

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
Механіко-машинобудівний інститут

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою

Механіко-машинобудівного інституту

Протокол № 7 від 24 лютого 2020 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»  
за освітньою програмою  
«Лазерна техніка та комп'ютеризовані процеси фізико-технічної обробки  
матеріалів»

Програму рекомендовано кафедрою  
Лазерної техніки та фізико-технічних технологій  
Протокол № 7 від 12 лютого 2020 р.

Завідувач кафедри  Ігор Кривцун

2

Київ – 2020

## 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
1	2
1	Технологія лазерної розмірної обробки
2	Технологія лазерної поверхневої обробки
3	Лазерне технологічне обладнання
4	Фізика взаємодії концентрованих потоків енергії з речовиною

Комплексне фахове випробування проводиться у письмовій формі упродовж 2-х академічних годин (90 хв.) Екзаменаційний білет складається з трьох теоретичних питань однакової складності. Час для написання відповіді на одне питання – до 30 хвилин.

Відповідь на кожне 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.

## 1. ОСНОВНИЙ ВИКЛАД

### 1.1. Технологія лазерної розмірної обробки

- 1.1.1 Характеристики нетрадиційних методів розмірної обробки.
- 1.1.2 Фізичні основи лазерної розмірної обробки (ЛРО). Етапи руйнування матеріалу
- 1.1.3 заготовки пучком лазерного випромінювання.
- 1.1.4 Проектування технологічної операції лазерної розмірної обробки (ЛРО).
- 1.1.5 Алгоритм проектування технологічної операції ЛРО.

1.1.6 Технологічні схеми обробки порожнин (отворів, щілин, пазів) різноманітної форми та розмірів.

1.1.7 Методи прогнозування результатів та проектування режимів ЛРО.

1.1.8 Дослідження ЛРО експериментальними методами.

1.1.9 Проектування режимів ЛРО. Однокритеріальні задачі.

1.1.10 Проектування режимів ЛРО. Багатокритеріальні задачі.

## **1.2. Технологія лазерної поверхневої обробки**

1.2.1 Фізичні процеси в матеріалах, їх причинно-наслідкові зв'язки.

1.2.2 Поглинання лазерного випромінювання металами та діелектриками. Фактори, які визначають поглинальну здібність поверхонь.

1.2.3 Способи збільшення поглинальної здібності. Поглинаючі технологічні покриття, способи їх нанесення.

1.2.4 Методи вимірювання поглинальної здібності матеріалів.

1.2.5 Теплові процеси при поверхневій обробці матеріалів. Розрахунок розподілу температур у зоні лазерного нагрівання імпульсним випромінюванням.

1.2.6 Теплові процеси при безперервному нагріванні рухомим тепловим джерелом. Методика інженерного розрахунку режимів обробки для зміцнення на певну глибину та на максимально можливу глибину.

1.2.7 Особливості процесу нагрівання скануючим пучком. Розрахунок режимів обробки скануючим пучком.

1.2.8 Особливості лазерного нагрівання тіл з обмеженими умовами тепловідводу. Лазерне нагрівання термічно тонкої пластини, тіл клиноподібної форми.

1.2.9 Теплові процеси при лазерному легуванні та наплавленні. Розрахунок режимів обробки.

## **1.3. Лазерне технологічне обладнання**

1.3.1 Загальна характеристика лазерного технологічного обладнання.

1.3.2 Компонування лазерного технологічного обладнання.

1.3.3 Принципи будови інтегрованого лазерного технологічного обладнання.

1.3.4 Технологічні лазери.

## 1.4. Фізика взаємодії концентрованих потоків енергії з речовиною

- 1.4.1 Основні характеристики концентрованих потоків енергії.
- 1.4.2 Поглинання лазерного випромінювання.
- 1.4.3 Характеристики лазерного джерела.
- 1.4.4 Постановка задач нагріву лазерним випромінюванням.
- 1.4.5 Особливості плавлення металів під дією лазерного випромінювання.
- 1.4.6 Руйнування матеріалів під дією лазерного випромінювання.
- 1.4.7 Існуючі теоретичні моделі процесів лазерної розмірної обробки.
- 1.4.8 Фізичні особливості лазерної різки матеріалів.
- 1.4.9 Технологічні характеристики ГЛР різних металів.

### ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

1. Користування допоміжними матеріалами заборонено.
2. Критерії оцінювання комплексних фахових випробувань.

Білет складається з трьох питань. Відповідь на кожне питання оцінюється за 200-бальною шкалою:

Таблиця 1

RD	Критерії оцінювання
170...200	Відповідь повна, наведені необхідні схеми, пояснення, приклади і розрахунки, матеріал викладений у логічній послідовності, містить необхідні детальні викладки для формул.
140...169	Відповідь повна, але з незначними неточностями. Наведені визначення основних понять і величин, фізична суть процесів викладена вірно.
110...139	Відповідь повна, принципово вірна, але з несуттєвими неточностями. Наведений скорочений набір схем, пояснень, прикладів, розрахунків.
80...109	Відповідь повна і правильна, але теоретичний матеріал викладений з неточностями і містить окремі несистемні помилки. Наведений скорочений набір схем, пояснень, прикладів і розрахунків.
60...79	Відповідь не повна, але без системних помилок. Викладені базові поняття і наведені визначення основних принципів, фізична суть процесів. Представлені окремі схеми, пояснення, розрахунки містять помилки і неточності.
1... 59	Відповідь неповна з принциповими (грубими) помилками.
0	Відповідь відсутня або її зміст не відповідає питанню.

Оцінка за комплексне фахове випробування обчислюється як середнє арифметичне значення балів трьох відповідей. Таким чином, за результатами комплексного фахового випробування вступник може набрати від 0 до 200 балів.

Залежно від загальної суми набраних балів вступнику, згідно критеріїв ECTS, виставляється оцінка:

Таблиця 2

<b>Традиційна оцінка</b>	<b>Оцінка ECTS та її визначення</b>	<b>Кількість балів при 100-бальній системі оцінювання</b>
1	2	3
Відмінно	A - відмінно- <b>5,0</b> балів	170...200
Добре	B - дуже добре- <b>4,5</b> балів C - добре- <b>4,0</b> балів	140...169
Задовільно	D - задовільно- <b>3,5</b> балів E - достатньо- <b>3,0</b> балів	110...139
Незадовільно	F - незадовільно- <b>2,0</b> балів	80...109

### **Приклад типового завдання комплексного фахового випробування**

#### **ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № XX**

1. Назвати основні блоки твердотільного технологічного лазера і охарактеризувати їх функціональне призначення.
2. Механізми поглинання лазерного випромінення напівпровідником.
3. Навести та пояснити схему генерації CO<sub>2</sub>-лазера.

#### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

для підготовки до комплексного фахового випробування

##### **Основна**

1. Гаращук В.П. Основи фізики лазерів. Лазери для термічних технологій: Навчальний посібник. - Київ: ІЕЗ ім. Є.О. Патона, 2005.- 244 с.
2. 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.
3. Малоотходные процессы резки лучом лазера / В.С. Коваленко, В.В. Романенко, Л.М. Олещук.- К.: Техника, 1987.- 112с.

4. Олещук Л.М. Компонировка лазерного технологического оборудования: навч. посібн. - К.: НТУУ «КПІ», 2014. - 388 с.
5. Лазеры на алюмоиттриевом гранате с неодимом / Г.М. Зверев, Ю.Д. Голяев, Е.А. Шагаев и др.- М.: Радио и связь, 1985.- 144с.
6. 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.
7. Налимов В.В. Теория эксперимента. М.: Наука, 1971.
8. Солонин И.С. Математическая статистика в технологии машиностроения. М.:Машиностроение, 1972.
9. Душинский В.В., Пуховский Е.С., Радченко С.Г. Оптимизация технологических процессов в машиностроении. К.: 1977.
10. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов. М.; Мир, 1977.
11. Новик Ф.С., Арсов Я.Б. Оптимизация процессов технологии металлов методами планирования экспериментов. М.:Машиностроение, 1980.
12. Рэди Дж. Действие мощного лазерного излучения. – М.: Мир, 1974
13. Рыкалин Н.Н. и др. Лазерная обработка материалов. – М.: Машиностроение, 1975

#### Додаткова

14. Анисимов С.И. и др. Действие излучения большой мощности на металлы. – М.: Наука, 1970
15. Веденов А.А., Гладуш Г.Г. Физические процессы при лазерной обработке материалов. – М.: Энергоатомиздат, 1985
16. Коваленко В.С., Романенко В.В., Олещук Л.М. Малоотходные процессы резки лучом лазера. — Київ: Техніка, 1987. — 110 с.
17. Звелто О. Принципы лазеров. – М.: Мир, 1984
18. Делоне Н.Б. Взаимодействие лазерного излучения с веществом. – М.: Наука, 1989
19. Рубинштейн Л.И. Проблема Стефана. – Рига, Звайгзне, 1967
20. Гарашук В.П. Основы фізики лазерів. Лазери для термічних технологій. Навчальний посібник. – Київ. ІЕЗ ім. Є.О. Патона, 2005. – 244с.
21. В.І. Григоруку, П.А. Коротков, А.І. Хижняк. “Лазерна фізика”. Київ, “Леся” 1999
22. Н.В. Карлов. Лекции по квантовой электронике. М.: Наука, 1988. – с.336.
23. Лазерная техника и технология. В 7 кн. Кн.1. В.С. Голубев, Ф.В. Лебедев. Физические основы технологических лазеров.- М.: Высш. шк., 1987. – 192с.
24. Лазерная техника и технология. В 7 кн. Кн.5. А.Г. Григорьянц, И.Н. Шиганов. Лазерная сварка металлов.-М.: Высш. шк., 1988. – 208с.

25. О. Звелто. Физика лазеров.-М.:Мир.1979. – 376с.

#### 4. РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ

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

\_\_\_\_\_

Ігор Кривцун

д.т.н., професор

\_\_\_\_\_

Леонід Головка

к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_

Михайло Блощизин

к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_

Олексій Кагльак

старший викладач

\_\_\_\_\_

Руслан Жук