

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Кафедра «Інтегровані технології машинобудування» ім. М.Ф. Семка  
(назва)

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Голова науково-методичної комісії Прикладна механіка  
(назва комісії)

Пономаренко О.І.  
(підпис) (ініціали та прізвище)

«    »      20     року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

«Лазерні та комбіновані технології»  
( назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти другий (магістерський)  
перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

галузь знань 13 Механічна інженерія  
(шифр і назва)

спеціальність 131 Прикладна механіка  
(шифр і назва)

спеціалізація 131.01 «Інтегровані технології машинобудування»  
(шифр і назва)

вид дисципліни професійна підготовка  
(загальна підготовка / професійна підготовка)

форма навчання денна  
(денна / заочна)

Харків – 2018 рік

## ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

Робоча програма з навчальної дисципліни «Лазерні та комбіновані технології»  
(назва дисципліни)

Розробники:

Доцент, к.т.н. \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь та вчене звання)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Л.І. Пупань  
(ініціали та прізвище)

Робоча програма розглянута та затверджена на засіданні кафедри

«Інтегровані технології машинобудування» ім. М.Ф.Семка \_\_\_\_\_  
(назва кафедри)

Протокол від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ року № \_\_\_\_\_

Завідувач кафедри «Інтегровані технології машинобудування» ім. М.Ф.Семка  
(назва кафедри)

\_\_\_\_\_ (підпис)

д.т.н., проф. О.М. Шелковий  
(ініціали та прізвище)

## ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

Назва випускової кафедри

«Інтегровані технології машинобудування» ім. М.Ф.Семка

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис)

д.т.н., проф.О.М. Шелковий  
(ініціали та прізвище)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

## ЛИСТ ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕННЯ РОБОЧОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ

Дата засідання кафедри – розробника РПНД	Номер протоколу	Підпис завідувача кафедри	Підпис голови НМК (для дисциплін загальної підготовки та дисциплін професійної підготовки за спеціальністю) або завідувача випускової кафедри (для дисциплін професійної підготовки зі спеціалізації, якщо РПНД розроблена не випусковою кафедрою)

## **МЕТА, КОМПЕТЕНТНОСТІ, РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ТА СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНА СХЕМА ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Мета дисципліни – формування обсягу знань щодо наукових основ здійснення, принципів практичної реалізації та техніко-економічних характеристик сучасних лазерних та комбінованих технологій.

Компетентності – здатність до аналізу необхідності призначення методів та процесів лазерних та комбінованих технологій для формоутворення виробів заданого призначення. Готовність до практичного застосування технологічних процесів лазерної та комбінованої обробки для отримання виробів у машинобудуванні.

Результати навчання – знати фізичну суть формування лазерного випромінювання та процеси його взаємодії з речовиною для використання як універсального інструменту для обробки матеріалів з метою виготовлення виробів, мати уявлення щодо обладнання та принципи практичної реалізації різних технологічних процесів лазерної обробки у машинобудуванні та інших галузях промисловості, знати сутність та технологічні можливості комбінованих методів формоутворення заготовок і деталей машин; вміти визначати доцільність використання лазерної та комбінованої обробки для виготовлення характерних виробів машинобудування; аналізувати основні параметри режиму лазерної та комбінованої обробки, технологічні показники процесів лазерної та комбінованої обробки різних груп матеріалів.

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Попередні дисципліни:	Наступні дисципліни:
Вступ до спеціальності	Сучасні наукові школи кафедри
Взаємозамінність та технічні вимірювання	Наукові дослідження в галузі
Технологічні процеси машинобудівного виробництва	Сучасні комбіновані процеси формоутворення поверхонь
Технологія обробки деталей машин	
Сучасні технології в прикладній механіці	
Високі технології в машинобудуванні	
Основи наукових досліджень	

## ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(розподіл навчального часу за семестрами та видами навчальних занять)

Семестр	Загальний обсяг (годин) / кредитів ECTS	З них		За видами аудиторних занять (годин)			Індивідуальні завдання студентів (КП, КР, РГ, Р, РЕ)	Поточний контроль	Семестровий кон- троль	
		Аудиторні заняття (годин)	Самостійна робота (годин)	Лекції	Лабораторні заняття	Практичні заняття, семінари			Контрольні роботи (кількість робіт)	Залік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10	120/4	48	72	32	16	-	РЕ	2	+	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загального обсягу складає 40,0 (%).

## СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п.	Види навчальних занять (Л, ЛЗ, ПЗ, СР)	Кількість годин	Номер семестру (якщо дисципліна викладається у декількох семестрах). Назви змістових модулів. Найменування тем та питань кожного заняття. Завдання на самостійну роботу.	Рекомендована література (базова, допоміжна)
1	2	3	4	5
			<b>Змістовий модуль № 1. Лазерні технології та їх використання у машинобудуванні</b>	
1	Л <sub>1</sub>	2	<u>Тема 1. Основи генерації лазерного випромінювання.</u> Загальна характеристика та роль променевих методів у машинобудуванні. Особливості використання лазерних технологій.	[1-3]
2	Л <sub>2</sub>	2	Основні властивості лазерного випромінювання. Загальний принцип дії лазера. Умови генерації вимушеного випромінювання. Коротка історична довідка щодо розвитку лазерної техніки і технологій.	[1-4]
3	СР <sub>1</sub>	2	Критерії вибору метода променевої обробки для технологій машинобудування.	[1-3,9]
4	ЛЗ <sub>1</sub>	2	Основні технічні характеристики технологічних лазерів.	[5]
5	Л <sub>3</sub>	2	<u>Тема №2. Лазерна техніка.</u> Види сучасних лазерів та їх класифікація. Основні типи твердотільних лазерів та їх характеристики: принцип формування випромінювання, конструктивні особливості, використання. Напівпровідникові лазери. Діодні лазери. Оптоволоконні лазери.	[2,4,11]
6	Л <sub>4</sub>	2	Газові лазери: види активної речовини, конструкція та принцип формування випромінювання; використання. Перспективні напрямки розвитку лазерної техніки.	[2,4,11]
7	СР <sub>2</sub>	2	Рідинні лазери: принцип випромінювання, конструкція, використання.	[2,4,11]
8	ЛЗ <sub>2</sub>	2	Матеріали активних елементів твердотільних лазерів та методи їх виготовлення.	[5]
9	Л <sub>5</sub>	2	<u>Тема №3. Лазерне випромінювання як універсальний інструмент.</u> Основні характеристики лазерного випромінювання як інструмента для обробки матеріалів. Методи управління переміщенням лазерного випромі-	[2,3,10]

			нювання. Процеси взаємодії лазерного випромінювання з речовиною. Макро- та мікролазерна обробка.	
9	Л <sub>6</sub>	2	<u>Тема №4. Лазерне різання та розмірна обробка.</u> Переваги порівняно з традиційними процесами. Загальна характеристика. Основні операції. Оброблюваність матеріалів лазерним випромінюванням. Зона термічного впливу.	[2,3]
10	ЛЗ <sub>3</sub>	2	Основні технологічні показники процесу лазерного різання та методика їх розрахунку.	[5]
11	Л <sub>7</sub>	2	Принцип реалізації лазерного різання та його види. Особливості лазерної контурної обробки. Типові вироби та галузі використання у машинобудуванні.	[2,3,10]
12	СР <sub>3</sub>	2	Обладнання для лазерного різання та контурної обробки.	[2-4,11]
13	Л <sub>8</sub>	2	Лазерне прошивання отворів. Технологічні особливості процесу порівняно з свердлінням. Типові вироби та галузі використання у машинобудуванні.	[2,3,10]
14	ЛЗ <sub>4</sub>	2	Показники точності, якості та продуктивності лазерної обробки отворів та методика їх розрахунку.	[5]
15	СР <sub>4</sub>	2	Обладнання для лазерного прошивання отворів.	[2,4]
16	Л <sub>9</sub>	2	<u>Тема №5. Лазерне зміцнення та зварювання матеріалів.</u> Технології зміцнення матеріалів безперервним та імпульсним лазерним випромінюванням. Експлуатаційні показники зміцнених лазерним випромінюванням матеріалів. Лазерне легування та наплавлення. Основні види лазерного зварювання та галузі використання.	[2,3,6]
17	ЛЗ <sub>5</sub>	2	Визначення параметрів режиму лазерного зварювання	[5]
18	СР <sub>5</sub>	8	<u>Тема №6. Перспективні технологічні використання лазерного випромінювання.</u> Інтенсифікація механічної обробки. Динамічне балансування деталей. Поверхневе очищення. Лазерне маркування та ін.	[2,3]
19	СР <sub>6</sub>	9	Опрацьовування лекційного матеріалу.	
20	М <sub>1</sub>		<b>Модульна контрольна робота №1.</b>	
			<b>Змістовий модуль № 2. Комбіновані технології у машинобудуванні</b>	
21	Л <sub>10</sub>	2	<u>Тема №7. Комбіновані технологічні процеси як приклад інтегрованих технологій.</u> Поняття про комплексні комбіновані, інтегровані, синергетичні та високі технології. Загальні та відмінні риси.	[7,8]



22	Л <sub>11</sub>	2	Взаємозв'язок виду технології та очікуваного ефекту від її розробки та впровадження.	[7,8]
23	Л <sub>12</sub>	2	<b>Тема №8. Комбіновані технології у заготівельному виробництві.</b> Сутність та основні риси комбінованих технологій обробки матеріалів литтям, ОМТ, зварюванні.	[6,7]
24	ЛЗ <sub>6</sub>	2	Критерії безпеки лазерної техніки та їх розрахунок	[5]
25	Л <sub>13</sub>	2	Комбіновані технології рідкого штампування, ультразвукової обробки тиском: оброблювані матеріали, технологічні режими, отримувані вироби та доцільні галузі використання.	[6,7]
26	СР <sub>7</sub>	2	Комбіновані способи зварювання	[6]
27	Л <sub>14</sub>	2	<b>Тема №9. Комбіновані технології обробки матеріалів різанням.</b> Загальна характеристика. Класифікаційні ознаки.	[7]
28	ЛЗ <sub>7</sub>	2	Параметри режиму алмазно-іскрового шліфування	[9]
29	Л <sub>15</sub>	2	Плазмово-механічна обробка, механічна обробка з нагріванням заготовки лазерним променем: особливості реалізації, техніко-економічні показники процесів, галузі використання. Принципи формоутворення виробів за допомогою деформівного різання.	[7]
30	СР <sub>8</sub>	4	Особливості конструкції інструмента для реалізації деформівного різання. Отримувані вироби.	[7]
31	Л <sub>16</sub>	2	Комбіновані технології різання на базі суміщення процесів різання з фізико-хімічними процесами. Алмазно-іскрове та алмазне електрохімічне шліфування: сутність методів, технологічні та техніко-економічні показники, використання.	[7,9]
32	СР <sub>9</sub>	8	<b>Тема №10. Комбіновані технології на базі адитивних технологій.</b>	[8]
33	ЛЗ <sub>8</sub>	2	Технічні та технологічні параметри системи лазерної стереолітографії на базі установки SLA 5000.	[8]
34	СР <sub>10</sub>	7	Опрацювання лекційного матеріалу.  <b>Модульна контрольна робота №2.</b>	
Разом (годин)		120		

## САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва видів самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу	16
2	Підготовка до практичних(лабораторних, семінарських) занять	16
3	Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях	30
4	Виконання індивідуального завдання (РЕ)	10
5	Інші види самостійної роботи	-
	Разом	72

## ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

(вид індивідуального завдання)

№ з/п	Назва індивідуального завдання та (або) його розділів	Терміни виконання (на якому тижні)
1	Реферат на тему згідно з індивідуальним варіантом: питання (задачі, завдання) для поточного та підсумкового контролю з дисципліни «Лазерні та комбіновані технології» <a href="http://web.kpi.kharkov.ua/cutting/distsipliny/">http://web.kpi.kharkov.ua/cutting/distsipliny/</a>	12

## МЕТОДИ НАВЧАННЯ

1. Навчання з теоретичних основ курсу проходить у формі «лекція – візуалізація» з використанням мультимедійних технологій, з визначенням основних питань та кінцевих висновків з кожної теми лекційного матеріалу.
2. Навчання практичним основам курсу проходить у формі індивідуальної роботи або роботи невеликими групами з використанням реальних об'єктів вивчення (зразків виробів, отриманих за допомогою лазерного випромінювання та комбінованих методів); демонстрації обладнання; ознайомлення з практичними моделюючими методами; ознайомлення з практичною реалізацією технологічних процесів під час екскурсій на підприємства міста.
3. Самостійна робота студентів проходить у віртуальному середовищі (методичне забезпечення самостійної роботи, у тому числі науково-методичні розробки з електронного фонду репозитарію НТУ «ХП»), що дозволяє студентам опрацьовувати як теоретичні, так і практичні питання курсу і виконувати самоконтроль освоєння дисципліни.
4. Контроль якості знань студентів передбачає два модульних контролі у тестовому варіанті, поточне атестування в інтерактивній формі.

## МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

У рамках розділів дисципліни здійснюється поточне, а по завершенню курсу – заключне оцінювання ступеню освоєння студентами опрацьованого матеріалу.

Поточний контроль передбачає наступні види оцінювання:

- перевірку знань теоретичного лекційного матеріалу та завдань самостійних робіт за допомогою експрес-опитування згідно з відповідними темами, а також згідно з тестовими завданнями зі змістових модулів за певною кількістю балів – модуль 1 – 60 балів; модуль 2 – 30 балів (табл.1);
- перевірку виконання індивідуального завдання (реферату за заданою темою) за визначеною кількістю балів (10 балів).

Підсумок поточного контролю розраховується на основі суми балів, набраних студентом за вищевикладені види робіт, і може бути представлений як оцінка за рейтингом.

Заключний контроль знань (диференційний залік) проводиться у формі відповідей на 5 запитань залікового білету, правильна відповідь на кожен з яких оцінюється в 20 балів. Підсумкова оцінка підраховується на основі отриманої суми балів.

Контролюючі матеріали з дисципліни містять:

- тести поточного контролю знань;
- залікові білети з підсумкового контролю знань;
- контрольні роботи з визначення залишкових знань з дисципліни.

## РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ, ТА ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ТА УМІНЬ (НАЦІОНАЛЬНА ТА ECTS)

Таблиця 1. Розподіл балів для оцінювання поточної успішності студента

Поточне тестування та самостійна робота						Індивідуальне завдання (реферат)				Сума	
Змістовий модуль 1					Змістовий модуль 2					10	100
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10		
10	12	10	16	7	5	6	7	12	5		

Таблиця 2. Шкала оцінювання знань та умінь: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 ... 100	A	відмінно
82 ... 89	B	добре
74 ... 81	C	
64 ... 73	D	задовільно
60 ... 63	E	
35 ... 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0 ... 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

## НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(надається перелік складових навчально-методичного забезпечення навчальної дисципліни та посилання на сайт, де вони розташовані)

1	Пупань Л.І. КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ з дисципліни «Лазерні та комбіновані технології» <a href="http://web.kpi.kharkov.ua/cutting/distsipliny/">http://web.kpi.kharkov.ua/cutting/distsipliny/</a>
2	Пупань Л.І. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ з дисципліни «Лазерні та комбіновані технології» <a href="http://web.kpi.kharkov.ua/cutting/distsipliny/">http://web.kpi.kharkov.ua/cutting/distsipliny/</a>
3	Пупань Л.І. .ПИТАННЯ (ЗАДАЧІ, ЗАВДАННЯ) ДЛЯ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ з дисципліни «Лазерні та комбіновані технології» <a href="http://web.kpi.kharkov.ua/cutting/distsipliny/">http://web.kpi.kharkov.ua/cutting/distsipliny/</a>
4	Пупань Л.І. ЗАВДАННЯ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЇ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ з дисципліни «Лазерні та комбіновані технології» <a href="http://web.kpi.kharkov.ua/cutting/distsipliny/">http://web.kpi.kharkov.ua/cutting/distsipliny/</a>
5	Пупань Л.І. РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Лазерні та комбіновані технології» <a href="http://web.kpi.kharkov.ua/cutting/distsipliny/">http://web.kpi.kharkov.ua/cutting/distsipliny/</a>

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Базова література

1	Черненко В.С., Кіндрачук М.В., Дудка О.І. Променеві методи обробки: Навч.пос. – К.: Кондор, 2004.
2	Коваленко В.С. Лазерная технология: Учеб. – К.: Вища шк., 1989. – 280 с.
3	Вейко В.П., Петров А.А. Опорный конспект лекций по курсу «Лазерные технологии». – СПб:СПбГУ, 2009. – 143 с.
4	Айхлер Ю., Айхлер Г.-И. Лазеры. Исполнение, управление, применение: Пер. с нем. – М.: Техносфера, 2008. – 440 с.
5	Методические указания к выполнению лабораторных и практических работ по курсу «Лазерные и комбинированные технологии изделий» для студентов специальности «Технология машиностроения» дневной и заочной форм обучения / Сост.: Л.И. Пупань. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2013. – 89 с. <a href="http://web.kpi.kharkov.ua/repository">http://web.kpi.kharkov.ua/repository</a>
6	Пупань Л.И., Кононенко В.И. Перспективные технологии получения и обработки материалов: Учеб. пособие . – Х.: НТУ «ХПИ», 2008. – 261 с. <a href="http://web.kpi.kharkov.ua/repository">http://web.kpi.kharkov.ua/repository</a>
7	Интегрированные процессы обработки материалов резанием : учебник для высш.учебн.заведений / А.И. Грабченко, В.А. Залого, Ю.Н. Внуков и др., под общ.ред.А.И. Грабченко и В.А. Залого. – Сумы: Университетская книга, 2017. – 451 с. <a href="http://web.kpi.kharkov.ua/repository">http://web.kpi.kharkov.ua/repository</a>
8	Интегрированные генеративные технологии: Учеб. пособие / А.И. Грабченко, Ю.Н. Внуков, В.Л. Доброскок, Л.И. Пупань, В.А. Фадеев; под ред. А.И. Грабченко. – Х.: НТУ «ХПИ», 2011.– 396 с. <a href="http://web.kpi.kharkov.ua/repository">http://web.kpi.kharkov.ua/repository</a>
9	Узунян М.Д. Алмазно-искровое шлифование твердых сплавов. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2003. – 359 с. <a href="http://web.kpi.kharkov.ua/repository">http://web.kpi.kharkov.ua/repository</a>

### Допоміжна література

10	Коваленко В.С. Прогрессивные методы лазерной обработки материалов. – К.: Вища шк., 1985.
11	Брюннер В., Джанг К. Справочник по лазерной технике: Пер. с нем. – М.: Энергоатомиздат, 1991.

## ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

(перелік інформаційних ресурсів)

1. <http://web.kpi.kharkov.ua/cutting/distsipliny/>
2. <http://web.kpi.kharkov.ua/repository>