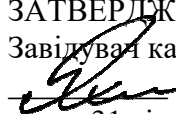


# ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра галузевого машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,

 Сергій ЯХІН

31 січня 2022 року

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(вибіркова фахова навчальна дисципліна)

### ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

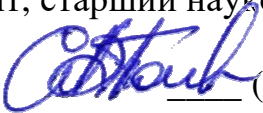
освітньо-професійна програма	Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва
спеціальність	133 Галузеве машинобудування
галузь знань	13 Механічна інженерія
освітній ступінь	магістр
факультет	Інженерно-технологічний

Робоча програма «Оптимізація процесів механічної обробки» для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» спеціальності «133 Галузеве машинобудування»

Мова викладання: державна

Розробник: Станіслав ПОПОВ, доцент кафедри галузеве машинобудування,  
кандидат технічних наук, доцент, старший науковий співробітник

31 січня 2022 року

  
\_\_\_\_\_ (Станіслав ПОПОВ)

Схвалено на засіданні кафедри галузеве машинобудування

протокол від 31.01.2022 року №6.

Погоджено гарантом освітньої програми «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва»

31.01.2022 року

  
\_\_\_\_\_ (Володимир КОВБАСА)

Схвалено головою НМР спеціальності  
«133 Галузеве машинобудування»

  
\_\_\_\_\_ (Станіслав ПОПОВ)

протокол від 31.01.2022 року №6.

## 1 Опис навчальної дисципліни

Елементи характеристики	Денна форма навчання
	133ГМ_мд_2021
Загальна кількість годин –	120
Кількість кредитів –	4,0
Місце в індивідуальному навчальному плані здобувача вищої освіти	Вибіркова фахова
Рік навчання (шифр курсу)	2
Семестр	3
Лекції (годин)	16
Практичні (семінарські) (годин)	24
Лабораторні (годин)	-
Самостійна робота (годин)	80
у т. ч. індивідуальні завдання (вказати форму), годин	-
Форма семестрового контролю	Залік

## 2 Передумови для вивчення навчальної дисципліни

Технологія сільськогосподарського машинобудування, Технологічні аспекти керування якістю виробів машинобудування.

## 3 Заплановані результати навчання

*Мета вивчення навчальної дисципліни:* формування систематизованих знань щодо виявлення, аналізу основних параметрів, які впливають на процеси пластичного формоутворення виробів та їх обробки різанням, вибір раціональних способів врахування цих параметрів при створенні математичних моделей, а також проведення розрахунковим шляхом оптимізації для подальшої розробки технологічних процесів отримання необхідних виробів, що володіють належними механічними властивостями, показниками точності та шорсткості.

*Основні завдання навчальної дисципліни:*

- набути знань щодо виявлення, аналізу та встановленню основних конструктивних, технологічних та фізико-механічних параметрів у процесах обробки матеріалів тиском та обробки різанням;

- опанувати раціональні способи врахування вказаних параметрів при розробці математичних моделей для проведення оптимізації вказаних процесів розрахунковим шляхом;

- призначати параметри для розробки технологій отримання виробів потрібної форми, точності, шорсткості, а також виробів із необхідним пропрацюванням структури металу пластичною деформацією для досягнення механічних властивостей за усім об'ємом чи в окремих його частинах;

- уміти створювати математичні моделі, які із максимальною точністю описують поведінку металу в процесах холодного, напівгарячого та гарячого формоутворення виробів, а також обробки різанням;

- розробляти методики проведення розрахункових досліджень для досягнення оптимізації таких процесів у найкоротші терміни;

- аналізувати результати розрахунків та призначати параметри для проектування конкурентоспроможних технологій пластичного формоутворення, обробки різанням у машинобудуванні;

- набути навичок щодо розроблення конкурентоспроможних технологій отримання виробів процесами холодного листового штампування, холодного і напівгарячого, гарячого об'ємного штампування, та обробки різанням.

#### **Компетентності:**

##### *фахові:*

- володіти вміннями вести дослідницьку діяльність, включаючи аналіз проблем, постановку цілей і завдань, вибір способу й методів дослідження, а також оцінку його якості (ФК6);
- здатність проводити дослідження або здійснювати інновації у сфері сільськогосподарського машинобудування (ФК7).

#### **Програмний результат навчання:**

- використовувати методи та засоби математичного моделювання стосовно вирішення проблем дослідження, проектування, виготовлення та експлуатації об'єктів нової техніки та нових технологій (ПРН 8).

#### **Методи навчання:**

- словесні;
- практичні;
- письмовий контроль;
- комп'ютерні і мультимедійні.

## **4 Програма навчальної дисципліни**

### **Тема 1. Оптимізація процесів пластичного формоутворення**

Аналіз параметрів, які впливають на процеси пластичного формоутворення виробів в інноваційному машинобудуванні. Оптимізація пластичного формоутворення виробів процесами холодного листового витягування. Оптимізація процесів пластичного формоутворення виробів в процесах обтиску трубчастих та порожнистих заготовок. Оптимізація процесів пластичного формоутворення виробів в процесах роздач. Оптимізація процесів пластичного формоутворення виробів в процесах відбортування і дорнування. Оптимізація процесів пластичного формоутворення виробів в процесах холодного об'ємного штампування порожнистих виробів. Оптимізація процесів пластичного формоутворення виробів в процесах холодного об'ємного штампування стержневих виробів. Оптимізація процесів пластичного формоутворення виробів в процесах гарячого об'ємного штампування.

### **Тема 2. Оптимізація процесів різання**

Загальні методи оптимального управління. Однокритеріальна задача оптимізації. Багатокритеріальна задача оптимізації. Оптимізація токарної обробки. Оптимізація процесу фрезерування циліндричними та кінцевими фрезами. Оптимізація процесу торцевого фрезерування. Оптимізація процесів шліфування.

### 5 Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин				
	усього	у тому числі			
		л	пр.	л.з	с.р
Тема 1. Оптимізація процесів пластичного формоутворення	<b>60</b>	8	12	-	40
Тема 2. Оптимізація процесів різання	<b>60</b>	8	12	-	40
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>16</b>	<b>24</b>	<b>-</b>	<b>80</b>

### 6 Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<b>Тема 1. Оптимізація процесів пластичного формоутворення</b>		
1	Витягування в радіальних та конусних матрицях, витягування із потоншенням.	2
2	Обтискання в матрицях.	2
3	Відбортовування отворів.	2
4	Видавлювання порожнистих виробів.	2
5	Пряме видавлювання стрижньових виробів.	2
6	Гаряче штампування виробів із вуглецевих сталей та кольорових металів.	2
<b>Тема 2. Оптимізація процесів різання</b>		
7	Принцип максимуму Л.С. Понтрягіна.	2
8	Критерій Парето.	2
9	Оптимізаційна модель токарної обробки, що зв'язує критерій оптимізації з керуючим впливом (подача, швидкість різання).	2
10	Математична модель процесу периферійного фрезерування кінцевими фрезами.	2
11	Задача оптимізації режиму торцевого фрезерування.	2
12	Створення математичної моделі шліфування як взаємодія шліфувального круга із заготовкою.	2
<b>Усього годин</b>		<b>24</b>

### Теми лабораторних занять

Не передбачено навчальним планом.

### 7 Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<b>Тема 1. Оптимізація процесів пластичного формоутворення</b>		
1	Вплив параметрів на силові режими пластичного формоутворення. Способи інтенсифікації процесів витягування в радіальних матрицях. Існуючі профілі деформуючих поверхонь конусних матриць. Вплив кута конуса витяжної матриці на зусилля витягування.	10
2	Конструкції штампового оснащення для обтиску з прикладанням протитиску рідини на внутрішню поверхню заготовки. Конструкції штампового оснащення для традиційної роздачі та роздачі з дією протитиску на заготовку.	10
3	Конструкції деформуючого інструменту для процесів відборткування. Способи інтенсифікації процесів видавлювання порожнистих виробів.	10
4	Холодне видавлювання стержневих виробів із малопластичних матеріалів.	10
<b>Тема 2. Оптимізація процесів різання</b>		
5	Композиційна модель утворення шорсткості.	10
6	Конструктивні обмеження, що визначаються за можливостями металорізального верстату.	10
7	Схема формування шорсткості плоскої поверхні при торцевому фрезеруванні.	10
8	Правка шліфувальних кругів та управління процесом для оптимізації всього циклу оброблення деталі.	10
<b>Усього годин</b>		<b>80</b>

### 8 Індивідуальні завдання

Індивідуальна робота не передбачена.

### 9 Оцінювання результатів навчання

Програмний результати навчання	Форми контролю
Використовувати методи та засоби математичного моделювання стосовно вирішення проблем дослідження, проектування, виготовлення та експлуатації об'єктів нової техніки та нових технологій (ПРН 8).	- виконання завдань самостійної роботи; - виконання вправ на практичних

**Забезпечення тематикою дисципліни успішного опанування  
результатів навчання для здобувачів вищої освіти**

Теми	Програмний результат навчання	<b>Разом</b>
	ПРН8	
<b>Тема 1. Оптимізація процесів пластичного формоутворення</b>	50	50
	30	30
<b>Тема 2. Оптимізація процесів різання</b>	50	50
	30	30
<b>Разом</b>		
максимальний відсоток у підсумковій оцінці з навчальної дисципліни, %	100	<b>100</b>
мінімальний відсоток у підсумковій оцінці з навчальної дисципліни, %	60	<b>60</b>

Критерієм успішного навчання є досягнення здобувачем вищої освіти мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним запланованим результатом навчання.

**Критерії успішного опанування результатів навчання**

Програмний результат навчання	Відсоток у підсумковій оцінці з навчальної дисципліни, %	Пороговий рівень оцінок, балів	
		Максимальний	Мінімальний
Використовувати методи та засоби математичного моделювання стосовно вирішення проблем дослідження, проектування, виготовлення та експлуатації об'єктів нової техніки та нових технологій (ПРН 8).	100	100	60
<b>Разом</b>	100	100	60

Одним із обов'язкових елементів освітнього процесу є систематичний поточний контроль оволодіння компетентностями та підсумкова оцінка рівня досягнення програмних результатів навчання.

### 10 Форми оцінювання результатів навчання

Програмний результат навчання	Форма оцінювання									
	Самостійна робота		Виконання вправ на практичних		Виконання вправ на лабораторних		Залік		Разом	
	Мінімальна кількість балів	Максимальна кількість балів	Мінімальна кількість балів	Максимальна кількість балів	Мінімальна кількість балів	Максимальна кількість балів	Мінімальна кількість балів	Максимальна кількість балів	Мінімальна кількість балів	Максимальна кількість балів
Використовувати методи та засоби математичного моделювання стосовно вирішення проблем дослідження, проектування, виготовлення та експлуатації об'єктів нової техніки та нових технологій (ПРН 8).	24	40	36	60	-	-	-	-	60	100
<b>Разом</b>	<b>24</b>	<b>40</b>	<b>36</b>	<b>60</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>60</b>	<b>100</b>

### 11 Схема нарахування балів з навчальної дисципліни

Назва теми	Форма оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти			Разом
	Самостійна робота	Виконання вправ на практичних	Виконання вправ на лабораторних	
Тема 1. Оптимізація процесів пластичного формоутворення	20	30	-	
Тема 2. Оптимізація процесів різання	20	30	-	
Усього	40	60	-	<b>100</b>

### Форма, шкала та критерії оцінювання результатів навчання при проведенні поточного і семестрового контролю успішності здобувачів вищої освіти

Форми оцінювання	Шкала, критерії оцінювання
- самостійна робота (самостійна робота виконується за 8-ма темами)	<p><b>від 0 до 5:</b></p> <p><b>5 балів</b> – виконано поставлене завдання з самостійної роботи, надані відповіді на усі запитання, вони є достатньо аргументованими;</p> <p><b>4 балів</b> – виконано поставлене завдання з самостійної роботи, надані відповіді на усі запитання, але є незначні неточності;</p> <p><b>3 балів</b> – виконано поставлене завдання з самостійної роботи, надані відповіді на усі запитання, але є неточності;</p> <p><b>2 балів</b> – виконано поставлене завдання з самостійної роботи, надані відповіді на усі</p>



Форми оцінювання	Шкала, критерії оцінювання
	запитання, але є суттєві неточності; <b>1 бали</b> – виконано поставлене завдання з самостійної роботи, надано відповіді на меншість питань, наявні грубі неточності; <b>0 балів</b> – у випадку відсутності наданих відповідей.
- виконання вправ на практичних (12 практичних занять)	<b>від 0 до 5:</b> <b>5 балів</b> – розрахунки +, графічний матеріал +, висновки +, відповіді на питання +, оформлення +; <b>4 бали</b> – розрахунки +, графічний матеріал +, висновки +, відповіді на питання +, оформлення -; <b>3 балів</b> – розрахунки +, графічний матеріал +, висновки +, відповіді на питання -, оформлення -; <b>2 бали</b> – розрахунки +, графічний матеріал +, висновки -, відповіді на питання -, оформлення -; <b>1 бал</b> – розрахунки +, графічний матеріал -, висновки -, відповіді на питання -, оформлення -; <b>0 балів</b> – розрахунки -, графічний матеріал -, висновки -, відповіді на питання -, оформлення -.

### 12 Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

Перелік інструментів та обладнання для вивчення навчальної дисципліни забезпечує спеціалізована навчальна лабораторія 375а.

### 13 Рекомендовані джерела інформації

#### Основні

1 Калюжний В.Л., Калюжний О.В. Інтенсифікація листового штампування. Формоутворюючі процеси / В.Л. Калюжний, О.В. Калюжний // Київ: НТУУ «КПІ» Вид-во «Політехніка». 2016. 300 с.

2 Калюжний О.В., Калюжний В.Л. Інтенсифікація формоутворюючих процесів холодного листового штампування / О.В. Калюжний, В.Л. Калюжний – К: ТОВ «Сік Груп Україна», 2015. 292 с.

3 Калюжний О.В. Холодне видавлювання порожнистих і стержневих виробів / О.В. Калюжний, В.Л. Калюжний. Київ. КИТ. 2020. 248 с.

4 Попов Е.А., Ковалев В.Г., Шубин И.Н. Технология и автоматизация листовой штамповки: Учебник для вузов / Е.А. Попов, В.Г. Ковалев, И.Н. Шубин. М: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2000. 400 с.

5 Ящерицын П.И., Фельдштейн Е.Э., Корниевич М.А. Теория резания: учеб. Минск: Новое знание, 2005. – 512с.

6 Петраков, Ю. В. Управління процесами шліфування [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» спеціалізацій «Технології машинобудування» і «Технології виготовлення літальних апаратів» / Ю. В. Петраков ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,94 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 218 с.

7 Петраков Ю.В. Автоматичне управління процесами обробки матеріалів різанням - Київ: УкрНДІАТ, 2004. – 384 с.

#### Допоміжні

1 Данченко В.Н., Миленин А.А, Кузьменко В.И. Компьютерное моделирование процессов обработки металлов давлением. Численные методы / В.Н. Данченко, А.А. Миленин, В.И. Кузьменко. Днепропетровск: Системные технологии. 2008. – 448 с.

- 2 Г.Я. Гун. Теоретические основы обработки металлов давлением. М.: Metallurgy. 1980. – 456 с.
- 3 Евстратов В.А. Теория обработки металлов давлением. Харків: "Вища школа", 1981. – 248 с.
- 4 Теория пластических деформаций металлов. / Е.П. Унков, У. Джонсон, В.Л. Колмогоров и др.; под ред. Е.П. Ункова. - М.: Машиностроение, 1983. – 598 с.
- 5 Оптимізація механічної обробки тіл обертання : монографія / В. Є. Карпусь, О. В. Котляр, В. О. Иванов.; за ред. В. Є. Карпуся. – Харків : НТМТ, 2012. – 296 с.
- 6 Афанасьев В.Н., Теория оптимального управления непрерывными динамическими системами, Физический факультет, МГУ, 2011. – 170 с.
- 7 Ногин В.Д. Введение в оптимальное управление. Учебно-методическое пособие. – СПб: Изд-во «ЮТАС», 2008. – 92 с.

### **Інформаційні ресурси мережі Інтернет**

Дистанційний курс із дисципліни: «Оптимізація механічної обробки» (2022-2023 н.р.)  
Полтавський державний аграрний університет. URL: <https://moodle.pdaa.edu.ua>