

В рамках міжнародного проекту TEMPUS DesIRE «Розробка вбудованих систем з використанням інноваційних віртуальних підходів для інтеграції науки, освіти та промисловості в Україні, Грузії, Вірменії», 544091-TEMPUS-1-2013-1-BE-TEMPUS-JPCR, Київський університет імені Бориса Грінченка отримав 3D-принтер та 3D-сканер.

Використання 3D друку в освітньому процесі (в контексті поєднання сканування-проектування-друк) є одним із питань, яке викликає підвищений інтерес у студентів всіх спеціальностей.

3D друк є однією з найбільш захоплюючих новітніх технологій, доступних сьогодні. 3D-принтер Leapfrog Creatr HS, отриманий в рамках проекту, дуже простий у використанні. Його позиціонують як нестандартний по дизайну і найбільш конкурентоспроможний та довговічний з 3D-принтерів на ринку 3D моделювання. Корпус принтера виготовлений з високоякісних, вирізаних лазером алюмінієвих деталей.

Основними функціями 3D-принтеру є :

- друк з водорозчинним носієм;
- друк 2-ма типами матеріалів;
- друк 2-ма кольорами.

Використання 3D технологій в навчальному процесі дозволяє суттєво підвищити його ефективність завдяки наближенню віртуального комп'ютерного середовища до реального тривимірного світу. 3D друк дозволяє створити тривимірну модель деякого виробу на комп'ютері та за короткий час отримати повноцінний фізичний об'єкт, що відповідає заданим параметрам.

Процес втілення ідеї 3D моделі та її друку можливо представити за допомогою шести простих кроків:

- Створення 3D моделі, яку хочемо надрукувати (етап цифрового моделювання).
- Зберігання файлу 3D моделі у форматі STL (.stl - Stereo Lithographic), що містить всю геометричну інформацію, необхідну для відображення цифрової моделі (етап експортування). Два попередні кроки можливо пропустити, якщо завантажити вже готову цифрову модель з інтернету. Якщо модель була не правильно спроектована або з не дотриманням полігонів (набір вершин, ребер, та граней, що описують форму багатогранного об'єкта в 3D графіці та моделюванні), то в ній можуть бути дефекти. Для виправлення дефектів потрібно використати спеціальну програму (етап відновлення полігональної сітки або «mesh repairing»).
- Перетворення цифрової моделі (технічно це тривимірний образ цілісної поверхні (сітки), осередками якої є трикутники) в список команд – G-код, які 3D-принтер може зрозуміти і виконати (етап нарізки або «slicing»).
- Передача через USB з'єднання з ПК або копіювання готового файлу 3D моделі на карту пам'яті, яка буде прочитана принтером самостійно (етап з'єднання).
- Запуск 3D-принтеру, початок друку та очікування результату (друк).
- Зняття створеного об'єкту з робочої платформи, видалення допоміжних частин (опору і / або рафту – підтримуючої основи - якщо вони є), очистка поверхні готової моделі (етап кінцевої обробки).

На сьогодні 3D-друк в освіті ще в деякій мірі є новизною, найбільше використовується в інженерії та фізиці, але творче застосування 3D-друку в біології та інших науках швидко розвивається. В освітній галузі можуть бути застосовані 3D технології для друку об'єктів, змодельованих на основі геометричних формул для кращої візуалізації складних структур. Проектування та виготовлення 3D моделі, як прототипу скорочує час витрачений на розробку, виготовлення, оцінювання результату та виправлення дефектів моделі.

Протягом 2016 року в Київському університеті імені Бориса Грінченка було створено навчальну програму та відповідне методичне забезпечення для впровадження курсу «Технології 3D друку» за вибором студентів різних спеціальностей в освітній процес за

підтримки Tempus-проекту DesIRE. Перед початком курсу було проведено опитування серед студентів Університету і як було виявлено, що вивчення технології 3D друку найбільше зацікавило студентів спеціальності «Початкова освіта» та «Дизайн». Опитування також дозволило виявити основні причини інтересу та об'єднати їх в категорії:

- Зацікавленість в інноваційних технологіях для виробництва.
- Застосування 3D друку в різних галузях.
- Можливість створення нових об'єктів.
- Проектна робота.
- Досвід для майбутньої професії.
- Отримання нових знань.
- Практичні навички.

Відповідаючи на питання анкети студенти запропонували цікаві варіанти використання технології 3D друку – для історичної науки, дизайну інтер'єру тощо. На основі опитування було розроблено програму навчання адитивних технологій студентів різних спеціальностей (табл. 1.)

Таблиця 1:

### Програма навчального курсу

Тема	Опис
3D принтери: основні поняття та види друку	Що таке 3D принтер та які види бувають. Технологія 3D друку. Матеріали для 3D друку. Сфери використання друкованих моделей. Новинки у сфері 3D друку
3D друк як компонента STEAM-освіти	Важливості STEM та STEAM освіти, яка передбачає мотивування до вивчення на практиці синергії науки, технологій, математики, інженерії та мистецтва. Впровадження в освіті вбудованих систем та Інтернету речей, як потреби сьогодення. Навички успішного фахівця в сучасному суспільстві, що стрімко розвивається в напрямку інновацій.
3D проектування та слайсінг	Поняття про формат STL, G-код, рафт, підтримувачі, деламінацію, заповнення моделі. Робота з сервісом Tinkercad. Площина. додавання об'єктів, формування отворів, імпорт готових моделей, експортування. Слайсінг створеної моделі - заповнення моделі, додавання підтримувачів та рафту, налаштування роботи правого та лівого екструдера 3D принтера
Дефекти друку та способи уникнення	3D Особливості та принцип роботи 3D принтера на практиці, заміна філамента. Дефекти, які виникають при 3D друці та як їх уникнути.
3D сканування людини, створення моделі та друк	3D Що таке 3D сканер і як відбувається сканування? Які види бувають 3D сканеру. Основний принцип роботи – принцип триангуляції. Сфери застосування 3D сканеру. Сканування людини за допомогою 3D сканеру, корекція отриманої моделі та її друк.
Проектна робота	Виконання спільного проекту «Університет мрії»

Під час занять:

- **11 травня** учасники дізналися про технології 3D друку, види 3D принтерів та сфери їх застосування. Студенти ознайомилися з основними поняттям 3D друку та сферами застосування адитивних технологій, розглянули особливості STL-формату, переглянули основні матеріали, які використовуються при “вирощуванні” 3D моделі та мали змогу на власні очі побачити процес друку;
- **18 травня** були розглянуті питання важливості STEM та STEAM освіти, яка передбачає мотивування до вивчення на практиці синергії науки, технологій, математики, інженерії та мистецтва. Учасники активно обговорювали питання впровадження в освіті вбудованих систем та Інтернету речей, як потреби сьогодення, мали можливість зосередити увагу на навичках успішного фахівця в сучасному суспільстві, що стрімко розвивається в напрямку інновацій
- **25 травня** дізналися про технології полігонального проектування та основні правила слайсінгу. Студенти ознайомилися з основними поняттями полігонального проектування, мали змогу спроектувати модель в STL-форматі. Разом здійснили слайсінг створеної моделі - встановили заповнення моделі, підтримувачі та рафт, налаштували роботу правого та лівого екструдера 3D принтера
- **1 червня** дізналися особливості 3D друку, принцип роботи 3D принтера, заміну філамента. Студенти ознайомилися основними дефектами які виникають при 3D друці та як їх уникнути.
- **7 червня** ознайомились з роботою 3D-сканера та подальшу обробку моделі.
- **15 червня** обговорили проектну роботу та отримали завдання на літо.

Були присутні студенти Гуманітарного, Педагогічного інституту, Університетського коледжу та Інституту суспільства.





Для методичної підтримки навчального курсу за вибором студентів різних спеціальностей «Технології 3D друку» було створено проект на [Вікі-порталі Київського університету імені Бориса Грінченка](#):

### 3D друк - від теорії до практики

Головна	Словник	Dictionary	Словарь	Создание эффективных электронных курсов	Електронні курси з вбудованих систем	Лабораторія з вбудованих систем	3D друк - від теорії до практики
---------	---------	------------	---------	---	--------------------------------------	---------------------------------	----------------------------------

[Зміст \[показати\]](#)

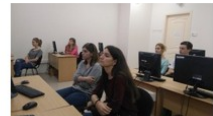
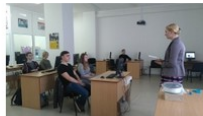
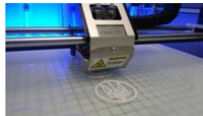
Заняття 1 "3D принтери: основні поняття та види друку" [\[ред.\]](#)

**Опис**

**11 травня 2016 року студенти Київського університету імені Бориса Грінченка взяли участь в роботі експериментального гуртка «3D друк - від теорії до практики», який ініційовано Наталією Вікторівною Морзе, проректором з інформатизації, навчально-наукової та управлінської діяльності, в рамках міжнародного проекту Tempus DesIRE для впровадження технологій 3D друку в освітню діяльність університету. До проведення занять були залучені Лія Варченко-Троценко, науковий співробітник НДП інформатизації освіти, Марія Гладун, викладач Циклової комісії економіко-математичних дисциплін і менеджменту Університетського коледжу, Анастасія Тютюник, методист центру ІКТ-компетенцій НДП інформатизації освіти.**

*Під час заняття учасники дізналися про технології 3D друку, види 3D принтерів та сфери їх застосування. Студенти ознайомилися з основними поняттями 3D друку та сферами застосування адитивних технологій, розглянули особливості STL-формату, переглянули основні матеріали, які використовуються при "вирощуванні" 3D моделі та мали змогу на власні очі побачити процес друку.*

Були присутні студенти Гуманітарного, Педагогічного інституту, Університетського коледжу та Інституту суспільства.



#### Навчальні матеріали [\[ред.\]](#)

- 3D принтери: основні поняття та види друку
- Сфери використання 3D-друку
- Правила 3D друку

Вікі-портал створено як платформу, призначену для реалізації освітніх технологій, орієнтованих на активну діяльність студентів та викладачів, всіх учасників освітнього процесу. Вікі-портал функціонує за технологією «wiki». Використовуючи wiki-технологію, можна без будь-яких зусиль розміщувати різноманітні освітні веб-ресурси, обмінюватись думками, повторно використовувати розміщені веб-ресурси на основі вкладу багатьох учасників. Основна особливість технології полягає в тому, що будь-яка людина може зареєструватися та написати статтю за певними вимогами. Інші зареєстровані користувачі можуть її дописувати та вносити зміни. Історія створення кожної статті зберігається [3]. Це дозволяє великій кількості користувачів працювати над одним е-ресурсом, доповнювати статтями, обговорювати, вставляти зображення, опитування на відео, аудіо, карти знань та інші ресурси, тобто здійснювати електронну співпрацю для створення спільного ресурсу.

На сторінці проекту студенти можуть ознайомитись з теорією, знайти, доповнити її, взяти участь в обговоренні, знайти велику кількість корисних посилань, переглянути практичні завдання. Структура сторінки побудована у хронологічному порядку проведення занять зі студентами. Кожне заняття містить свій опис та додаткові матеріали для ознайомлення.

Вихідне опитування студентів показало, що студентам нетехнічних спеціальностей цікаво вивчати адитивні технології та впроваджувати їх в подальшу професійну діяльність. Найцікавішими для студентів є 3D проектування, слайсінг та налаштування параметрів 3D друку, друк та корекція моделі (Рис. 4):

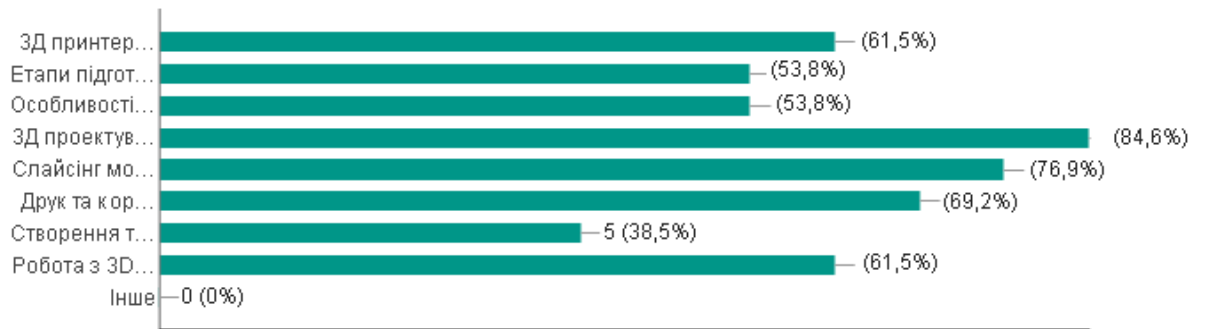


Рис. 4. Відповіді респондентів щодо зацікавленості темами гуртка.

Найбільш корисними для студентів були такі види діяльності як практичні завдання, дискусії та виконання домашніх завдань (Рис. 5):

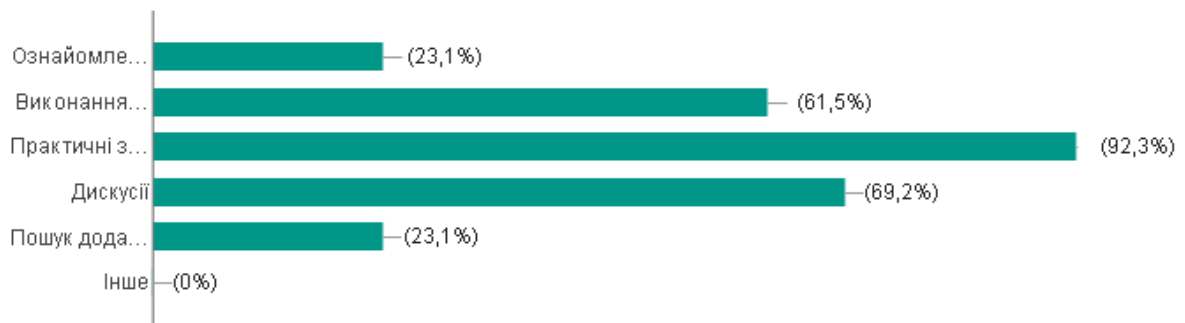


Рис. 5. Відповіді респондентів щодо видів навчальної діяльності

Студенти вважають, що навчання 3D друку найбільше розвиває такі компетенції та навички як абстрактне мислення, оцінювання власної діяльності та електронну комунікацію (Рис. 6):

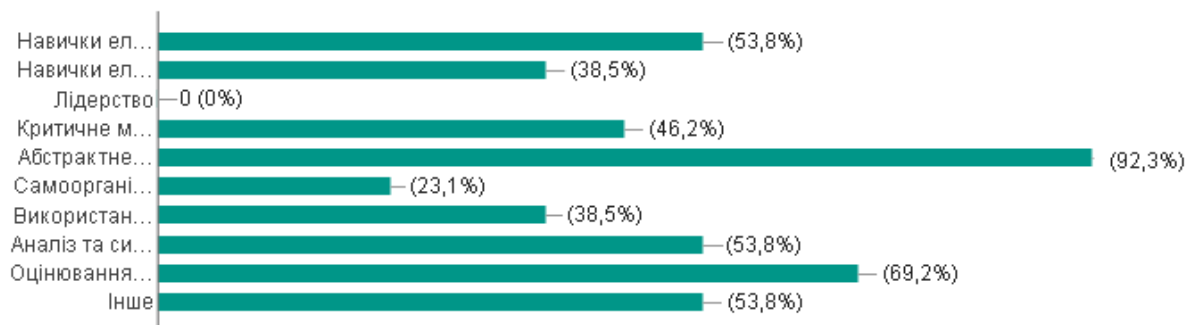


Рис. 6. Відповіді респондентів щодо навичок і компетенцій, які розвиває вивчення 3D друку

Всі студенти без виключення зазначили у анкеті, що у подальшому вони планують активно використовувати набуті вміння.

На основі опитувань задоволеності студентів можемо зробити висновки про доцільність впровадження дисципліни за вибором і в наступному році для студентів усіх спеціальностей – 84,6 % відповіли так на запитання про потребу впровадження такої дисципліни, 15,4 % - важко визначитись.

Також на основі опитування можна сказати, що 3D друк може активно використовуватись у розробці вбудованих систем для різних сфер життя та безпосередньо для їх спеціальностей.