

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра «Обробки металів тиском та спецтехнологій»

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
ПРОГРЕСИВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ПРИКЛАДНОЇ МЕХАНІКИ**

м. Кропивницький – 2021

## ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Анотація до дисципліни
3. Мета і завдання дисципліни
4. Формат дисципліни
5. Результат навчання
6. Обсяг дисципліни
7. Ознаки дисципліни
8. Пререквізити
9. Технічне й програмне забезпечення/обладнання
10. Політика курсу
11. Навчально-методична карта дисципліни
12. Система оцінювання та вимоги
13. Рекомендована література
14. Інформаційні ресурси

## 1. Загальна інформація

Назва дисципліни	<b>ПРОГРЕСИВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ПРИКЛАДНОЇ МЕХАНІКИ</b>
Рік викладання	2021-2022 навчальний рік
Викладач	Шмельов Віталій Миколайович, кандидат технічних наук, доцент
Контактний телефон	066-412-90-60
E-mail:	ShmelyovVM@gmail.com
Консультації	<i>Очні консультації</i> згідно розкладу консультацій <i>Онлайн консультації</i> за попередньою домовленістю в робочі дні з 8 <sup>30</sup> до 14 <sup>20</sup>

## 2. Анотація до дисципліни

Курс "Прогресивні напрямки розвитку прикладної механіки" розглядає прогресивні, високоефективні методи виготовлення деталей. До таких методів відносяться електрофізичні методи обробки, високошвидкісні методи обробки, адитивні технології виготовлення деталей. Дисципліна важлива для розуміння сучасних тенденцій напрямків розвитку прикладної механіки в цілому, та розвитку технічного мислення здобувачів – майбутніх інженерів та науковців.

## 3. Мета і завдання дисципліни

**Мета дисципліни:** формування комплексу знань і практичних навичок, що використовуються при підготовці спеціалістів для виробничо-конструкторської та дослідницької діяльності, а також до участі в розробці і реалізації нових технологічних процесів виготовлення деталей.

**Завдання дисципліни:** формування умінь і навиків по таких видах діяльності спеціаліста широкого профілю, що установлені кваліфікаційною характеристикою інженера-механіка за спеціальністю 131 "Прикладна механіка":

- науково-дослідною;
- проектно-конструкторською;
- проектно-технологічною;
- організаційно-економічною.

#### 4. Формат дисципліни

Викладання курсу передбачає для засвоєння дисципліни традиційні лекційні заняття із застосуванням електронних презентацій, поєднуючи їх із практичними роботами.

Для денної форми навчання: формат очний (offline/Face to face).

Для заочної форми навчання: під час сесії формат очний (offline/Face to face), у міжсесійний період – дистанційний (online).

#### 5. Результати навчання

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач повинен набути наступні компетентності:

**загальні компетентності (soft-skills):**

ЗК2 – Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.;

ЗК3 – Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;

ЗК6 – Здатність генерувати нові ідеї (креативність);

ЗК7 – Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

**спеціальні (фахові) компетентності (special-skills):**

СК1 – Здатність критичного аналізу та прогнозування параметрів працездатності нових та існуючих механічних конструкцій, машин, обладнання і устаткування, матеріалів і виробничих процесів машинобудування на основі знання та використання сучасних аналітичних та/або комп'ютеризованих методів і методик;

СК2 – Здатність поставити задачу і визначити шляхи вирішення проблеми засобами прикладної механіки та суміжних предметних галузей, знання методів пошуку оптимального рішення за умов неповної інформації та суперечливих вимог;

СК3 – Здатність створювати нові техніку і технології в галузі механічної інженерії;

СК4 – Здатність застосовувати відповідні наукові, математичні і технічні методи, інформаційні технології та прикладне комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення наукових і інженерних завдань з прикладної механіки;

СК5 – Здатність описати, класифікувати та моделювати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні механічних теорій та практик, а також базових знаннях суміжних наук;

СК6 – Здатність створювати нову техніку з використанням передових досягнень мехатроніки;

СК7 – Здатність створювати нові технології виготовлення деталей машин на поєднанні традиційних і адитивних технологічних процесів.

### Програмні результати вивчення дисципліни:

PH1 – Знання і розуміння засад технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що використовуються для вирішення професійних завдань та розв’язання задач прикладної механіки;

PH3 – Аналізувати інженерні об’єкти, процеси та методи;

PH6 – Знання та розуміння перспектив розвитку прикладної механіки з урахуванням тенденцій розвитку суміжних галузей;

PH7 – Знання та розуміння виробничих процесів машинобудівних підприємств та методики їх технологічного супроводу;

PH8 – Здійснювати оптимальне поєднання традиційних та адитивних методів отримання деталей машин та обладнання.

### 6. Обсяг дисципліни

Вид заняття	Кількість годин
Лекції	28
Практичні заняття	28
Самостійна робота	94
Всього	150

### 7. Ознаки дисципліни

Рік викладання	Курс (рік навчання)	Семестр	Спеціальність кількість кредитів/годин	Кількість кредитів/годин	Кількість змістовних модулів	Вид підсумкового контролю	Нормативна/вибіркова
2021/2022 н.р.	1	I	131 Прикладна механіка	5/150	2	екзамен	Нормативна

### 8. Пререквізити

Враховуючи послідовність накопичення знань та інформації, дисципліна вивчається після викладання наступних дисциплін: "Вища математика", "Фізика".

## 9. Технічне й програмне забезпечення/обладнання

Для викладання дисципліни застосовуються: мультимедійні засоби, персональні комп'ютери, локальна комп'ютерна мережа, вільний доступ до Інтернету, спеціалізоване обладнання для виготовлення деталей, програмне забезпечення для обробки результатів досліджень.

## 10. Політика дисципліни

### Академічна доброчесність

Очікується, що здобувачем будуть дотримуватися принципів академічної доброчесності, усвідомлювати наслідки її порушення. Детальніше у «Положенні про дотримання академічної доброчесності НПП та здобувачами вищої освіти» за посиланням URL:

<http://www.kntu.kr.ua/doc/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%20%D0%B4%D0%BE%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D0%B0%D0%BA%D0%B0%D0%B4%D0%B5%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%BE%D1%97%20%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%BE%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96%20%D0%9D%D0%9F%D0%9F%20%D1%82%D0%B0%20%D0%B7%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D1%83%D0%B2%D0%B0%D1%87%D0%B0%D0%BC%D0%B8%20%D0%B2%D0%B8%D1%89%D0%BE%D1%97%20%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%B8%20%D0%A6%D0%9D%D0%A2%D0%A3.pdf>

### Відвідування занять

Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі здобувачі відвідають лекції і практичні заняття курсу. Пропущені заняття повинні бути відпрацьовані не пізніше, ніж за тиждень до залікової сесії.

### Поведінка на заняттях

Недопустимість: запізнь на заняття, списування та плагіат, несвоєчасне виконання поставленого завдання.

## 11. Навчально-методична карта дисципліни

Тиждень, дата, години	Тема, основні питання (розкривають зміст і є орієнтирами для підготовки до модульного і підсумкового контролю)	Форма діяльності (заняття/ формат)	Матеріал	Література, інформаційні ресурси	Завдання/ години	Вага оцінки	Термін виконання
1	2	3	4	5	6	7	8
Змістовий модуль 1. Традиційні методи обробки, що охоплює рубіж 1							
Тиж.1 1 пара за розкладом 2 год.	<b>Тема 1. Загальні тенденції розвитку прикладної механіки</b> Вступ. Напрямки розвитку прикладної механіки	Лекція Face to face	Конспект лекцій	1-17	Самостійно опрацювати теоретичний матеріал - 2 годин	1	Самостійна робота до 2 тижня
Тиж.1 1 пара за розкладом 2 год.	<b>Тема 2 . Прогресивні технології ливарного виробництва.</b> Сучасні технології ливарного виробництва	Лекція Face to face	Конспект лекцій	1-6	Самостійно опрацювати теоретичний матеріал - 2 годин	1	Самостійна робота до 2 тижня
Тиж.2 1 пара за розкладом 2 год.	<b>Тема 2. Прогресивні технології ливарного виробництва.</b>	Практична робота Face to face	Методичні рекомендації	18	Самостійно опрацювати теоретичний матеріал, виконати та захисти звіт з практичної роботи, 5 години	4	Самостійна робота до 3 тижня
Тиж.2 1 пара за розкладом 2 год.	<b>Тема 3 . Прогресивне обладнання ливарного виробництва.</b> Сучасне та прогресивне обладнання ливарного виробництва	Лекція Face to face	Конспект лекцій	1-6	Самостійно опрацювати теоретичний матеріал - 2 годин	1	Самостійна робота до 3 тижня
Тиж.3 1 пара за розкладом 2 год.	<b>Тема 3 . Прогресивне обладнання ливарного виробництва.</b>	Практична робота Face to face	Методичні рекомендації	18	Самостійно опрацювати теоретичний матеріал, виконати та захисти звіт з практичної роботи, 5 години	4	Самостійна робота до 4 тижня
Тиж.3 1 пара за	<b>Тема 4 . Прогресивні технологічні процеси механічної обробки</b>	Лекція Face to face	Конспект лекцій	7-11	Самостійно опрацювати	1	Самостійна робота до

розкладом 2 год.	Визначення оціночних показників технологічних процесів механічної обробки з дослідженням їх впливу на гнучкість. Розподіл оціночних показників на групи.				теоретичний матеріал - 2 годин		4 тижня
Тиж.4 1 пара за розкладом 2 год.	<b>Тема 4 . Прогресивні технологічні процеси механічної обробки</b>	Практична робота Face to face	Методичні рекомендації	18	Самостійно опрацювати теоретичний матеріал, виконати та захисти звіт з практичної роботи, 5 години	4	Самостійна робота до 5 тижня
Тиж.4 1 пара за розкладом 2 год.	<b>Тема 5. Прогресивні верстатні системи для відтворення гнучкої технології при обробці деталей з високою точністю та продуктивністю</b> Сучасні металорізальні верстати та їх будова, яка забезпечує обробку деталей будь, якої складності зі значним показником гнучкості та максимальною продуктивністю.	Лекція Face to face	Конспект лекцій	7-11	Самостійно опрацювати теоретичний матеріал - 2 годин	1	Самостійна робота до 5 тижня
Тиж.5 1 пара за розкладом 2 год.	<b>Тема 5. Прогресивні верстатні системи для відтворення гнучкої технології при обробці деталей з високою точністю та продуктивністю</b>	Практична робота Face to face	Методичні рекомендації	18	Самостійно опрацювати теоретичний матеріал, виконати та захисти звіт з практичної роботи, 5 години	4	Самостійна робота до 6 тижня
Тиж.5 1 пара за розкладом 2 год.	<b>Тема 6. Прогресивні технології та обладнання в обробці металів тиском</b> Технологія та обладнання для отримання заготовок електровисаджуванням. Штампування поковок з рідкого металу.	Лекція Face to face	Конспект лекцій	12-16,20	Самостійно опрацювати теоретичний матеріал - 2 годин	1	Самостійна робота до 6 тижня
Тиж.6	<b>Тема 6. Розробка техпроцесу</b>	Практична	Методичні	18	Самостійно опрацювати	3	Самостійна



1 пара за розкладом 2 год.	<b>електровисаджування</b>	робота Face to face	рекомендації		теоретичний матеріал, виконати та захисти звіт з практичної роботи, 5 години		робота до 7 тижня
Тиж.6,7 2 пари за розкладом 4 год.	<b>Тема 7. Технології штампування за рахунок вибухової хвилі, магніто-імпульсне формоутворення</b> Штампування вибухом. Електрогідравлічне штампування. Формування фронтів ударної хвилі при електрогідравлічного штампування. Магнітно-імпульсне формоутворення.	Лекція Face to face	Конспект лекцій	14	Самостійно опрацювати теоретичний матеріал - 5 годин	1	Самостійна робота до 8 тижня
Тиж.7 1 пара за розкладом 2 год.	<b>Тема 7. Високоенергетичні методи штампування</b>	Практична робота Face to face	Методичні рекомендації	18	Самостійно опрацювати теоретичний матеріал, виконати та захисти звіт з практичної роботи, 5 години	4	Самостійна робота до 8 тижня
<b>Максимальна кількість балів за змістовим модулем I</b>						30 балів	
<b>Змістовий модуль 2. Високоєфективні методи обробки, що охоплює рубіж 2</b>							
Тиж.8 2 пари за розкладом 4 год.	<b>Тема 8. Електророзрядна обробка</b> Електроіскрова, електроімпульсна обробка. Розмірна обробка електричною дугою. Електроконтактна обробка.	Лекція Face to face	Конспект лекцій	12-17	Самостійно опрацювати теоретичний матеріал - 5 годин	2	Самостійна робота до 9 тижня
Тиж. 9 2 пари за розкладом 4 год.	<b>Тема 8. Дослідження ефективності різних способів електророзрядної обробки струмопровідних матеріалів</b>	Практична робота Face to face	Методичні рекомендації	18	Самостійно опрацювати теоретичний матеріал, виконати та захисти звіт з практичної роботи, 6 години	5	Самостійна робота до 10 тижня
Тиж.10	<b>Тема 9. Лазерна обробка</b>	Лекція	Конспект	12-16, 26, 29	Самостійно	2	Самостійна

2 пари за розкладом 4 год.	Суть процесу та технологія лазерного різання. Типи лазерів. Різання вуглецевих, нержавіючих та кольорових металів.	Face to face	лекцій		опрацювати теоретичний матеріал - 4 годин		робота до 11 тижня
Тиж.11 1 пара за розкладом 2 год.	<b>Тема 9. Обладнання та технологічні режими лазерної обробки</b>	Практична робота Face to face	Методичні рекомендації	18	Самостійно опрацювати теоретичний матеріал, виконати та захисти звіт з практичної роботи, 6 години	5	Самостійна робота до 12 тижня
Тиж. 11,12 2 пари за розкладом 4 год.	<b>Тема 10. Плазмова обробка</b> Суть плазмового різання. Токарна обробка з плазмовим нагрівом. Плазмова металургія. Зварювання та наплавлення. Поверхнєве плазмове різання.	Лекція Face to face	Конспект лекцій	12-16, 20, 28	Самостійно опрацювати теоретичний матеріал - 6 годин	2	Самостійна робота до 13 тижня
Тиж.12 1 пара за розкладом 2 год.	<b>Тема 10. Обладнання та технологічні режими плазмової обробки</b>	Практична робота Face to face	Методичні рекомендації	18	Самостійно опрацювати теоретичний матеріал, виконати та захисти звіт з практичної роботи, 6 години	5	Самостійна робота до 13 тижня
Тиж. 13 2 пара за розкладом 4 год.	<b>Тема11. Виготовлення деталей методами 3D друку</b> FDM, SLA, DLP, SLS, MJ, DOD, BJ, DMLS, SLM, EBM технології 3D друку.	Лекція Face to face	Конспект лекцій	31-34	Самостійно опрацювати теоретичний матеріал - 6 годин	3	Самостійна робота до 14 тижня
Тиж.14 2 пара за розкладом 4 год.	<b>Тема 11. Особливості виготовлення деталей методами 3D друку</b>	Практична робота Face to face	Методичні рекомендації	18	Самостійно опрацювати теоретичний матеріал, виконати та захисти звіт з практичної роботи, 8 години	6	Самостійна робота до кінця 14 тижня
<b>Максимальна кількість балів за змістовим модулем II</b>						30 балів	

## 12. Система оцінювання та вимоги

**Види контролю:** поточний, підсумковий.

**Методи контролю:** спостереження за навчальною діяльністю здобувачів, усне опитування, письмовий контроль, тестовий контроль.

**Форма підсумкового контролю:** екзамен.

### Контроль знань і умінь

Контроль знань і умінь здобувачів (поточний і підсумковий) з дисципліни «Постановка та рішення наукових проблем в машинобудуванні» здійснюється згідно з кредитною трансферно-накопичувальною системою організації навчального процесу. Рейтинг здобувача із засвоєння дисципліни визначається за 100 бальною шкалою. Він складається з рейтингу з навчальної роботи, для оцінювання якої призначається 60 балів, і рейтингу з атестації (екзамен) – 40 балів.

Підсумкова (загальна оцінка) курсу навчальної дисципліни є сумою рейтингових оцінок (балів), одержаних за окремі оцінювані форми навчальної діяльності: поточне та підсумкове тестування рівня засвоєння теоретичного матеріалу під час аудиторних занять та самостійної роботи (модульний контроль); оцінка (бали) за виконання практичних індивідуальних завдань. Підсумкова оцінка виставляється після повного вивчення навчальної дисципліни, яка виводиться як сума проміжних оцінок за змістові модулі.

### Шкала оцінювання

Оцінка за шкалою ЄКТС	Визначення	Оцінка		
		За національною системою (екзамен, диф. залік, курс. проект, курс. робота, практика)	За національною системою (залік)	За системою ЦНТУ
A	ВІДМІННО – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	5 (відмінно)	Зараховано	90-100
B	ДУЖЕ ДОБРЕ – вище середнього рівня з кількома помилками	4 (добре)	Зараховано	82-89
C	ДОБРЕ – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок			74-81
D	ЗАДОВІЛЬНО – непогано, але зі значною кількістю недоліків	3 (задовільно)	Зараховано	64-73
E	ДОСТАТНЬО – виконання задовольняє мінімальні критерії			60-63
FX	НЕЗАДОВІЛЬНО – потрібно попрацювати перед тим, як перескласти	2 (незадовільно)	Незараховано	35-59
F	НЕЗАДОВІЛЬНО – необхідна серйозна подальша робота			1-34

*Критерії оцінювання.* Знання здобувачів вищої освіти оцінюється при проведенні екзаменаційного контролю як з теоретичної, так і з практичної підготовки за такими критеріями:

– "відмінно" – здобувач вищої освіти досконало засвоїв теоретичний матеріал, глибоко і всебічно знає зміст навчальної дисципліни, основні положення наукових першоджерел та рекомендованої літератури, логічно мислить і будує відповіді, вільно використовує набуті теоретичні знання при аналізі практичного матеріалу, висловлює своє ставлення до тих чи інших проблем, демонструє високий рівень засвоєння практичних навичок;

– "добре" – здобувач вищої освіти добре засвоїв теоретичний матеріал, аргументовано викладає його, володіє основними аспектами з першоджерел та рекомендованої літератури, має практичні навички, висловлює свої міркування з приводу тих чи інших проблем, але припускається певних неточностей і похибок у логіці викладу теоретичного змісту або при аналізі практичного матеріалу;

– "задовільно" – здобувач вищої освіти, в основному, володіє теоретичними знаннями з навчальної дисципліни, орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, але непереконливо відповідає, додаткові питання викликають невпевненість або відсутність стабільних знань; відповідаючи на запитання практичного характеру, виявляє неточності у знаннях, не вміє оцінювати факти та явища, пов'язувати їх із майбутньою діяльністю;

– "незадовільно" – здобувач вищої освіти не опанував навчальний матеріал дисципліни, не знає наукових фактів, визначень, майже не орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, відсутні наукове мислення, практичні навички не сформовані.

### **Розподіл балів, які отримують студенти при вивченні дисципліни**

Поточний контроль та самостійна робота																						Екзамен	Сума
Змістовий модуль 1												Змістовий модуль 2											
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11													
Л	Л	П	Л	П	Л	П	Л	П	Л	П	Л	П	Л	П	Л	П	Л	П					
1	1	4	1	4	1	4	1	4	1	3	1	4	2	5	2	5	2	5	3	6	40	100	

Примітка: T1, T2,..., T12 – тема дисципліни, Л – теоретичні (лекційні) заняття, П – практичні заняття

### 13. Рекомендована література

#### *Базова*

1. Ефимов В.А. Специальные способы литья. Справочник. — М.: Машиностроение, 1991. — 436 с.: ил. — (Технология литейного производства). — ISBN 5-217-01120-3.
2. Клименков С.С. Современные технологии в машиностроении и приборостроении. Учебник. — Витебск : Витебский государственный технологический университет, 2017. — 311 с. — ISBN 978-985-481-506-0.
3. Марукович Е.И., Карпенко М.И. Литейные сплавы и технологии. Монография. — Минск: Беларуская навука, 2012. — 442 с.
4. Богданова Т.А., Довженко Н.Н., Гильманшина Т.Р. и др. Структурообразование литейных алюминиевых сплавов при литье под низким давлением. Монография. — Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2015. — 164 с.
5. Ефимов В.А., Эльдарханов А.С. Современные технологии разливки и кристаллизации сплавов. — М.: Машиностроение, 1998. - 360 с.
6. Полищук В.П., Цин М.Р. и др. Магнитодинамические насосы для жидких металлов. Киев: Наукова думка, 1989. — 254 с.: ил. — ISBN 5-12-000892-5.
7. Шпур Г. Штеферле Т. Справочник по технологии резания материалов. В 2-х книгах М. : Машиностроение, 1985
8. Гевко Б.М., Матвійчук А.А., Артюхов А.М., та ін. Технологія обробки на верстатах з ЧПК Тернопіль: Крок, 2014
9. Грабченко Н.И. Современные технологии в машиностроении Харьков: НТУ "ХПИ", 2006.
10. Якімов О.В., Марчук В.І., Лінчевський П.А. та ін Технологія машино- та приладобудування Луцьк : ЛДТУ, 2005.
11. Кузнецов Ю.Н. Оснастка для станков с ЧПУ М. : Машиностроение, 1983
12. Н.К.Фотеев. Технология электроэрозионной обработки. — М.: Машиностроение, 1980, — 184с., ил.
13. Б.А. Артамонов, Ю.С. Волков, В.И. Дрожалова и др. Электрофизические и электрохимические методы обработки. Учеб. пособие (в 2-х томах). Т. 1. Обработка материалов с применением инструмента / Под ред. В.П. Смоленцева. — М.: Высш. шк., 1983. — 247 с., ил.
14. .А. Артамонов, Ю.С. Волков, В.И. Дрожалова и др. Электрофизические и электрохимические методы обработки. Учеб. пособие (в 2-х томах). Т. 2. Обработка материалов с использованием высококонцентрированных источников энергии / Под ред. В.П. Смоленцева. — М.: Высш. шк., 1983. — 208 с., ил.
15. Д.Я. Попилов. Электрофизическая и электрохимическая обработка материалов: Справочник — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1982, — 400с., ил.

16. Е.Ф. Немилов. Электроэрозионная обработка материалов: Учебное пособие для ПТУ. – Л.: Машиностроение, Лененгр. Отд-ние, 1983, – 160с., ил.
17. Носуленко В.І., Шмельов В.М. Розмірна обробка металів електричною дугою // Навчальний посібник. – Кропивницький: ПП «Ексклюзив-Систем», 2017. – 256.
18. Прогресивні напрямки розвитку прикладної механіки: метод. рекомендації до виконання практичних робіт: для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти освітньої програми «Прикладна механіка» спеціальності 131 «Прикладна механіка» всіх форм навчання / [уклад. : В. Шмельов, М. Підгаєцький, В. Ломакін] ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. обробки металів тиском та спецтехнологій. – Кропивницький : ЦНТУ, 2021 – 32 с.

#### *Допоміжна*

19. Полухин П.И., Тюрин В.А., Давидков П.И., Витанов Д.Н. Обработка металлов давлением в машиностроении М.: Машиностроение, 1983 г., 279 с., ил.
20. В.С. Коваленко. Электрофизические и электрохимические методы обработки. К.: Вища школа, 1975. - 236 с.
21. Л.Я. Попилов Электрофизическая и электрохимическая обработка материалов: Справочник – 2 изд., перер. И доп. – М.: Машиностроение, 1982. – 400 с.: ил.

#### **14. Інформаційні ресурси**

22. <http://nbuv.gov.ua> – Національна бібліотека імені В.І. Вернадського
23. <http://dspace.kntu.kr.ua> – Репозитарій Центральноукраїнського національного технічного університету
24. <http://moodle.kntu.kr.ua> – Дистанційна освіта Центральноукраїнського національного технічного університету
25. <https://books.google.com.ua> – Сервіс повнотекстового пошуку по книгам, що оцифровані компанією Google
26. Ковалев О.Б. (2013) Физические основы лазерной резки толстых листовых материалов <https://lib-bkm.ru/14013>
27. Банов М.Д. (2009) Специальные способы сварки и резки <https://lib-bkm.ru/12968>
28. Малаховский В.А. (1987) Плазменная сварка <https://lib-bkm.ru/13685>
29. Рыкалин Н.Н. (1985) Лазерная и электронно-лучевая обработка материалов: Справочник <https://lib-bkm.ru/12247>
30. Могорян Н.В. (1982) Электрические методы обработки материалов <https://lib-bkm.ru/load/77-1-0-585>
31. <https://3dtool.ru/stati/kak-rabotayut-3d-printery-po-metallu-obzor-slm-i-dmls-tehnologiy-additivnoe-proizvodstvo-3d-pechat-/>

32. Теория и практика экструзии полимеров (Ким В. С., 2005г) <https://mplast.by/biblioteka/kniga-teoriya-i-praktika-ekstruzii-polimerov-kim-v-s/>
33. Доступная 3D печать для науки, образования и устойчивого развития (Э. Кэнесс, К. Фонда, М. Дзеннаро) 2013 год <https://mplast.by/biblioteka/dostupnaya-3d-pechat-dlya-nauki-obrazovaniya-i-ustoychivogo-razvitiya-kniga-rus/>
34. <https://3dtoday.ru/wiki#.D0.A2.D0.B5.D1.85.D0.BD.D0.BE.D0.BB.D0.BE.D0.B3.D0.B8.D0.B8.203D-.D0.BF.D0.B5.D1.87.D0.B0.D1.82.D0.B82>