

УДК 001.57

**Трищенко М.С., Ібрагімов О.В., Моор Е.В. Заборський В.П.
Наук. кер. доц., к.т.н. Колесніков В.О.**

ОГЛЯД СУЧАСНИХ АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

В даний час у сучасних технологіях відбуваються значні зміни, це пов'язано з розвитком і появою адитивних технологій. Їх реалізація відбувається за допомогою 3D принтерів [1].

3D-принтер — пристрій, що використовує метод пошарового створення фізичного об'єкта за цифровою 3D-моделлю [2].

Метою статті є огляд сучасних адитивних технологій, а також аналіз та прогнозування подальшого розвитку цієї галузі.

У середині 1990-х років конкуренція у світовій економіці досягла такого високого рівня, що споживачі почали буквально диктувати свої умови виробникам. Такі однакові речі як машини або годинник — перестали продаватися мільйонами штук. Оптимальною стала партія в кілька тисяч. Настала пора дрібносерійного виробництва. Однак підприємства зіткнулися з тим, що виготовлення прототипів, лекал, різних форм, необхідних для випуску готової продукції, стає занадто дорого. В умовах конкурентної боротьби між промисловими гігантами виграш часу у кілька тижнів, означає випереджаючий вихід новинки. Крім виготовлення прототипів тривимірні принтери використовуються для швидкого малосерійного виробництва. Після колишніх методів прототипування, що існували до середини 80-х років, RP-системи ознаменували собою переворот в технології. Замість того щоб чекати появи моделі протягом декількох тижнів, конструктори тепер можуть отримувати їх через кілька годин або навіть хвилин за допомогою 3D друку [3].

Технологія виготовлення фізичних тривимірних об'єктів з використанням цифрових даних була вперше розроблена Чарльзом Хуллом в 1984 р. У 1986 р. він отримав патент на свій винахід і назвав дану технологію Стереолітографія. Після отримання патенту, Чарльз Хулл заснував компанію 3D Systems і розробив перший промисловий верстат для 3D друку. Так як термін «3D принтер» в той час ще не використовувався, верстат називався просто «апарат для стереолітографії». Технологія 3D друку була досить нова в той час, і компанія 3D Systems виготовила і поставила першу модель верстата декільком обраним замовникам. У 1988 р., ґрунтуючись на відгуках клієнтів про верстаті, компанія розробила вдосконалену модель 3D принтера SLA- 250 і було розпочато його серійне виробництво. В той час як до кінця 1988 технології 3D копіювання отримали широку популярність, з'явилися нові технології: моделювання методом наплавлення (Fused Deposition Modeling (FDM)) і метод селективного лазерного спікання (Selective Laser Sintering (SLS)). Технологія моделювання методом наплавлення була винайдена Скотом

Крампом в 1988 р. Наступного року їм була заснована компанія Stratasys і налагоджено промислове виробництво верстатів. У 1992 р. компанія продала свій перший верстат «3D Modeler». У тому ж році компанія DTM випустила на ринок верстат, що працює за технологією селективного лазерного спікання (SLS). У 1993 р. в Массачусетському технологічному інституті (MIT) була винайдена і запатентована ще одна технологія 3D друку. Вона отримала назву «Технології тривимірного друку» і була подібна технології струменевого друку, використовуваної в 2D принтерах. У 1995р. компанія ZCorporation отримала від Массачусетського технологічного інституту патент на використання технології і почала виробництво 3D принтерів, на базі 3DP технологій. У 1996 р. були проведені верстати «Genisys від компанії Stratasys», «Actua 2100» - від 3D Systems, і «Z402» - Z Corporation. Протягом цього часу вперше з'явився термін «тривимірний друк» для позначення верстатів швидкого моделювання. Тільки наприкінці 1990 -х - початку 2000 рр.. у продажу з'явилися кілька моделей верстатів за відносно низькими цінами. У 2005 р. компанія Z Corporation випустила на ринок революційно- нову модель Spectrum Z510 - верстат 3D друку з високою роздільною здатністю кольорів. Ще один прорив в області тривимірного друку стався в 2006 р. із створенням загальнодоступного проекту RepRap, націленого на виробництво 3D принтера, здатного відтворювати деталі власної конструкції. Перша модель RepRap, вироблена в 2008 р., може призвести приблизно 50 % своїх власних частин [4].

Історія створення 3D-принтера продовжилася появою технології під назвою PolyJet, заснованої на використанні фотополімерного рідкого пластику. При такому способі друку головка «малює» шар фотополімеру, який моментально засвічується лампою. Метод виявився виграшним за багатьма параметрами: ціна його значно нижче, а висока точність дає можливість виготовлення не просто моделей, але готових до застосування деталей. З плином часу розвиток індустрії 3D-друку прискорювався, з'являлися нові фірми виробники 3D - принтерів, що вносять свій внесок у їх розробку, використовуються нові матеріали і принципи, розміри та ціни пристроїв стають все менше - перші 3D - принтери були величезні, зараз же вони вміщаються на столі (виключаючи хіба що промисловий 3D - принтер). Сучасний тривимірний принтер все більше стає схожий на звичайний, що друкує на папері, за зовнішнім виглядом і технології нанесення «фарбувальної» речовини. Друкуються їм моделі, що відрізняються ще й високою міцністю, тому можуть застосовуватися в якості готових виробів [5].

Зараз доступна велика кількість конкуруючих технологій, що дозволяють зробити 3D модель. Їхні основні відмінності стосуються етапу побудови шарів при створенні деталі. Деякі технології використовують плавлення або розм'якшення матеріалу для виробництва шарів (SLS, FDM), інші — рідкі матеріали, які твердіють за різними технологіями.

Стереолітографія (Stereolithography — SL) Під дією керованого комп'ютером ультрафіолетового випромінювання відбувається затвердіння шару завтовшки в декілька сотих міліметра, при цьому платформа з майбутньою деталлю опускається вниз і знову покривається рідиною. Далі все повторюється й в результаті ультрафіолетовий промінь «малює» об'ємну фігуру.

Пристрій «установка для стереолітографії» вирощує змодельований на комп'ютері тривимірний об'єкт з рідкої фотополімеризующою композицією (ФПК), наносячи її шар за шаром на рухому платформу, яка занурюється у ванну з ФПК. Товщина кожного шару становить приблизно 0,1-0,2 мм.

Переваги: відносно точний процес, хороша деталізація деталей, гладка поверхня вихідної деталі.

Недоліки: обмежений набір матеріалів, які фізично можуть використатися в процесі та неможливість створення кольорових моделей. Вартість установок сягає 40-60 тисяч доларів США.

Серед інших технологій можна відокремити: *селективне лазерне спікання (selective laser sintering — SLS), моделювання плавленням (fused deposition modeling — FDM), пошарове формування об'ємних моделей з листового матеріалу (laminated object manufacturing — LOM), струменева полімеризація (polyjet and ployjet matrix).*

3D-друк може здійснюватися різними способами і з використанням різних матеріалів, але в основі будь-якого з них лежить принцип пошарового створення (вирощування) твердого об'єкта.

Застосовуються дві принципові технології:

Струменева:

Застигання матеріалу при охолодженні — роздавальна голівка видавлює на охолоджувану платформу-основу краплі розігрітого термопластика. Краплі швидко застигають і злипаються один з одним, формуючи шари майбутнього об'єкта

Полімеризація фотополімерного пластику під дією ультрафіолетової лампи — спосіб схожий на попередній, але пластик твердне під дією ультрафіолету

Склеювання або спікання порошкоподібного матеріалу — те ж саме що і лазерне спікання, лише порошок склеюється клеєм, що надходить із спеціальної струменевої голівки. При цьому можна відтворити забарвлення деталі, використовуючи сполучні речовини різних кольорів.

Лазерна:

Лазерний друк — ультрафіолетовий лазер поступово, піксель за пікселем, засвічує рідкий фотополімер, або фотополімер засвічується ультрафіолетовою лампою через фотошаблон, мінливий з новим шаром. При цьому він твердне і перетворюється на досить міцний пластик.

Лазерне спікання — при цьому лазер випалює в порошок з легкосплавного пластику, шар за шаром, контур майбутньої деталі. Після цього зайвий порошок струшується з готової деталі.

Ламінування — деталь створюється з великої кількості шарів робочого матеріалу, які поступово накладаються один на одного і склеюються, при цьому лазер вирізає в кожному контур перерізу майбутньої деталі.

Ще одна область використання 3D принтерів, це **медицина**.

Компанія Oxford Performance Materials, штат Коннектикут, США повідомила про успішно проведену операцію, в результаті якої пацієнт отримав імплантат шматка черепа, після того, як була створена точна модель його черепа за допомогою 3D сканера. Ця модель враховує всі індивідуальні особливості будови черепа пацієнта і характеру травми і дозволяє виготовити ідеально відповідний імплант.

За допомогою 3D принтерів вже друкують багато протезів, причому з урахуванням індивідуальних особливостей людини. Так на виставці Inside 3D printing було представлено багато різних протезів, причому навіть особливо складних, які в реальному житті відчувають сильні навантаження. Щоб підвищити їх міцність, в протезах залишають спеціальні мікропустоти для міграції власних клітин кісткової тканини пацієнта. Саме за такою технологією працюють компанії Lima і Adler, які виготовляють що вже застосовуються в клінічній практиці протези тазостегнових суглобів.

Співробітники американської компанії Organovo навчилися створювати невеликі штучні фрагменти печінки, використовуючи для цього 3D принтер. Це ще один величезний крок до друкування живої тканини на 3D принтерах. Тканина створюється на 3D принтері аналогічно звичайному друку, однак замість різних фарб використовуються різні типи клітин. Для створення прототипу штучної печінки фахівці компанії використовували три типи клітин: гепатоцити, зірчасті клітини і клітини епітелію, що вистилає кровоносні судини. Отримані штучні тканини зараз застосовуються для випробувань і тестування ліків.

Пошкодження міжхребцевих дисків - досить поширене захворювання. Команда вчених з Корнеллського університету (США) зараз розробляє методику відновлення пошкоджених міжхребетних дисків за допомогою 3D принтера. Для цього використовується особливий матеріал з високим вмістом стовбурових клітин. З цим матеріалом і працюватиме 3D принтер. Як тільки стовбурові клітини починають контактувати з «рідними» клітинами міжхребцевого диска, вони трансформуються у відповідні тканини, відновлюючи, таким чином, пошкоджені місця. Через пару тижнів пацієнт повинен бути здоровий і не відчувати проблем з оновленим диском.

3D принтери дозволяють хірургам швидко виготовляти недорогі 3D моделі для отримання інформації, що скорочує час операції, покращує комунікацію між пацієнтом і лікарем і прискорює одужання хворого. Для

вдалої ортопедичної та щелепно-лищевої операції - надзвичайно важливо точна побудова контуру імплантанта. В стоматології 3D принтери дозволяють робити тимчасові коронки.

Інженери Принстонського університету розробили біонічне вухо, яке містить чутливу до радіохвиль антену і живі клітини.

З розвитком 3D принтерів будуть розвиватися і 3D сканери. За аналогією з тим як паралельно йшов розвиток звичайних сканерів і принтерів. Зараз активно розвиваються соцмережі: важко знайти людину, яка ніде не зареєстрована. Є навіть спеціалізовані соціальні мережі для лікарів. Зараз активно йде зрушення в бік консультацій на відстані, коли ти можеш послати своєму лікарю рентген, ЕКГ, що-небудь ще по e - mail, щоб почути його думку. 3D сканери відкривають багато нових можливостей для консультування на відстані - можна буде, наприклад, відсканувати свою щелепу і відправити стоматологу для профілактичної перевірки. Надіслати відскановані 3D моделі внутрішніх органів, щоб лікарі змогли оцінити, чи є патології чи ні.

Ми стоїмо на порозі революції у виробництві. Причому значення і масштаби змін можуть бути порівняні з винаходом конвеєра, який докорінно змінив існуючі галузі виробництва і дозволив розвинути новим. 3D друк вже зараз досягає значних висот. Ніколи раніше не було так просто зробити багато різних прототипів приладів, як зараз. І не тільки прототипів, за допомогою 3D принтера надрукували працюючий пістолет. Багато експертів пророкують створення фабрик нового формату, які не будуть спеціалізуватися на декількох видах однотипної продукції, а які зможуть виробляти буквально все що завгодно.

Література і примітки

1. Колесніков В.О., Коровін Я.В., Савченко Е. Перспективи використання 3D принтерів // Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 20 квітня 2012 р. С. 338 -341.
2. 3D принтер [Електронний ресурс]. Вікіпедія вільна енциклопедія. Режим доступу: <http://uk.wikipedia.org>.
3. 3D друк. Історія розвитку [Електронний ресурс]. Поліграфічні послуги. Режим доступу: <http://vega-print.com.ua/3>.
4. История появления 3D печати [Электронный ресурс]. 3D печать | 3D принтеры | 3d сканеры. Режим доступа: <http://3dcorp.ru/story.html>.
5. История развития 3D принтеров и 3D печати [Электронный ресурс] Все о 3D принтерах и 3D печати. Режим доступа: <http://pechat-3d.ru/>.
6. 3D принтеры в медицине их настоящее и будущее [Электронный ресурс] Medicena Режим доступа: <http://medicena.ru>.

Трищенко М.С., Ібрагімов О.В, Моор Е.В. Заборський В.П. Огляд сучасних адитивних технологій

У статті наведена систематизація даних, що стосуються розробки та впровадження адитивних технологій, що представлені 3D принтерами та 3D сканерами. Надано історичні довідки, що стосуються розвитку цієї галузі. Зроблена класифікація технологій отримання деталей за допомогою 3D принтерів та споріднених технологій. Наведені приклади застосування 3D принтерів у різних галузях, наприклад у медицині. Наголошено про можливість перебудови всієї економіки внаслідок широкого застосування 3D принтерів.

Ключові слова: 3D принтер, 3D сканер, 3D друк, адитивні технології.

Трищенко М.С. , Ібрагімов А.В., Моор Е.В. Заборский В.П. Обзор современных аддитивных технологий

В статье приведена классификация данных, касающихся разработки и внедрения аддитивных технологий, представленных 3D принтерами и 3D сканерами. Предоставлены исторические сведения, касающиеся развития этой отрасли. Произведена классификация технологий получения деталей с помощью 3D принтеров и родственных технологий . Приведенные примеры применения 3D принтеров в различных областях , например в медицине. Отмечено о возможности перестройки всей экономики вследствие широкого применения 3D принтеров.

Ключевые слова: 3D принтер, 3D сканер, 3D печать, аддитивные технологии.

Trishchenko M.S., Ibragimov A.V., Moor E.V., Zaborsky V.P. An overview of modern additive technology

The article describes the classification of data relating to the development and implementation of additive technologies available 3D printers and 3D scanners. The authors provide historical information regarding the development of this industry. A classification of technologies to produce parts using 3D printers and related technologies is suggested by the authors. These examples of 3D printers usage in various fields, such as medicine are described. Noted the possibility of restructuring the entire economy because of the wide usage of 3D printers.

Keywords: 3D printer, 3D scanner, 3D printing, additive technology.

Тріщенко Микита Сергійович – студент 1-го курсу Інституту торгівлі, обслуговуючих технологій та туризму ЛНУ імені Тараса Шевченка.

Ібрагімов Олексій Вікторович – студент гр. 14. галузь знань «Транспорт і транспортна інфраструктура», напрям підготовки «Автомобільний транспорт», спеціальність «Обслуговування та ремонт автомобілів і двигунів». Відокремлений підрозділ «Коледж технологій та дизайну Інституту торгівлі, обслуговуючих технологій та туризму ЛНУ імені Тараса Шевченка.

Моор Євгеній Володимирович - студент гр. 14. галузь знань «Транспорт і транспортна інфраструктура», напрям підготовки «Автомобільний транспорт», спеціальність «Обслуговування та ремонт автомобілів і двигунів». Відокремлений підрозділ «Коледж технологій та дизайну Інституту торгівлі, обслуговуючих технологій та туризму ЛНУ імені Тараса Шевченка.

Заборський В'ячеслав Павлович - студент гр. 14. галузь знань «Транспорт і транспортна інфраструктура», напрям підготовки «Автомобільний транспорт», спеціальність «Обслуговування та ремонт автомобілів і двигунів». Відокремлений підрозділ «Коледж технологій та дизайну Інституту торгівлі, обслуговуючих технологій та туризму ЛНУ імені Тараса Шевченка.

Науковий керівник – Колесніков В.О., кандидат технічних наук, доцент, кафедри технологій виробництва і професійної освіти ЛНУ імені Тараса Шевченка.

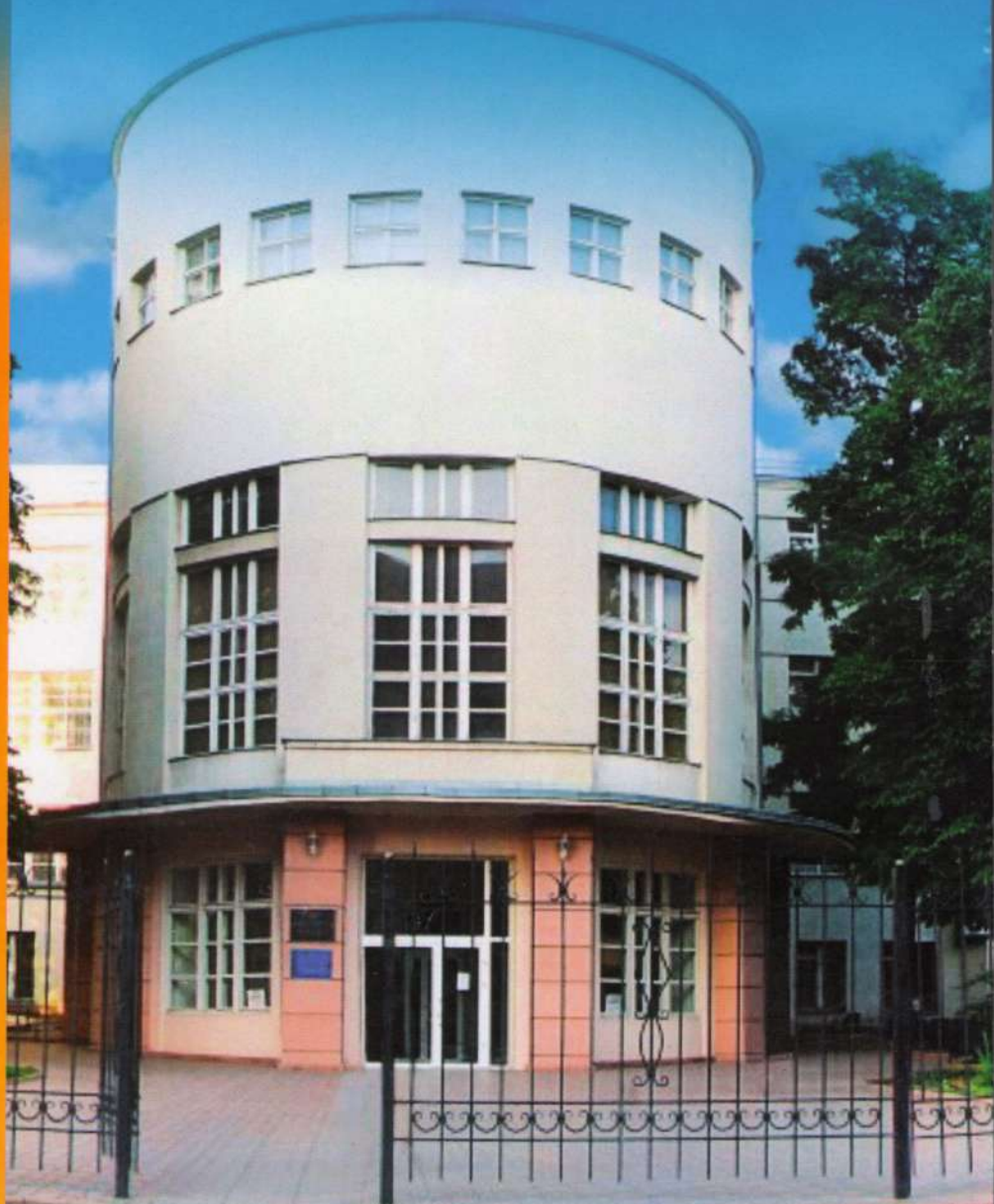


Науковий пошук МОЛОДИХ ДОСЛІДНИКІВ

Технічні науки

**Збірник
наукових
праць
студентів
№ 10**

2014



**Науковий
пошук
молодих
дослідників**

**Збірник наукових
праць студентів**

№ 10

2014

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ЗАКЛАД
«ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»**

СТУДЕНТСЬКЕ НАУКОВЕ ТОВАРИСТВО

НАУКОВИЙ ПОШУК МОЛОДИХ ДОСЛІДНИКІВ

№ 10, 2014

Технічні науки

Збірник наукових праць студентів

**Луганськ
ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка»
2014**

У збірнику розкриваються напрямки наукових досліджень студентів з технічних наук. Відповідальність за зміст статей несуть автори та наукові керівники.

Рекомендовано до друку Вченою Радою
Луганського національного університету
імені Тараса Шевченка
(протокол № 8 від 28.03.2014 р.)

Редакційна колегія:

Головний редактор:

Члени редколегії:

доц. Бідаш В. І.

доц. Анненкова

доц. Крамаренко Д. П.

доц. Ревякіна О. О.

доц. Своєволіна Г. В.

Відповідальний за випуск:

ст. викладач Морозова М. М.

ТОВАРОЗНАВЧІ АСПЕКТИ ЯКОСТІ ТОВАРІВ

27. Бережний А. О. Дослідження конкурентоспроможності шпротів у маслі різних виробників.....	141
28. Золотопуп Ю. С. Дослідження ринку екструзійних товарів.....	148
29. Ілляшов Р. В. Тенденції розвитку ринку горіхів в Україні.....	153
30. Ковтунова О. О. Формування якості мороженої риби в процесі виробництва.....	158
31. Кравченко К. О. Стан та завдання птахопереробної промисловості в Україні	163
32. Марценюк Ю. В. Оцінка якості цитрусових плодів.....	169
33. Надоля А. І. Дослідження ринку та харчової цінності гречаної крупи.....	174
34. Сізов О. О., Ізгачова А. В. Складові забезпечення захисту прав споживачів при реалізації напоїв спеціального призначення.....	180
35. Гайлюн В. В. Дослідження ринку та споживних властивостей ефірних олій закордонних виробників.....	186
36. Волошка Т. С. Дослідження ринку та споживних властивостей меблевих тканин.....	193
37. Гавриліна І. Ю. Аналіз ринку побутової хімії в Україні.....	199
38. Гайдаш Л. О. Критерії і засоби ідентифікації шампуней.....	205
39. Гайлюн В. В. Порівняльна характеристика показників якості люмінесцентних ламп вітчизняного і закордонного виробництва.....	209
40. Голюкова А. О. Стан ринку постільної білизни в Україні.....	215
41. Довбуш Ю. В. Дослідження ринку целюлозно паперової продукції.....	220
42. Пасічник С. С. Оцінка конкурентоспроможності та організація продажу зубних паст.....	227
43. Стрельцова Н. В. Дослідження ринку дитячого харчування.....	232
44. Сапельников Я. О. Газификация угля - путь к энергетической безопасности Украины.....	238
45. Сараула К. Ю. Тенденції ринку керамічних сувенірних виробів.....	243
46. Чучман А. Б. Дослідження асортименту та споживних властивостей холодильників вітчизняного та закордонного виробництва.....	248

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА ТА ПРОФЕСІЙНОГО НАВЧАННЯ

47. Куркіна Т. О. Дослідження шляхів надходження радону в житлові та службові приміщення.....	255
48. Бердус А. Ю. Кравцов О. В., Татарінов В. Р. Сучасні матеріали для виробництва кузовів автомобілів.....	261
49. Воржев О. А. Дослідження операції очищення пластин в контексті доцільності ремонту автомобільних акумуляторних батарей.....	266
50. Тріщенко М. С., Ібрагімов О. В., Моор Е. В. Заборський В. П. Огляд сучасних адитивних технологій.....	271
51. Бабкіна Л. М. Дослідження пакету матеріалів для виготовлення дитячого комбінезону на зносостійкість та стійкість фарбування.....	277
52. Антіпова Т. А. Аналіз методів надання формостійкості деталям чоловічого піджака.....	281
53. Красюк А. В. Аналіз драпірувальності тканини для виготовлення жіночої святкової сукні.....	286
54. Волощенко Н. А. Визначення впливу усадки складових пакету матеріалів для одягу на стабільність виробу.....	290
55. Нагорна Н. В. Вплив вибору ниток для жіночих плащів на стягування швів...	295
56. Гончаренко Л. В. Відмінності в побудові конструкції креслення відомих методик проектування корсетних виробів бюстгальтерної групи.....	301
57. Шаміч О. А. Новий підхід до проектування жіночих корсетних виробів бюстгальтерної групи.....	309

- Науковий керівник к.т.н., доцент Сеногонова Л. І.*
Склярва І. В. Аналіз шляхів вдосконалення технології млинцевого напівфабрикату
Науковий керівник асистент Галяпа І. М.
- Стрельцова Н. В.** Дослідження ринку дитячого харчування
Науковий керівник ст.викладач Домніченко Р. Г.
- Тріщенко М. С., Ібрагімов О.В, Моор Е.В. Заборський В.П.** Огляд сучасних адитивних технологій
Науковий керівник к.т.н., доцент Колесніков В. О.
- Хібік М. О.** Аналіз технологій комбінованих січених м'ясних виробів
Науковий керівник асистент Галяпа І. М.
- Ципковський М. А.** Вплив використання сухих яйцепродуктів у виробництві кондитерських і кулінарних виробів
Науковий керівник к.т.н., доцент Своєволіна Г. В.
- Чучман А. Б.** Дослідження асортименту та споживних властивостей холодильників вітчизняного та закордонного виробництва
Науковий керівник ст.викладач Домніченко Р. Г.
- Шаміч О. А.** Новий підхід до проектування жіночих корсетних виробів бюстгалтерної групи
Науковий керівник асистент Лесовець О. В.
- Ширмівська О. М.** Заходи щодо поліпшення якості хлібобулочних виробів з борошна, що містить коротку за розтяжністю клейковину
Науковий керівник асистент Кіреєва О. І.

Трищенко М.С., Ібрагімов О.В, Моор Е.В. Заборський В.П. Наук. кер. доц., к.т.н. Колесніков В.О. Огляд сучасних адитивних технологій. // Збірник студентських наукових робіт „Науковий пошук молодих дослідників”. Серія „Технічні науки”. ДЗ „ЛНУ ім. Тараса Шевченка”, 2014 № 10. м. Луганськ. с. 271 - 276.

https://www.researchgate.net/publication/333949318_Trisenko_MS_Ibragimov_OV_Moor_EV_Zaborskiy_VP_Nauk_ker_doc_ktn_Kolesnikov_VO_Oglad_sucasnih_aditivnih_tehnologij_Zbirnik_studentskih_naukovih_robit_Naukovij_posuk_molodih_doslidnikiv_Seria_Tehnicni_na