

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Кафедра Технологія машинобудування
(найменування кафедри, яка відповідає за дисципліну)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан Василь ГЛУШКО
«26» серпня 2025 року



ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ В МАШИНОБУДУВАННІ
(шифр за відповідною освітньою програмою та назва навчальної дисципліни)

освітня програма (спеціалізація) Технології машинобудування
(назва освітньої програми (спеціалізації))

спеціальність G9 «Прикладна механіка»
(код і найменування спеціальності)

галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»
(код і найменування галузі)

ступінь вищої освіти другий (магістерський)
(назва ступеня вищої освіти)

2025 рік

програма з дисципліни «Сучасні технології в машинобудуванні»
(назва навчальної дисципліни)

спеціальності G9 «Прикладна механіка»
(код і найменування спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) Технології машинобудування
(назва освітньої програми (спеціалізації))

Розробник (и): к.т.н., доц. каф. Технологія машинобудування Пухальська Гульнара Вікторівна
(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Програма погоджена:

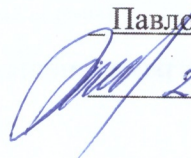
Завідувач кафедри
на якій виконується освітній компонент



Сергій ДЯДЯ

25. 08. 2025 року

Гарант освітньої програми



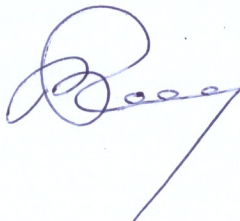
Павло ТРИШИН
(імя прізвище)

25. 08. 2025 року

Схвалено науково-методичною комісією Машинобудівного факультету
(найменування факультету)

Протокол від 26.08.2025 року № 1

Голова науково-методичної комісії



Василь ГЛУШКО
(імя прізвище)

26. 08. 2025 року

1. Опис навчальної дисципліни

Загальна характеристика

Обов'язковий освітній компонент	
Рівень вищої освіти	другий
Ступінь вищої освіти	магістр
Галузь знань	G «Інженерія, виробництво та будівництво»
Спеціальність	G9 «Прикладна механіка»
Обмеження щодо форм навчання	Без обмежень

Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни	
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів	6	
Модулів	2	-
Змістових модулів	2	-
Семестр	2	-
Загальна кількість годин	180	
з них аудиторних:	60	-
лекції	30	-
практичні	-	
лабораторні	30	
семінарські	-	
з них самостійної роботи:	120	-
Занять на тиждень	2	-
Індивідуальні завдання	-	
Форма контролю	залік	
Курсова робота (проект) (загальний обсяг)	-	

2. Мета навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни є ознайомлення студентів з концепціями сучасних технологій: адитивні технології, нанотехнології, лазерна обробка та іншими високими технологіями, що використовуються в сучасному машинобудівному виробництві. Студент повинен вміти використовувати прогресивні технології та самостійно вирішувати задачі інноваційного характеру.

Завданням вивчення дисципліни є підготовка висококваліфікованих фахівців, які добре володіють знаннями та вміннями, що дозволить їм застосовувати передові технології в умовах сучасного машинобудівного виробництва.

Знання, які студенти отримують при вивченні цієї дисципліни, використовуються при роботі над магістерською роботою. Також ці знання студенти випускники зможуть використовувати для подальшої роботи на підприємствах машинобудівного профілю, де активно впроваджуються сучасні технології виробництва деталей і виробів.

3. Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни

Для успішного вивчення цієї дисципліни студенти повинні отримати знання з наступних фундаментальних та загально-інженерних дисциплін:

- технологічні основи машинобудування;
- вища математика;
- матеріалознавство;
- теорія конструкційних матеріалів;
- теоретична механіка;
- теорія різання.

4. Характеристика навчальної дисципліни

Загальні компетентності:

ЗК1. Здатність виявляти, ставити та вирішувати інженерно-технічні та науково-прикладні проблеми.

ЗК2. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

Спеціальні компетентності:

СК 1. Здатність застосовувати відповідні методи і ресурси сучасної інженерії для знаходження оптимальних рішень широкого кола інженерних задач із застосуванням сучасних підходів, методів прогнозування, інформаційних технологій та з урахуванням наявних обмежень за умов неповної інформації та суперечливих вимог.

Очікувані програмні результати навчання:

РН1. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик проектування, аналізу і дослідження конструкцій, машин та/або процесів в галузі машинобудування та суміжних галузях знань.

РН8. Оволодівати сучасними знаннями, технологіями, інструментами і методами, зокрема через самостійне опрацювання фахової літератури, участь у науково-технічних та освітніх заходах.

6.Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Зміцнюючі та адитивні технології у машинобудуванні.

Тема 1. Причини руйнувань та методи підвищення надійності деталей машин. Властивості поверхневого шару деталей машин.

Місце зміцнювальних методів у технологічному процесі, вплив властивостей поверхневого шару на опір втомі деталей енергетичних установок. Аналіз причин пошкоджень деталей в умовах експлуатації. Методи підвищення надійності деталей машин.

Лекція – 2 год.

Література – [1-3].

Тема 2. Технологічні характеристики методів зміцнюючої обробки деталей машин. Наклеп та його характеристики. Залишкові напруження та методи їх визначення.

Визначення наклепу, перенаклеп. Характеристики наклепу. Методи визначення глибини наклепу. Суть процесів алмазного вигладжування деталей машин та зміцнення кульками в магнітному полі, вибір оптимальних режимів. Методи дослідження залишкових напружень: суть, переваги, недоліки та область застосування.

Лекція – 6 год.

Література – [1-3, 14-16].

Тема 3. Історичні передумови появи адитивних технологій, класифікація, матеріали.

Історія виникнення та суть адитивних технологій. Класифікація технологій 3D-друку. FDM (Fused Deposition Modeling) - моделювання методом пошарового наплавлення; SLA (Stereolithography Apparatus) – стеріолітографія; SLM (Selective Laser Melting) - вибіркове лазерне плавлення; DMLS (Direct Metal Laser Sintering) – метод прямого лазерного спікання. Суть, недоліки, переваги і область застосування основних методів 3D-друку. Витратні матеріали, які використовуються для 3D-друку. ABS-пластик, coPET, PLA-пластик, PC, PET, нейлон: особливості, переваги, недоліки та область застосування.

Лекція – 4 год.

Література – [4-9, 17].

Тема 4. Пост-процеси адитивних технологій. Якість виробів адитивного виробництва.

Аналіз методів пост-обробки: хімічна обробка, шліфування, шпаклювання, ґрунтовка та фарбування, піскоструйна обробка, галтування. Методи пост-обробки для різних технологій 3D-друку. Технологічний процес інфільтрації та його використання в селективному лазерному спіканні. Термомеханічна обробка гарячим ізостатичним пресуванням. Пост-процес абразивно-екструзійної обробки. Формування функціонально-захисних покриттів на поверхні виробів адитивного виробництва. Геометрична точність виробів адитивного виробництва. Методи контролю якості виробів адитивного виробництва.

Лекція – 4 год.

Література – [8, 10, 11, 13, 17]

Змістовий модуль 2. Сучасні технології в машинобудуванні.

Тема 5. Лазерна техніка.

Класифікація лазерів. Основні типи твердотільних лазерів та їх характеристика. Діодні, волоконні, газові, рідинні лазери. Перспективні напрямки розвитку лазерної техніки. Технологічні лазери. Лазерні технологічні комплекси.

Лекція – 2 год.

Література – [10, 11, 13].

Тема 6. Лазерні технології у машинобудуванні.

Технологічні процеси лазерної обробки матеріалів: лазерне зварювання; лазерне свердління; лазерна поверхнева обробка; лазерне маркування. Технологія, способи, технологічні параметри, переваги та недоліки лазерного різання. Види обладнання для лазерного різання, класифікація лазерів.

Визначення лазерного маркування. Принцип дії, переваги та технології в лазерному маркуванні. Суть лазерного маркування. Типи лазерів, які використовують для лазерного маркування. Лазерне гравіювання, матеріали для лазерного гравіювання.

Лекція – 4 год.

Література – [10, 11, 13].

Тема 7. Введення у нанотехнології.

Основні поняття та визначення. Суть «нано». Нанокристалічні матеріали, Фулерени, нанотрубки, нановолокна, нанопорошки, наноструктурні покриття, нанокомпозити. Структура та зміна властивостей наноматеріалів в порівнянні з традиційними. Методи діагностики нанооб'єктів: електронна мікроскопія, сканувальна зондова мікроскопія, спектральні методи дослідження.

Лекція – 2 год.

Література – [12].

Тема 8. Нанотехнології в машинобудуванні.

Нанопорошки: особливості структури, методи отримання. Вуглецеві наноструктури: структура, властивості фулеренів, основні методи отримання. Вуглецеві нанотрубки. Об'ємні наноматеріали.

Основні фізичні причини специфіки наноматеріалів: фізичні властивості; хімічні властивості; механічні властивості. Класифікація наноматеріалів. Основні області застосування наноматеріалів і нанотехнологій: наноструктурні конструкційні матеріали; нанокомпозити; інструментальні наноматеріали; наноструктурні покриття; наноструктурна кераміка.

Лекція – 4 год.

Література – [12].

Тема 9. Гідроабразивне різання.

Принцип дії методу. Фізична суть процесу, переваги, недоліки, область застосування. Гідроабразивне різання осьових моноколес газотурбінних двигунів.

Лекція – 2 год.

Література – [18-20].

7. Орієнтовний розподіл навчального часу

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	усього	у тому числі				
		лк	пр	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
МОДУЛЬ 1. Зміцнюючі та адитивні технології у машинобудуванні.						
Змістовий модуль 1.						
<i>Тема 1. Причини руйнувань та методи підвищення надійності деталей машин. Властивості поверхневого шару деталей машин.</i>	18	2		6		10
<i>Тема 2. Технологічні характеристики методів зміцнюючої обробки деталей машин. Наклеп та його характеристики. Залишкові напруження та методи їх визначення.</i>	22	6		6		10
<i>Тема 3 Історичні передумови появи адитивних технологій, класифікація, матеріали.</i>	28	4		4		20
<i>Тема 4. Пост-процеси адитивних технологій. Якість виробів адитивного виробництва.</i>	28	4		4		20
Разом за змістовим модулем 1	96	16		20		60
МОДУЛЬ 2. Сучасні технології в машинобудуванні.						
Змістовий модуль 2.						
<i>Тема 5. Лазерна техніка.</i>	12	2				10
<i>Тема 6. Лазерні технології у машинобудуванні.</i>	23	4		4		15
<i>Тема 7. Введення у нанотехнології.</i>	12	2				10
<i>Тема 8. Нанотехнології в машинобудуванні.</i>	25	4		6		15
<i>Тема 9. Гідроабразивне різання.</i>	12	2				10
Разом за змістовим модулем 2	84	14		10		60
Усього годин	180	30		30		120

8. Види навчальних занять та їх орієнтовний зміст

№ з/п	Тема	Вид занять	Орієнтовний зміст
1	Формування якості поверхні при зміцненні сталевими кульками у силовому ультразвуковому полі.	лабораторна	Вивчити технологічний процес зміцнення навантажених деталей поверхневим пластичним деформуванням сталевими кульками у потужному ультразвуковому полі. Виконати налагодження установки, провести зміцнення зразків і обробку експериментальних даних, зробити аналіз впливу режимів зміцнення на формування якості поверхні.
2	Дослідження лопаток компресора, виготовлених із титанових сплавів, що мають пошкодження пера в експлуатації.	лабораторна	Дослідження геометрії лопаток, визначення частот власних коливань та вимірювання профілю пера. Дослідження параметрів поверхневого шару лопаток: шорсткості поверхні, мікротвердості, залишкових напружень.
3	Дослідження якості поверхні та точності розмірів після FDM друку.	лабораторна	Ознайомитись з конструкцією та технічними характеристиками 3 D принтера. Надрукувати шість зразків. Виміряти розміри зразків та висоту мікронерівностей в продольному і поперечному напрямках на деталях після FDM-друку.
4	Пост-обробка деталей методом фрезерування на верстаті з ЧПК після FDM-друку.	лабораторна	Визначення режимів 3D друку. Визначення оптимальних режимів фрезерування. Обробка різних типів пластиків. Визначення точності розмірів.
5	Ознайомлення з основними можливостями лазерного гравіювального верстата NEJE Master 2S	лабораторна	Ознайомитися з конструкцією, принципом роботи та режимами роботи лазерного верстата NEJE Master 2S. Провести дослідження кількості ліній на

			мм для задовільного результату при лазерному гравіюванні. За допомогою цифрового мікроскопа MikroView 500x вивчити отримані зразки випалених зображень. Дослідити можливості лазерного верстата робити чіткі та виразні написи, використовуючи оптимальні режими випарювання.
6	Дослідження дисипативних властивостей та характеристик поверхневого шару наноструктурних покриттів пера лопаток компресора	лабораторна	Отримати покриття з міді та срібла методом електронно-променевого випаровування і конденсації матеріалу покриття в вакуумі. Провести випробування з визначення демпфуючої здатності покриттів. Провести вимірювання параметрів шорсткості і мікротвердості робочих поверхонь лопаток після УЗЗ і з покриттям наноструктурною міддю.
7	Дослідження можливостей програми-слайсер Cura.	самостійна	Визначити можливості налаштувань програми. Провести дослідження результатів друку соплами діаметрами 1,2 мм та 0,8 мм з висотою шару від 0,2 до 0,5 мм
8	Високошвидкісне фрезерування: суть, область застосування.	самостійна	Провести аналіз можливостей застосування високошвидкісного фрезерування при виготовленні авіаційних деталей: вали, лопатки, диски.
9	Високошвидкісне фрезерування: матеріал інструменту, режими фрезерування.	самостійна	Провести аналіз матеріалів фрез та режимів фрезерування. Дати технологічні рекомендації застосування високошвидкісного фрезерування при обробці авіаційних деталей.

9. Форми та методи контролю

Методами контролю є: усний контроль (усне опитування), письмовий, тестовий, графічний, програмований контроль, практична перевірка, а також методи самоконтролю і самооцінки.

Загальна оцінка студента складається з оцінювання:

усне опитування – до 15 %;

виконання лабораторних робіт – до 50 %;

тести – до 35 %.

10. Критерії оцінювання результатів навчання

Семестрова (підсумкова) оцінка студента з дисципліни складається з відповідних сум балів з округленням до цілого на користь студента і подальшим переведенням в національну та ECTS шкали.

Кількість балів	Оцінка ECTS		Традиційна оцінка	
90 – 100	A	відмінно	відмінно	зараховано
85 – 89	B	дуже добре	добре	
75 – 84	C	добре		
70 – 74	D	задовільно	задовільно	
60 – 69	E	достатньо		
35 – 59	FX	незадовільно	незадовільно	не зараховано
01 – 34	F	повторний курс навчання		

Поточне тестування та самостійна робота									Залік
МОДУЛЬ 1				МОДУЛЬ 2					
Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2					
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	
5	5	10	10	10	10	15	15	20	зараховано

T1, T2 ... T9 – теми змістових модулів.

11. Політика курсу

Під час навчання студенти зобов'язані дотримуватися академічної доброчесності:

- самостійно виконувати навчальні завдання, завдання поточного та підсумкового контролю;
- дотримуватися норм законодавства про авторське право;
- приймати активну участь у навчальному процесі;
- не запізнюватися на заняття, не пропускати заняття без поважних причин;
- самостійно і своєчасно вивчати матеріал пропущеного заняття;
- давати достовірну інформацію про результати власної навчальної діяльності.
- бути терпимим і доброзичливим до однокурсників та викладачів.

12. Методичне забезпечення

1. Тексти (конспект) лекцій з дисципліни “Сучасні технології в машинобудуванні” для студентів спеціальності G9 «Прикладна механіка» освітньої програми Технології машинобудування усіх форм навчання / Укл. доц. Пухальська Г.В., – «Запорізька політехніка», 2024 – 58 с.
2. Методичні рекомендації до лабораторної роботи "Формування якості поверхні при зміцненні сталевими кульками у силовому ультразвуковому полі" для студентів спеціальності G9 «Прикладна механіка» освітньої програми «Технології машинобудування» усіх форм навчання / Укл. Пухальська Г.В., – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024 – 34 с.
3. Методичні рекомендації до лабораторної роботи "Дослідження лопаток компресора, виготовлених із титанових сплавів, що мають пошкодження пера в експлуатації" для студентів спеціальності G9 «Прикладна механіка» освітньої програми «Технології машинобудування» усіх форм навчання / Укл. Пухальська Г.В., – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024 – 16 с.
4. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи «Дослідження якості поверхні та точності розмірів після FDM-друку» для студентів спеціальності G9 «Прикладна механіка» освітньої програми «Технології машинобудування» усіх форм навчання / Укл. ст. викл. Тумарченко Л.О., доц. Пухальська Г.В. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024 – 15 с.
5. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи «Пост-обробка деталей методом фрезерування на верстаті з ЧПК після FDM-друку» для студентів спеціальності G9 «Прикладна механіка» освітньої програми «Технології машинобудування» усіх форм навчання / доц. Пухальська Г.В. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024 – 21 с.
6. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи «Дослідження дисипативних властивостей та характеристик поверхневого шару наноструктурних покриттів пера лопаток компресора» для студентів спеціальності G9 «Прикладна механіка» освітньої програми Технології машинобудування усіх форм навчання / Укл. доц. Пухальська Г.В. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024 – 14 с.
7. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи «Ознайомлення з

основними можливостями лазерного гравіювального верстата NEJE Master 2S» для студентів спеціальності G9 «Прикладна механіка» освітньої програми Технології машинобудування усіх форм навчання / Укл. доц. Пухальська Г.В., лаб. Балюта Р.М – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024 – 10 с.

13.Перелік навчальної, наукової та довідкової літератури

1. Методи поверхневого зміцнення у процесі виготовлення деталей машин: навч. посіб. / А.Г.Фесенко та [ін.] – Д.: РВВ ДНУ, 2015. – 104 с.
2. Погребна Н.Е., Куцова В.З., Котова Т.В. Способи зміцнення металів: Навчальний посібник.- Дніпро: НМетАУ, 2021,-89 с.
3. Інтегровані технології обробки матеріалів [Текст]: підручник / Е.С. Геворкян, Л.А. Тимофєєва, В.П. Нерубацький та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2016 – 238 с.
4. Андросчук Г. О. Адитивні технології: перспективи і проблеми 3D-друку (І частина). Наука, технології, інновації. 2017. № 1. С. 68-77.
5. Андросчук Г. О. Адитивні технології: перспективи і проблеми 3D-друку (ІІ частина) Наука, технології, інновації. 2017. № 2 (2). С. 29-36.
6. Андросчук Г. О., Копил Я. В. 3D-друк в епоху інноваційних технологій: проблеми регулювання. Інтелектуальна власність в Україні. 2016. № 5. С. 17-26.
7. Масючок О.П., Юрженко М.В., Колісник Р.В., Кораб М.Г. Адитивні технології полімерних матеріалів. Автоматичне зварювання. 2020. №5. С.53-60. DOI: <https://doi.org/10.37434/as2020.05.08>.
8. Komisarov O. FDM 3D-printing // G. Pukhalska / Сучасні технології у промисловому виробництві: матеріали та програма Х Всеукраїнської науково-технічної конференції (м. Суми, 18–21 квітня 2023 р.) – Суми: Сумський державний університет, 2023. –с. 57-59.
9. Комісаров О.О. Матеріали для FDM-друку в Україні [Електронний ресурс] // О.О. Комісаров, Г.В. Пухальська / Тиждень науки-2023. Машинобудівний факультет. Тези доповідей науково-практичної конференції, Запоріжжя, 24-28 квітня 2023 р., НУЗП. – Запоріжжя, 2023. – С. 43-45 - 1 електрон. опт. диск (DVD-ROM).- Електронне видання комбінованого використання на DVD-ROM.
10. Лазерна поверхнева обробка матеріалів / Афанасьєва О.В., Лалазарова Н.О., Федоренко Є.П. Харків : ФОП Панов А.М., 2020. 100 с.
11. Лазерні технології у машинобудуванні: навч. посібник для студентів спеціальності «Прикладна механіка» денної, заочної та дистанційної форм навчання / Л. І. Пупань. – Харків: НТУ «ХПІ», 2020. – 109 с.
12. Мікроскопія в нанотехнологіях [Текст]: / В.С. Антонюк, Г.С. Тимчик, О.В. Верцанова [та ін.] //– К. : НТТУ «КПІ», 2014. – 258 с. : іл.– 157. Бібліогр. :С.245-258.
13. Chryssolouris G. Laser Machining: Theory and Practice (Mechanical Engineering Series) / G. Chryssolouris . – Springer-Verlag, Berlin Heidelberg GmbH, 2013.

14. Пухальська Г.В. Дослідження технологічних можливостей методу обробки кулками в магнітному полі пера лопаток, що мають експлуатаційні ушкодження / Г.В. Пухальська, С.О. Субботін, С.Д. Леошенко, Д.О. Безхлібний // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні - 2023. -№1.-С. 18-28.

15. Subbotin S.A. Neuromodeling of operational processes / [S.A. Subbotin, H.V. Pukhalska, S.D. Leoshchenko, A.O. Oliinyk, Ye. O. Gofman] // Radio electronics, computer science, control. – 2022. – № 1. – P. 120-129. DOI: 10.15588/1607-3274-2022-1-13.

16. Leoshchenko S. Neural network diagnostics of aircraft parts based on the results of operational processes / [S. Leoshchenko, H. Pukhalska, S. Subbotin, A. Oliinyk, Ye. Gofman] // Radio electronics, computer science, control. – 2022. – № 2. – P. 69-79. DOI: 10.15588/1607-3274-2022-2-7.

17. Комісаров О.О. Пост-обробка деталей методом фрезерування на верстаті з ЧПК після 3D друку методом наплавлення / О.О. Комісаров, Г.В. Пухальська, С.І. Дядя // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні -2024. -№1.-С. 31-41.

18. Грицай І.Є. Теорія різання. Лезове та абразивне оброблення металів, Львів, 2018.

19. Геворкян Е.С., Тимофєєва Л.А., Нерубацький В.П. Інтегровані технології обробки матеріалів, Харків, 2016.

20. Дегтярьов І. М., Нешта А. О., Колесник В. О. Прогресивні технології виготовлення деталей насосного обладнання, Суми, 2021.

14.Рекомендовані інформаційні джерела

1. https://uk.wikipedia.org/wiki/Адитивні_технології.
2. <https://newfolk.com.ua/ua/novyny/> зворотній-інжиніринг-і-адитивне-виробництво.-світовий-тренд-імпортозаміщення-та-локалізації-для-забезпечення-сталого-розвитку.
3. <https://3dprint.infomir.eu/uk/aditivne-virobnicztvo>.
4. <http://poradu.pp.ua/tehnka-tehnologiyi/35539-aditivna-tehnologiya-opis-viznachennya-osoblivost-zastosuvannya-ta-vguki-aditivn-tehnologiyi-v-promislovost.html>
5. Електронний ресурс: <https://monofilament.com.ua/ua/products/>
6. Електронний ресурс: <https://shop.plexiwire.com.ua/abs-plus-filament/>
7. <https://www.larsen.ua/ua/info/blog/tekhnologii/nuzhen-li-na-sovremennom-proizvodstve-lazernyy-standok/>.
8. Технологія гідроабразивного різання [Електронний ресурс] – Про технологію гідроабразивного різання матеріалів – <https://www.roden.ua/waterjet-cutting-technology.html>