

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою

Механіко-машинобудівного інституту

Протокол № \_\_\_\_ від \_\_\_\_ лютого 2017 р.

Голова вченої ради \_\_\_\_\_ М.І. Бобир

М.П.

**ПРОГРАМА**

комплексного фахового випробування для вступу на освітньо-професійну  
програму підготовки магістра  
спеціальності 131 «Прикладна механіка»  
спеціалізації «Лазерна техніка та комп'ютеризовані процеси фізико-технічної  
обробки матеріалів»

Програму рекомендовано кафедрою

Лазерної техніки та фізико-технічних технологій

Протокол № \_\_\_\_ від \_\_\_\_ \_\_\_\_\_ 2017 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ І.В. Кривцун

## ВСТУП

Програмою комплексного екзамену передбачено виконання завдань з шести дисциплін, три з яких теоретично-практичного спрямування, та три практично-прикладного спрямування. Перелік навчальних дисциплін, що враховуються при розрахунку оцінки з комплексного фахового випробування наведено в табл. 1.

Таблиця 1

№ з/п	Назва дисципліни	Кількість кредитів	Кількість годин
1	2	3	4
1	Електрофізичні та електрохімічні методи обробки матеріалів	3,5	105
2	Технологія лазерної розмірної обробки	4,5	135
3	Технологія лазерної поверхневої обробки	5,5	165
4	Лазерне технологічне обладнання	4,5	135
5	Деталі машин	3,5	105
6	Фізика взаємодії концентрованих потоків енергії з речовиною	4,5	135

Кожний білет вміщує 6 завдань - по одному з кожної дисципліни. Абітурієнт вибирає будь-які 5 завдань на власний вибір.

Розрахунковий час для повного виконання кожного завдання дорівнює 30 хвилинам, а весь час проходження екзамену складає 2 години 30 хвилин.

Розв'язок кожного завдання має вміщувати принципову або розрахункову схему з умовними позначеннями та поясненнями, розрахунки та їх обґрунтування, висновки по отриманих результатах або значеннях розрахунків, висновок щодо отриманого розв'язку завдання.

Після оцінювання результатів проходження екзамену, у випадку недостатньо повного пояснення розв'язку окремого завдання, абітурієнту, за рішенням екзаменаційної комісії, може бути поставлено додаткове питання по цьому завданню. В разі позитивної відповіді на додаткове питання, абітурієнт може отримати додаткові 2 бали за це завдання. Додаткове питання не може бути поставлене у випадку принципових помилок у розв'язку завдання або в розрахунках.

## 1. ОСНОВНИЙ ВИКЛАД

### 1.1. Електрофізичні та електрохімічні методи обробки матеріалів

Загальна характеристика електрофізичних та електрохімічних методів обробки матеріалів.  
Електро-ерозійна обробка матеріалів.  
Електро-хімічна обробка матеріалів.  
Ультразвукова обробка матеріалів.  
Електронно-променева обробка матеріалів.  
Плазмова обробка матеріалів.  
Комбіновані методи обробки матеріалів.  
Електро-вибухова обробка.  
Магніто-імпульсна обробка.

## **1.2. Технологія лазерної розмірної обробки**

Характеристики нетрадиційних методів розмірної обробки.  
Фізичні основи лазерної розмірної обробки (ЛРО). Етапи руйнування матеріалу заготовки пучком лазерного випромінювання.  
Проектування технологічної операції лазерної розмірної обробки (ЛРО).  
Алгоритм проектування технологічної операції ЛРО.  
Технологічні схеми обробки порожнин (отворів, щілин, пазів) різноманітної форми та розмірів.  
Методи прогнозування результатів та проектування режимів ЛРО.  
Дослідження ЛРО експериментальними методами.  
Проектування режимів ЛРО. Однокритеріальні задачі.  
Проектування режимів ЛРО. Багато критеріальні задачі.

## **1.3. Технологія лазерної поверхневої обробки**

Фізичні процеси в матеріалах, їх причинно-наслідкові зв'язки.  
Поглинання лазерного випромінювання металами та діелектриками. Фактори, які визначають поглинальну здібність поверхонь.  
Способи збільшення поглинальної здібності. Поглинаючі технологічні покриття, способи їх нанесення.  
Методи вимірювання поглинальної здібності матеріалів.  
Теплові процеси при поверхневій обробці матеріалів. Розрахунок розподілу температур у зоні лазерного нагрівання імпульсним випромінюванням.  
Теплові процеси при безперервному нагріванні рухомим тепловим джерелом. Методика інженерного розрахунку режимів обробки для зміцнення на певну глибину та на максимально можливу глибину.  
Особливості процесу нагрівання скануючим пучком. Розрахунок режимів обробки скануючим пучком.  
Особливості лазерного нагрівання тіл з обмеженими умовами тепловідводу. Лазерне нагрівання термічно тонкої пластини, тіл клиноподібної форми.  
Теплові процеси при лазерному легуванні та наплавленні. Розрахунок режимів обробки.

## **1.4. Лазерне технологічне обладнання**

Загальна характеристика лазерного технологічного обладнання.  
Компонування лазерного технологічного обладнання.  
Принципи будови інтегрованого лазерного технологічного обладнання.  
Технологічні лазери.

## **1.5. Деталі машин**

Основні критерії працездатності та розрахунків деталей машин  
Приводи машин та їхні елементи. Види передач.  
Пасові передачі.  
Ланцюгові передачі.  
Фрикційні передачі і варіатори.  
Зубчасті передачі. Класифікація, характеристика, геометрія та кінематика. Основи теорії евольвентного зачеплення. Сили в передачах.  
Проектні і перевірні розрахунки зубчастих передач з прямими зубцями.  
Особливості розрахунків циліндричних передач з косими та шевронними зубцями.

Особливості розрахунків конічних передач.  
Черв'ячні передачі.  
Стислі відомості про зубчасті передачі з зачепленням Новикова, планетарні та хвильові передачі.  
Передачі гвинт – гайка.  
Вали і осі. Опори. Підшипники кочення та ковзання.  
Муфти приводів.  
Роз'ємні з'єднання. Умовно роз'ємні та нероз'ємні з'єднання.

## **1.6. Фізика взаємодії концентрованих потоків енергії з речовиною**

Основні характеристики концентрованих потоків енергії.  
Поглинання лазерного випромінювання.  
Характеристики лазерного джерела.  
Постановка задач нагріву лазерним випромінюванням.  
Особливості плавлення металів під дією лазерного випромінювання.  
Руйнування матеріалів під дією лазерного випромінювання.  
Існуючі теоретичні моделі процесів лазерної розмірної обробки.  
Фізичні особливості лазерної різки матеріалів.  
Технологічні характеристики ГЛР різних металів.

## **2. ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ**

### **2.1. Критерії оцінювання (за системою ECTS)**

Відповіді на питання з дисципліни **Електрофізичні та електрохімічні методи обробки матеріалів:**

#### **Ваговий бал - 20:**

- повна відповідь з розрахунками, принциповою чи конструктивною схемою (не менше 90% потрібної інформації) – 19-20 балів;
- повна відповідь з непринциповими неточностями (не менше 85% потрібної інформації), – 16-18 бали;
- принципово правильна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), – 12-15 балів;
- повна відповідь з принциповими неточностями (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 9-12 балів;
- не повна відповідь, в якій відсутні принципові неточності (не менше 50% потрібної інформації) та незначні помилки – 6-8 балів;
- «незадовільно», принципово неправильна відповідь, або її відсутність – **0-6** балів;

Відповіді на питання з дисципліни **Технологія лазерної розмірної обробки:**

#### **Ваговий бал - 20:**

- повна відповідь з розрахунками, принциповою чи конструктивною схемою (не менше 90% потрібної інформації) – 19-20 балів;
- повна відповідь з непринциповими неточностями (не менше 85% потрібної інформації), – 16-18 бали;
- принципово правильна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), – 12-15 балів;
- повна відповідь з принциповими неточностями (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 9-12 балів;
- не повна відповідь, в якій відсутні принципові неточності (не менше 50% потрібної інформації) та незначні помилки – 6-8 балів;
- «незадовільно», принципово неправильна відповідь, або її відсутність – **0-6** балів.

Відповіді на питання з дисципліни **Технологія лазерної поверхневої обробки:**

**Ваговий бал - 20:**

- повна відповідь з розрахунками, принциповою чи конструктивною схемою (не менше 90% потрібної інформації) – 19-20 балів;
- повна відповідь з неprincipовими неточностями (не менше 85% потрібної інформації), – 16-18 бали;
- принципово правильна відповідь (не менше 75% потрібної інформації),– 12-15 балів;
- повна відповідь з принциповими неточностями (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 9-12 балів;
- не повна відповідь, в якій відсутні принципові неточності (не менше 50% потрібної інформації) та незначні помилки – 6-8 балів;
- «незадовільно», принципово неправильна відповідь, або її відсутність – **0-6** балів.

Відповіді на питання з дисципліни **Лазерне технологічне обладнання:**

**Ваговий бал - 20:**

- повна відповідь з розрахунками, принциповою чи конструктивною схемою (не менше 90% потрібної інформації) – 19-20 балів;
- повна відповідь з неprincipовими неточностями (не менше 85% потрібної інформації), – 16-18 бали;
- принципово правильна відповідь (не менше 75% потрібної інформації),– 12-15 балів;
- повна відповідь з принциповими неточностями (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 9-12 балів;
- не повна відповідь, в якій відсутні принципові неточності (не менше 50% потрібної інформації) та незначні помилки – 6-8 балів;
- «незадовільно», принципово неправильна відповідь, або її відсутність – **0-6** балів.

Відповіді на питання з дисципліни **Деталі машин:**

**Ваговий бал - 20:**

- повна відповідь з розрахунками, принциповою чи конструктивною схемою (не менше 90% потрібної інформації) – 19-20 балів;
- повна відповідь з неprincipовими неточностями (не менше 85% потрібної інформації), – 16-18 бали;
- принципово правильна відповідь (не менше 75% потрібної інформації),– 12-15 балів;
- повна відповідь з принциповими неточностями (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 9-12 балів;
- не повна відповідь, в якій відсутні принципові неточності (не менше 50% потрібної інформації) та незначні помилки – 6-8 балів;
- «незадовільно», принципово неправильна відповідь, або її відсутність – **0-6** балів.

Відповіді на питання з дисципліни **Фізика взаємодії концентрованих потоків енергії з речовиною:**

**Ваговий бал - 20:**

- повна відповідь з розрахунками, принциповою чи конструктивною схемою (не менше 90% потрібної інформації) – 19-20 балів;
- повна відповідь з неprincipовими неточностями (не менше 85% потрібної інформації), – 16-18 бали;
- принципово правильна відповідь (не менше 75% потрібної інформації),– 12-15 балів;
- повна відповідь з принциповими неточностями (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 9-12 балів;
- не повна відповідь, в якій відсутні принципові неточності (не менше 50% потрібної інформації) та незначні помилки – 6-8 балів;

- «незадовільно», принципово неправильна відповідь, або її відсутність – **0-6** балів.

Максимальна сума балів складає **100**.

## 2.2. Розрахунок традиційної оцінки

Чисельний еквівалент оцінки  $\Phi$  з комплексного фахового випробування розраховується за формулою:

$$\Phi = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^4 \Phi_i ,$$

де  $\Phi_i$  – оцінка за  $i$ -е питання білету.

Чисельний еквівалент оцінки  $\Phi$  округлюється до значень, наведених у другому стовпчику таблиці 2.

У таблиці 2 встановлено співвідношення між різними шкалами оцінювання.

Таблиця 2

Традиційна оцінка	Оцінка ECTS та її визначення	Кількість балів при 100-бальній системі оцінювання
1	2	3
Відмінно	A - відмінно- <b>5,0</b> балів	95-100
Добре	B - дуже добре- <b>4,5</b> балів C - добре- <b>4,0</b> балів	85-94 75-84
Задовільно	D - задовільно- <b>3,5</b> балів E - достатньо- <b>3,0</b> балів	65-74 60-64
Незадовільно	F - незадовільно- <b>2,0</b> балів	менше 60

## 2.3. Приклад типового завдання комплексного фахового випробування

### ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № XX

1. Фізичні процеси руйнування матеріалів при ультразвуковій обробці.
2. Назвати основні блоки твердотілого технологічного лазера і охарактеризувати їх функціональне призначення.
3. Характеристики нетрадиційних методів розмірної обробки.
4. Пасові передачі. Будова, характеристика і класифікація.
5. Механізми поглинання лазерного випромінення напівпровідником.
6. Навести та пояснити схему генерації CO<sub>2</sub>-лазера.

### 3. СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Електрофізичні та електрохімічні методи обробки матеріалів./В.С. Коваленко. К.: Вища школа,1976, 276с.
2. Обладнання та технологія електрофізичних та електрохімічних методів обробки. / В.С. Коваленко. К.: Вища школа, 1982 р.
3. Електрофізичні та електрохімічні методи обробки матеріалів. / Б.А. Артамонов, Ю.С. Волков та ін. М.: Вища школа,1983, 2 томи.
4. Електрохімічна обробка матеріалів. / І.А. Байсуков. М.: Вища школа, 1988, 640с.
5. Розмірна електрична обробка матеріалів. / Б.А. Артамонов, О.Л. Вінницький, Ю.С. Волков. М.; Вища школа, 1978р., 544с.
6. Електрофізична та електрохімічна обробка матеріалів. / Л.Я. Понілов та ін. М.; Вища школа, 1969, 280с.
7. Пристосування для електрофізичної та електрохімічної обробки. / В.В. Любимов, Н.І. Іванов та інші. М.:Машинобудування,1988,142с.
8. Гарашук В.П. Основи фізики лазерів. Лазери для термічних технологій: Навчальний посібник. - Київ: ІЕЗ ім. Є.О. Патона, 2005.- 244 с.
9. Лазерная техника и технология. В 7кн. Кн.2. Инженерные основы создания технологических лазеров: Учеб. пособие для вузов / В.С. Голубев, Ф.В. Лебедев; Под ред. А.Г. Григорьянца.- М.: Высш. шк 1988.- 176с.
10. Малоотходные процессы резки лучом лазера / В.С. Коваленко, В.В. Романенко, Л.М. Олещук.- К.: Техника, 1987.- 112с.
11. Олещук Л.М. Компоновка лазерного технологического оборудования: навч. посібн. - К.: НТУУ «КПІ», 2014. - 388 с.
12. Лазеры на алюмоиттриевом гранате с неодимом / Г.М. Зверев, Ю.Д. Голяев, Е.А. Шагаев и др.- М.: Радио и связь, 1985.- 144с.
13. Технологические лазеры: Справочник: В 2т. Т.1: Расчет, проектирование и эксплуатация / Г.А. Абильситов, В.С. Голубев, В.Г. Гонтарь и др.; Под общей ред. Г.А. Абильситова.- М.: Машиностроение, 1991.- 432с.
14. Налимов В.В. Теория эксперимента. М.: Наука, 1971.
15. Солонин И.С. Математическая статистика в технологии машиностроения. М.:Машиностроение, 1972.
16. Душинский В.В., Пуховский Е.С., Радченко С.Г. Оптимизация технологических процессов в машиностроении. К.: 1977.
17. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов. М.; Мир, 1977.

18. Новик Ф.С., Арсов Я.Б. Оптимизация процессов технологии металлов методами планирования экспериментов. М.:Машиностроение, 1980.
19. Рэди Дж. Действие мощного лазерного излучения. – М.: Мир, 1974
20. Рыкалин Н.Н. и др. Лазерная обработка материалов. – М.: Машиностроение, 1975
21. Анисимов С.И. и др. Действие излучения большой мощности на металлы. – М.: Наука, 1970
22. Веденов А.А., Гладуш Г.Г. Физические процессы при лазерной обработке материалов. – М.: Энергоатомиздат, 1985
23. Коваленко В.С., Романенко В.В., Олещук Л.М. Малоотходные процессы резки лучом лазера. — Київ: Техніка, 1987. — 110 с.
24. Звелто О. Принципы лазеров. – М.: Мир, 1984
25. Делоне Н.Б. Взаимодействие лазерного излучения с веществом. – М.: Наука, 1989
26. Рубинштейн Л.И. Проблема Стефана. – Рига, Звайгзне, 1967
27. Гаращук В.П. Основи фізики лазерів. Лазери для термічних технологій. Навчальний посібник. – Київ. ІЕЗ ім. Є.О. Патона, 2005. – 244с.
28. В.І. Григоров, П.А. Коротков, А.І. Хижняк. “Лазерна фізика”. Київ, “Леся” 1999
29. Н.В. Карлов. Лекции по квантовой электронике. М.: Наука, 1988. – с.336.
30. Лазерная техника и технология. В 7 кн. Кн.1. В.С. Голубев, Ф.В. Лебедев. Физические основы технологических лазеров.- М.: Высш. шк., 1987. – 192с.
31. Лазерная техника и технология. В 7 кн. Кн.5. А.Г. Григорьянц, И.Н. Шиганов. Лазерная сварка металлов.-М.: Высш. шк., 1988. – 208с.
32. О. Звелто. Физика лазеров.-М.:Мир.1979. – 376с.

#### **4. РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ**

Завідувач кафедри  
Лазерної техніки та  
фізико-технічних технологій  
д.т.н., професор

\_\_\_\_\_

І.В. Кривцун

д.т.н., професор

\_\_\_\_\_

Л.Ф. Головки

к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_

М.С. Блощин

к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_

О.Д. Кагльак