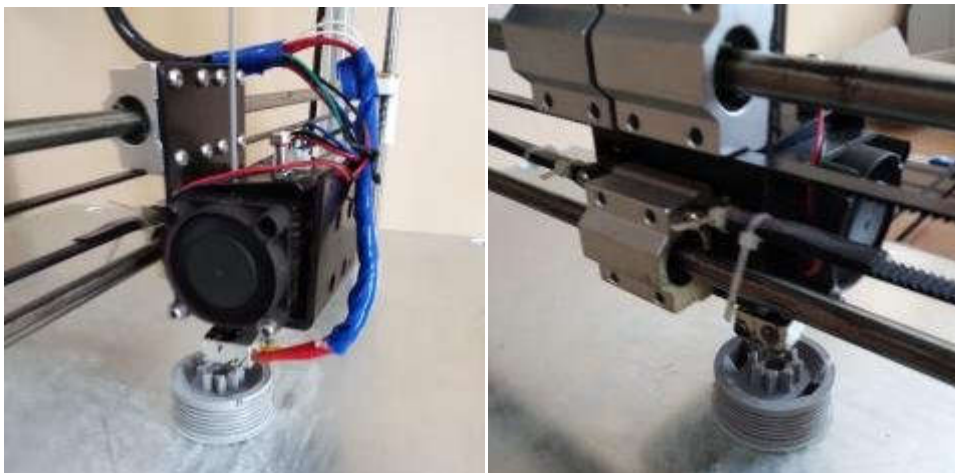


Рис. 3. Процес виготовлення деталі автомобіля

Можливості сучасних ІКТ у процесі вивчення графічних і фахових дисциплін дозволяють змодельовати об'єкт на екрані монітора, оцінити отриману одиничну модель або створити її віртуально, що, в принципі, є великим проривом у порівнянні з традиційними «паперовими» технологіями.

Застосування 3D-друку дає можливість створити матеріальну копію об'єкта, що моделюється. Можна не тільки наочно побачити проєктовану деталь, але і оцінити інші її характеристики. Крім цього, студент буде бачити повний цикл створення деталі: від етапу проєктування до етапу втілення в її кінцевому вигляді. Наприклад, на заняттях з інженерної комп'ютерної графіки студенти, змодельовавши деталь у 3D-вигляді, зможуть оцінити її правильність, відтворивши виріб в реальному вигляді.

На заняттях при підготовці фахівців у галузі автотранспорту у студентів буде можливість не тільки розрахувати деталь математично, змодельовати її на екрані монітора, а й виконати цю деталь в реальних розмірах, при цьому, із можливістю заміни дефектної деталі на її аналог. При цьому збільшується і мотиваційна сторона студентів у процесі навчальної діяльності на заняттях: можна самостійно вдосконалювати проєктовану деталь, виконавши її більш складнішою, функціональнішою чи економічнішою.

Крім цього, застосування 3D-принтерів в інженерно-педагогічній освіті незамінне у науково-дослідній роботі студентів, при виконанні курсових і дипломних проектів.

3. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Застосування ІКТ дещо змінює функції викладача щодо організації освітнього процесу, активізації його учасників, індивідуального підходу до студентів, підготовки до використання комп'ютерних технологій. Головною перевагою використання даної технології в навчальному процесі є значне підвищення інтересу до досліджуваних тем, так як вона дає можливість отримати конкретний продукт, як результат діяльності. Студенти можуть на тактильному рівні оцінити результат своєї роботи, провести аналіз і скорегувати помилки. 3D-технології дозволяють зробити процес навчання активним, активізуючи дослідницьку та творчу діяльність учнів. При чому, із удосконаленням методів 3D-друку, використанням нових матеріалів, збільшенням якості, точності та міцності одержуваних об'єктів, галузі застосування 3D-друку постійно розширюються. А 3D-принтери, навпаки, зменшуються в розмірах, стають доступніші і простіші. Цілком ймовірно, що коли-небудь такий принтер буде використовуватись в кожному навчальному закладі і стануть у нагоді при вивченні всіх навчальних дисциплін як зараз звичайні струменеві або лазерні принтери. Перспективою подальшої роботи бачимо у застосуванні різноманітних засобів ІКТ для виготовлення чи підготовки дослідних зразків з інших матеріалів як засобу актуалізації навчальної діяльності інженерно-педагогічних фахівців.

Список використаних джерел:

1. Замора Я. П. Візуалізація процесу розрахунку механічних передач засобами APM TRANS. *Актуальні проблеми та перспективи технологічної і професійної освіти*: матеріали 5-ої Міжнародної науково-практичної конференції (Тернопіль, 23-24 вер. 2016 р.). Тернопіль: Ви-тво ТНПУ імені В. Гнатюка, 2016. С. 38-40.

2. **Інструкція** по работе с 3D принтером PRUSA (LITE, PRO, NEXTGEN). URL: http://prusa.com.ua/wp-content/uploads/2015/07/instruction_prusa.pdf (дата звернення: 30.01.2020).

3. Костяев А. Е. Использование информационно-коммуникативных (ИКТ) технологий на уроках в школе. *Теория и практика образования в современном мире: материалы Международной научной конференции (Санкт-Петербург, февраль 2012 г.)*. СПб.: Реноме, 2012. С. 407-408.
4. Лейбов А. М., Каменев Р. В., Осокина О. М. Применение технологий 3D-прототипирования в образовательном процессе. *Современные проблемы науки и образования*. 2014. № 5. С. 93.
5. Обзор технологий 3D-печати. <http://www.orgprint.com/ru/wiki/obzortehnologij-3D-peschati> (дата звернення: 30.01.2020).
6. Цідило І. М., Замора Я. П. Застосування технології 3-D друку на заняттях з основ матеріалознавства. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. Кам'янець-Подільський, 2018. Вип. 24. С. 181-183.

Ivan Tsidylo, Yaroslav Zamora and Yurii Sokotov. 3D-printing technology as ICT Updating the Training Activities of the Engineering and Pedagogical Institute in the Transport Industry.

The problem of using 3D-printing technology in the teaching process of the future engineering and pedagogical specialists in the field of transport is investigated in the article. It's underscored that the using of the traditional options for submitting information isn't enough to considerate the educational material. It is shown that by incorporating 3D-printing technology into the educational process, it is possible to learn many methodological tools of information and communication technologies that are able to facilitate the pedagogical process and to make it more diverse and creative. It has been established that not only forms, methods, but also teaching aids, including 3D-printing technology, play a major role in improving the efficiency of the learning process. The features of the application of rapid prototyping technology are described and the technologies of creating a prototype using a 3D-printer in the professional training of transport industry experts are also established. The main technical characteristics of the Prusa i3 UA 3D-printer and the technology of setting it up to create a physical object by successive overlaying of plastic material are considered. The complete cycle of preparation of a digital model of a three-dimensional object for printing from the stage of design up to the stage of embodiment in its final form is determined. As the example, the possibility of self-designing and manufacturing a 3D-model of the window lifter gear of the car doors for repair and its replacement is offered. The using of 3D-printing technology is considered as an actualization of the educational activity of the engineering and pedagogical specialist in the field of transport; it also helps to shape students' ability to use new materials, increase the quality, accuracy and durability of the objects obtained and the prospects of using 3D-printing technology in the repair work in the field of transport.

Keywords: educational process, information and communication technologies, prototyping, 3D-model, methods of 3D-printing, 3D-printer, specialist in the field of transport.

References

1. Zamora Ya. P. Vizualizatsiia protsesu rozrakhunku mekhanichnykh peredach zasobamy ARM TRANS. / Visualization of the process of calculation of mechanical transmissions by means of the TRANS ARM / *Aktualni problemy ta perspektyvy tekhnolohichnoi i profesiinoi osvity: materialy 5-oi Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii* (Ternopil, 23-24 ver. 2016 r.). Ternopil: Vy-tvo TNPU imeni V. Hnatiuka, 2016. S. 38-40.

2. Instrukcija po rabote s 3D printerom PRUSA (LITE, PRO, NEXTGEN). URL: http://prusa.com.ua/wp-content/uploads/2015/07/instruction_prusa.pdf (data zvernennja: 30.01.2020).

3. Kostjaev A. E. Ispol'zovanie informacionno-kommunikativnyh (IKT) tehnologij na urokah v shkole. / The use of information and communication (ICT) technologies in the classroom at school. / *Teorija i praktika obrazovanija v sovremennom mire: materialy Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii* (Sankt-Peterburg, fevral' 2012 g.). SPb.: Renome, 2012. S. 407-408.

4. Lejbov A. M., Kamenev R. V., Osokina O. M. Primenenie tehnologij 3D-prototipirovanija v obrazovatel'nom processe. / Application of 3D prototyping technologies in the educational process. / *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija*. 2014. № 5. S. 93.

5. Obzor tehnologij 3D-pechati. URL: <http://www.orgprint.com/ru/wiki/obzortehnologij-3D-pechati> (data zvernennja: 30.01.2020).

6. Tsidylo I. M., Zamora Ya. P. Zastosuvannia tekhnolohii 3-D druku na zaniattiakh z osnov materialoznavstva. / Application of 3-D printing technology in material science classes. / *Zbirnyk naukovykh prats Kam'ianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohiiienka. Seriiia pedahohichna*. Kam'ianets-Podilskyi, 2018. Vyp. 24. S. 181-183.