



## ЛАЗЕРНЕ ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ

### Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

#### - Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>131 Прикладна механіка</i>
Освітня програма	<i>Прикладна механіка</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>денна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>І курс, / весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредити ЄКТС/150 год.: лекції – 36 год; практичні заняття – 18 год; лабораторні заняття – 18 год; СРС – 78 год</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік / МКР</i>
Розклад занять	<a href="http://rozklad.kpi.ua/">http://rozklad.kpi.ua/</a>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., доцент, Гончарук Олексій Олександрович</i> <a href="mailto:o.goncharuk@kpi.ua">o.goncharuk@kpi.ua</a> Лабораторні: : <i>к.т.н., доцент, Гончарук Олексій Олександрович</i> <a href="mailto:o.goncharuk@kpi.ua">o.goncharuk@kpi.ua</a> Практичні: <i>к.т.н., доцент, Гончарук Олексій Олександрович</i> <a href="mailto:o.goncharuk@kpi.ua">o.goncharuk@kpi.ua</a>
Розміщення курсу	<a href="https://classroom.google.com/c/MTQ1NTg4OTc2NDE1">https://classroom.google.com/c/MTQ1NTg4OTc2NDE1</a>

#### - Програма навчальної дисципліни

### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Навчальна дисципліна “Лазерне технологічне обладнання” відноситься до циклу професійної та практичної підготовки і базується на знаннях, які засвоїв студент при вивченні фундаментальних та спеціальних дисциплін (нарисної геометрії, інженерної та комп’ютерної графіки, фізики, опору матеріалів, теорії механізмів і машин, деталей машин і основ конструювання, електротехніки й електроніки, основи наукових досліджень та технічної творчості, вищої математики, спеціальних розділів математики, гідравліки, пневматики і вакуумної техніки, технології конструкційних матеріалів, матеріалознавстві, технології машинобудівного виробництва, метрології, взаємозамінності і стандартизації, основи теорії теплопровідності, технології електрофізичних та електрохімічних методів обробки матеріалів, технології лазерної обробки, фізики технологічних лазерів, моделюванні та оптимізації об’єктів та систем).

Сучасне лазерне технологічне обладнання являє собою складне сполучення оптичних, електричних, теплообмінних, газопрокачних, газорозрядних, вакуумних, механічних, вимірювальних елементів, пристроїв, агрегатів і систем. Проектування такого обладнання в умовах потреб сучасного ринку з урахуванням тенденції до його сегментації є складною оптимізаційною задачею. Знання побудови систем лазерного технологічного обладнання та методів раціональної його експлуатації необхідно фахівцям виробництв, де впроваджуються сучасні лазерні технології.

Розвиток лазерного технологічного обладнання здійснюється при постійному швидкому удосконаленні як технологічних лазерів, так і пристроїв всієї лазерної обробної системи.

Використання на практиці основоположних знань потребує додаткового цілеспрямованого ознайомлення з новими технологічними лазерами і сучасним обладнанням.

### **Мета курсу:**

Метою навчальної дисципліни є надання студентам можливість оволодіння алгоритмом вибору складових елементів для реалізації технологічної операції на лазерному технологічному обладнанні та розробки заходів з раціональної експлуатації лазерного технологічного обладнання, що включає до себе таку послідовність дій для стандартних виробничих ситуацій:

- оцінка та вибір складу лазерного технологічного обладнання для обробки матеріалів;
- розробка заходів з раціональної експлуатації лазерного технологічного обладнання.

### **Предмет курсу:**

Предметом навчальної дисципліни є створення лазерної обробної системи, у якій лазер об'єднується із засобами технологічного забезпечення.

### **Навіщо це потрібно студенту?**

Навчальна дисципліна формує навички щодо використання знань про особливості розрахунків та конструювання за допомогою сучасної комп'ютерної техніки, здійснення збору, аналізу та зберігання даних, використання сучасних досягнень та розробки в сфері програмного забезпечення процесу для конструювання технологічного обладнання та допоміжного, їх вузлів, для проектування обробних систем та засобів автоматизації виробництва та дає початковий досвід у використанні розрахункових інженерних комплексів та застосування САПР при конструюванні.

Вивчення освітнього компонента передбачає формування та розвиток у студентів компетентностей, передбачених освітньою програмою «Прикладна механіка» другого (магістерського) рівня вищої освіти.

Дисципліна «Лазерне технологічне обладнання» відноситься до вибіркових дисциплін циклу професійної підготовки, і самостійно не формує компетентностей, проте вивчення дисципліни сприяє підсилению наступних компетентностей:

ФК 1. Здатність застосовувати відповідні методи і ресурси сучасної інженерії для знаходження оптимальних рішень широкого кола інженерних задач із застосуванням сучасних підходів, методів прогнозування, інформаційних технологій та з урахуванням наявних обмежень за умов неповної інформації та суперечливих вимог.

ФК 2. Здатність описати, класифікувати та змодельювати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні теорій та практик механічної інженерії, а також знаннях суміжних наук.

ФК 6. Здатність використовувати досягнення науки та передових технологій у галузі сучасних технологічних машин і обладнання, процесів їх проектування та виробництва, підвищення їх якості, автоматизації технологічних процесів; застосування комп'ютерних технологій..

ФК 8. Здатність застосовувати відповідні математичні, наукові і технічні методи, інформаційні технології та прикладне комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних і наукових завдань з прикладної механіки.

**Результати навчання освітнього компонента** деталізують такі програмні результати навчання, передбачені освітньою програмою «Прикладна механіка»:

РН 1. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик проектування, аналізу і дослідження конструкцій, машин та/або процесів в галузі машинобудування та суміжних галузях знань.

РН 2. Розробляти і ставити на виробництво нові види продукції, зокрема виконувати дослідно-конструкторські роботи та/або розробляти технологічне забезпечення процесу їх виготовлення.

РН 3. Застосовувати системи автоматизації для виконання досліджень, проектно-конструкторських робіт, технологічної підготовки та інженерного аналізу в машинобудуванні.

РН 8. Вчитися і оволодівати сучасними знаннями, технологіями, інструментами і методами, зокрема через самостійне опрацювання фахової літератури, участь у науково-технічних та освітніх заходах.

РН 10. Вести пошук необхідної інформації в науково-технічній літературі, електронних базах та інших джерелах, засвоювати, оцінювати та аналізувати цю інформацію.

## 2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Вивчення даної дисципліни базується на знаннях, отриманих на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти.

## 3. Зміст навчальної дисципліни

Вступ.

Розділ 1. Будова і основи експлуатації лазерного технологічного обладнання

Тема 1.1. Система транспортування й формування лазерного випромінювання

Тема 1.2. Система маніпулювання лазерним пучком і виробом

Тема 1.3. Допоміжні технологічні пристрої лазерного технологічного обладнання

Тема 1.4. Система керування й контролю лазерного технологічного обладнання

Тема 1.5 Методи раціональної експлуатації лазерного технологічного обладнання

## 4. Навчальні матеріали та ресурси

### Базова

1. Гаращук В.П. Основи фізики лазерів: навч. посіб. - Київ: Унів. Вид-во Пульсари, 2012.- 344 с.
2. Методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів MMI з дисципліни "Лазерне технологічне обладнання". "Будова газорозрядних лазерів" /Уклад. Олещук Л.М., Красавін О.П.: НТУУ"КПІ", -2013.- 28 с.
3. Олещук Л.М. Компонівка лазерного технологічного обладнання: навч.посібн. - К.: НТУУ «КПІ», 2014. - 388 с.

### Додаткова

1. Лазерні технології: навчальний посібник. Частина 1 / Я. В. Бобицький, Г. Л. Матвіїшин; Міністерство освіти і науки України, Національний університет "Львівська політехніка". — Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2015. — Частина 1. — 316 сторінок: ілюстрації, таблиці, графіки; 24 см. — ISBN 978-617-607-789-3
2. Лазерні технології: навчальний посібник. Частина 2 / Я. В. Бобицький, Г. Л. Матвіїшин; Міністерство освіти і науки України, Національний університет "Львівська політехніка". — Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2020. — Частина 2. — 110 сторінок: ілюстрації, схеми, діаграми; 24 см. — ISBN 978-966-941-471-7
3. Avinash Kumar Laser-based Technologies for Sustainable Manufacturing / Avinash Kumar, Ashwani Kumar, Abhishek Kumar / 2023. – 270 p.  
<https://doi.org/10.1201/9781003402398>

## Навчальний контент

## 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

При вивченні навчальної дисципліни протягом семестру навчальним планом передбачено проведення лекційних, практичних та лабораторних занять (комп'ютерних практикумів).

В процесі навчання під час проведення лекційних, практичних та лабораторних занять застосовуються наступні методи колективного та індивідуального навчання: пояснювально-ілюстративний, інтерактивний, проблемно-пошуковий, практичний, дослідницький, метод самостійної роботи, та навчальні технології: особистісно-орієнтовані та інформаційно-комунікаційні, що забезпечують проблемно-дослідницький характер процесу навчання та активізацію самостійної роботи студентів, доповнення традиційних навчальних занять засобами взаємодії на основі мережевих комунікаційних можливостей (онлайн-лекції, онлайн-практики під час змішаного або дистанційного навчання).

## Лекційні заняття

№з/ п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1.	<p><b>Система транспортування й формування лазерного випромінювання</b></p> <p>Лекція 1. Характеристика системи транспортування лазерного випромінювання. Елементи системи транспортування лазерного випромінювання. Література: [Б.1 – Б3, Д.1-2]</p> <p>Лекція 2. Система фокусування лазерного випромінювання. Пристрої фокусування. Література: [Б.1, Б.2, Д. 1-2]</p> <p>Завдання на СРС: Методи підвищення точності лазерної обробки на обладнанні з рухомих пристроєм фокусування Література: [Б.3]</p>
2.	<p><b>Система маніпулювання лазерним пучком і виробом</b></p> <p>Лекція 3. Характеристика системи маніпулювання лазерним пучком і виробом. Напрямні системи маніпулювання. Література: [Б.3, Д.1-2]</p> <p>Завдання на СРС: Механізми з послідовним і паралельним з'єднанням кінематичних ланок Література: [Б.3]</p> <p>Лекція 4. Класифікація й характеристика механізмів. Механізми паралельної структури. Привод подачі. Точність механічної системи. Література: [Б.3]</p> <p>Завдання на СРС: Привод подачі з лінійними електродвигунами Література: [Б.3]</p>
3.	<p><b>Допоміжні пристрої лазерного технологічного обладнання</b></p> <p>Лекція 5. Характеристика допоміжного технологічного обладнання Література: [Б.3, Д.2]</p> <p>Лекція 6. Пристрої упорядкування об'єктів виробництва. Література: [Б.3, Д.2]</p> <p>Лекція 7. Пристрої завантаження листових заготовок. Проектування та реалізація розробки двокоординатного столу Література: [Б.3, Д.2]</p> <p>Лекція 8. Пристрої подачі газу в зону обробки. Сопла для подачі газу в зону обробки. Література: [Б.3, Д.1-2]</p> <p>Лекція 9. Пристрої подачі сипучих матеріалів у зону обробки. Література: [Б.3, Д1]</p> <p>Завдання на СРС: Захватні пристрої: конструкція й основи розрахунку. Література: [Д.2]</p>
4.	<p><b>Система керування й контролю лазерного технологічного обладнання</b></p> <p>Лекція 10. Керування параметрами лазерного пучка. Мікропроцесорна система керування. Система технічного діагностування. Література: [Б.3, Д.1-2]</p> <p>Завдання на СРС: Засоби виміру й контролю параметрів лазерного технологічного обладнання. Література: [Д.1-2]</p>

<b>5.</b>	<p><b>Методи раціональної експлуатації лазерного технологічного обладнання</b></p> <p>Лекція 11. Підготовка виробництва до застосування лазерного технологічного обладнання. Установка, наладка й регулювання. Раціональні методи технічного обслуговування обладнання. Література: [Д.1-2]</p> <p>Завдання на СРС: Підготовка до лабораторних робіт Література: [Б.2]</p>
-----------	--

### 5.2 Лабораторні роботи / комп'ютерний практикум

Цикл лабораторних робіт має ціллю практичного закріплення головних тем освітнього компоненту, які вивчено теоретично. В зв'язку з цим, виконуються лабораторні роботи, на яких вивчаються будова, принцип дії і технічне обслуговування газорозрядних лазерів.

з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	Будова швидкопроточного газорозрядного лазера з поздовжнім прокачуванням газової суміші	4
2	Будова швидкопроточного газорозрядного лазера з поперечним прокачуванням газової суміші	2
3	Система газообміну швидкопроточного газорозрядного лазера з поздовжнім прокачуванням газової суміші	2
4	Система охолодження швидкопроточного газорозрядного лазера з поздовжнім прокачуванням газової суміші	2
5	Перевірка працездатності швидкопроточного газорозрядного лазера з поздовжнім прокачуванням газової суміші	2
6	Вимірювання потужності випромінювання безперервного швидкопроточного газорозрядного лазера	2
7	Юстування швидкопроточного газорозрядного лазера з поздовжнім прокачуванням газової суміші	2
8	МКР	2

### 5.3 Практичні роботи

з/п	Назва практичної роботи	Кількість ауд. годин
1	Розрахунок співвідношення газової суміші швидкопроточного газорозрядного лазера з поздовжнім прокачуванням	4
2	Розрахунок співвідношення газової суміші швидкопроточного газорозрядного лазера з поперечним прокачуванням	2
3	Вимірювання вихідної потужності твердотільного лазера	2
4	Налаштування фокусуєчої системи твердотільного лазера на заданий режим роботи	2
5	Юстування твердотільного лазера	2
6	Вимірювання потужності випромінювання безперервного швидкопроточного газорозрядного лазера	2
7	Юстування швидкопроточного газорозрядного лазера з поздовжнім прокачуванням газової суміші	4

## 6. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота студентів в об'ємі 78 годин полягає у вивченні розділів дисципліни з використанням дистанційного курсу, рекомендованої літератури і матеріалів лекцій, підготовки до експрес-контролю на лекціях, підготовки до лабораторних занять, підготовки до модульної контрольної роботи, підготовки до заліку. Розподіл годин СРС представлено в табл.2.

Таблиця 2.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	<b>Тема 1.1. Система транспортування і формування лазерного випромінювання:</b> - елементи системи транспортування лазерного випромінювання Література: додаткова – [1], [2]	12
2	<b>Тема 2.1. Система маніпулювання лазерним пучком і виробом:</b> - багатокоординатні крокові двигуни Література: додаткова – [1], [2]	12
3	<b>Тема 3.1. Допоміжні технологічні пристрої лазерного технологічного обладнання:</b> - дозатори постійної дії Література: додаткова – [1], [2]	2
4	<b>Тема 4.1. Система керування і контролю лазерного технологічного обладнання:</b> - Система технічного діагностування Література: додаткова – [1], [2]	12
5	<b>Тема 5.1. Методи раціональної експлуатації лазерного технологічного обладнання:</b> - Організація ремонту й модернізація обладнання Література: додаткова – [1], [2]	8

## - Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Викладання освітнього компонента базується на загально прийнятих нормах та за традиційними правилами, які спонукають студентів бути зацікавленими в отриманні знань з дисциплін, що визначають їх професійні компетенцію та придатність. Серед цих правил важливим, але не визначальним, є правило відвідування усіх видів занять, як умови тісного контакту з викладачами для безпосереднього засвоєння їх знань, перейняття досвіду творчого життя, культури та принципів гідного поведіння, вигляду та відношенням до собі рівних та послідовників (або противників). Не завжди кількість відвідувань занять пропорційні якості засвоєнні матеріалів дисципліни, більш визначальним є активність, цікавість, творчість при виконанні завдань, рішенні тривіальних задач, що проявляється в пошуку та знаходженні оригінальних рішень системного виду та прикладного характеру. Тому у заслугу студенту повинна ставитися не присутність на заняттях, а творча непосидливість, активна праця над заданими даними та при пошуку нетрадиційних відповідей та рішень. Велика кількість пропозицій, вимога частих та глибоких пояснень під час засвоєння матеріалу лекцій та при виконанні лабораторних робіт на відповідному обладнанні більш цінні та корисні, ніж вивчені заздалегідь тривіальні основи загально відомих знань, цитування абзаців підручників, конспектів лекцій, тобто повинні оцінюватися викладачами більшою відзнакою.

Що стосується правил пристойної поведінки на заняттях, зокрема, підтримання зв'язку із зовнішнім середовищем, то не заборона використання відповідних гаджетів може привести до корисного результату, а зацікавлення студента такою якістю викладання матеріалу, що б йому не було цікаво відволікатися на інші справи. До того ж повинна привести культура використання засобів зв'язку їх наставниками, тобто викладачами, які зобов'язані особистим прикладом, не вимикаючи гаджети, пересікати будь-які можливості зовнішнього втручання у процес навчання будь ким. Такий підхід дозволяє широко залучати до творчого процесу навчання можливості, бази даних інтернету, засобів обчислювальної техніки та наглядних матеріалів та пристроїв.

Деякі види навчання, такі як лабораторні роботи, мають суттєву відмінність від інших видів занять тим, що потребують прискіпливого приготування до них за межами навчального закладу. Тому крім присутності та активної поведінки студентів в лабораторіях, повинна вимагатися готовність відповідного рівня до мети роботи, наявність у студента вихідних даних, бланків відповідності та витратних матеріалів. Порядок, умови захисту лабораторних робіт та відповідна його оцінка повинні враховувати особливості виду занять та знайти відбиття в рейтинговій системі оцінювання (PCO).

Подібний підхід повинне мати оцінювання якості виконання індивідуальних робіт (модульної контрольної, курсової роботи або курсового проекту). По-перше, в змісті роботи необхідно визначати її відповідність завданню. По друге, рівень завершеності відповіді, в третіх, оригінальність обраної методики розробленого способу або схеми, складу та конструкції створеного засобу, при чому найвищий бал повинен надаватися об'єктам з оформленими заявками на документ інтелектуальної власності (патент). Дуже важливою складовою оцінюючого балу роботи повинна бути оцінка лексики, переконливості та якості захисту своєї розробки, в тому числі, відстоюючи обрану позицію.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів  
Заохочувальних балів не передбачено.

Студенти зобов'язані дотримуватися термінів виконання усіх видів робіт, передбачених дисципліною. Порушення термінів виконання певного виду робіт штрафується у розмірі 20% від оцінки згідно рейтингової системи оцінювання. Під час дії воєнного стану штрафні бали не нараховуються.

Пропущені контрольні заходи:

Якщо контрольні заходи пропущені з поважних причин (хвороба або вагомі життєві обставини), студенту надається можливість додатково скласти контрольне завдання протягом тижня.

Політика щодо академічної доброчесності докладно описана у Кодексі Честі КПІ ім. Ігоря Сікорського (<https://kpi.ua/code>) і передбачає повну відповідальність студента за те, що всі виконані ним завдання відповідають принципам академічної доброчесності.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code> .

## **8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)** **Поточний контроль.**

За темою лекційних занять, на лабораторних роботах проводяться експрес опитування за пройденими раніше темами, які спонукають кращому розумінню матеріалу, що викладається, та опитування за темою лекції або заняття.

### **Календарний контроль.**

Для контролю поточного стану виконання вимог силабусу двічі на семестр за графіком навчального процесу Університету або Інституту проводяться модульні контрольні роботи,

тема яких викладена в Додатку А до силабусу, а система оцінювання наведена в РСО освітнього компоненту.

### **Семестровий контроль.**

В якості контролю знань, опанованих студентами за семестр викладання освітнього компоненту, навчальним планом передбачено складання заліку, умови допуску до якого та принцип оцінювання викладено в РСО освітнього компоненту.

### **Рейтингова система оцінювання та критерії нарахування вагових балів:**

Рейтингова система оцінювання складається з балів, отриманих здобувачем за результатами заходів поточного контролю. Рейтингова оцінка доводиться до здобувачів на останньому занятті з дисципліни в семестрі. Необхідною умовою допуску до заліку є виконання та захист всіх практичних та лабораторних робіт.

1. Рейтинг студента з освітнього компоненту розраховується виходячи із 100-бальної шкали. Рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:
- виконання лабораторних робіт (8 робіт);
  - виконання практичних робіт (7 робіт);
  - модульної контрольної роботи (1 робота).

#### 2. Критерії нарахування балів:

2.1. Виконання лабораторних робіт: 4 бали x 8=32 бали

Рейтингові бали за виконання однієї до лабораторної роботи

Бали	Критерій оцінювання
4,0	Вірна відповідь більш ніж на 90 %
3,2	Вірна відповідь більш, ніж на 80 %
2,1	Вірна відповідь більш, ніж на 60 %
0	Вірна відповідь менш ніж на 60 % або студент був відсутній без поважної причини

2.2. Виконання практичних робіт: 4 бали x 7= 28 балів. Кожне практичне заняття оцінюється за аналогічною шкалою.

2.3. Модульна контрольна робота МКР складається з двох контрольних робіт: 20 балів x 2= 40 балів.

Рейтингові бали за одну контрольну роботу

Бали	Критерій оцінювання
20	Вірна відповідь більш, ніж на 95 % питань
18	Вірна відповідь більш, ніж на 85 % питань
16	Вірна відповідь більш, ніж на 75 % питань
14	Вірна відповідь більш, ніж на 65 % питань
12	Вірна відповідь більш, ніж на 60 % питань
0,0	Вірна відповідь менш, ніж на 60 % питань або студент був відсутній

### **Умови календарного контролю атестації**

Календарний контроль з навчальної дисципліни (освітнього компонента), проводиться як правило, на 7-8 та 14-15 тижнях кожного семестру. Умовою отримання позитивної оцінки з календарного контролю з навчальної дисципліни є значення поточного рейтингу здобувача не менше, ніж 50% від максимально можливого на час проведення такого контролю. Результати календарного контролю заносяться у модуль «Календарний контроль» Електронного кампусу.



Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідно до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань. Зі здобувачами, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими здобувачами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, на останньому занятті з дисципліни в семестрі викладач проводить семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи.

У цьому випадку бали, отримані за лабораторні роботи залишаються, а бали отримані за модульну контрольну роботу скасовуються.

На заліку студенти повинні виконати письмову контрольну роботу або дати усну відповідь. Кожне завдання містить два теоретичних запитання (завдання) і одне практичне. Кожне завдання складено з переліку запитань до екзамену з освітнього компоненту. Кожне питання оцінюється у 33,3 бали ( $33,3 \times 3 = 100$  балів).

#### Рейтингові бали за одне питання залікової контрольної роботи

Бали	Критерій оцінювання
33,3	Вірна відповідь більш, ніж на 95 %
30,0	Вірна відповідь більш, ніж на 85 %
26,6	Вірна відповідь більш, ніж на 75 %
23,3	Вірна відповідь більш, ніж на 65 %
20,0	Вірна відповідь більш, ніж на 60 %
0,0	Вірна відповідь менш, ніж на 60 % питань або студент був відсутній

Для отримання відповідної оцінки з дисципліни студент має набрати певну кількість балів, згідно з таблицею перерахунку:

#### Таблиця перерахунку рейтингових балів в оцінки

Бали	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Є не зараховані лабораторні роботи або не зарахована МКР	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено к.т.н., доцентом, Гончаруком Олексієм Олександровичом

Ухвалено оновлення силлабусу: кафедрою ЛТ та ФТТ (протокол № 4 від 30.11.2022 р.)

Погоджено Методичною комісією НН ІМЗ ім Є.О. Патона (протокол № 5/22 від 12.12.2022 р.)

## 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- перелік питань, які виносяться до календарного контролю, наведено в Додатку А
- на письмовий або усний залік off-line виносяться питання, які викладено у Додатку Б
- залік в умовах on-line проводиться у тестовому режимі тести викладено в Додатку В за методикою оцінювання, яку наведено у п.6 розділу 8

*Додаток А*

### *Перелік питань, які виносяться до календарного контролю*

1. Назвати основні блоки, що входять до складу лазерного технологічного устаткування. Навести блок-схему лазерного технологічного устаткування. Схарактеризувати функціональне призначення основних блоків устаткування.
2. Навести й схарактеризувати методи транспортування випромінювання лазерного технологічного устаткування до оброблюваної поверхні заготовки.
3. Назвати основні елементи й пристрої системи транспортування лазерного пучка технологічного устаткування. Розкрити особливості конструкції заслінок і оптичних затворів для переривання лазерного пучка.
4. Назвати основні елементи й пристрої системи транспортування лазерного пучка технологічного устаткування. Розкрити особливості конструкції шарнірних променепроводів.
5. Назвати й схарактеризувати змінні параметри пучка лазерного технологічного устаткування зі змінною довжиною оптичного тракту.
6. Пояснити особливості вибору форми й розміщення лінзи з найменшою аберацією у пристрої фокусування лазерного технологічного устаткування.
7. Навести узагальнену оптичну схему пристрою фокусування лазерного технологічного обладнання. Пояснити, як зменшити складову діаметра горловини сфокусованого пучка лазерного технологічного устаткування, що зумовлена розбіжністю лазерного пучка.
8. Навести узагальнену оптичну схему пристрою фокусування лазерного технологічного обладнання. Пояснити, як зменшити складову діаметра горловини сфокусованого пучка лазерного технологічного устаткування, що зумовлена аберациями.
9. Навести параметри лазерного пучка, що змінюються в лазерному технологічному обладнанні зі змінною довжиною оптичного тракту. Пояснити, як зі зміною цих параметрів змінюються параметри лазерного пучка в зоні обробки заготовки.
10. Пояснити, як зі зміною параметрів пучка технологічного лазера змінюються параметри сфокусованого лазерного пучка.
11. Пояснити, що треба зробити для отримання сфокусованого лазерного пучка мінімального розміру у його горловині.
12. Навести узагальнену оптичну схему пристрою фокусування лазерного технологічного обладнання. Пояснити, що змінюється зі зміною рухливості пристрою фокусування і з якою метою та для якого результату використовуються рухливі елементи пристрою фокусування.
13. Навести типи напрямних маніпуляційної системи лазерного технологічного устаткування. Розкрити особливості конструкції напрямних ковзання. Навести способи й схеми регулювання проміжок напрямних ковзання. Недоліки напрямних ковзання.
14. Навести типи напрямних маніпуляційної системи лазерного технологічного устаткування. Розкрити особливості конструкції напрямних ковзання. Пристрої для захисту напрямних. Методи змащення напрямних.
15. Навести типи напрямних маніпуляційної системи лазерного технологічного устаткування. Розкрити особливості конструкції напрямних кочення. Переваги і недоліки напрямних кочення.

16. Навести типи напрямних маніпуляційної системи лазерного технологічного устаткування. Розкрити особливості конструкції напрямних аеростатичних. Переваги і недоліки напрямних аеростатичних.
17. Навести типи напрямних маніпуляційної системи лазерного технологічного устаткування. Розкрити особливості визначення умов відсутності силового заклинювання для напрямних.
18. Схарактеризувати маніпуляційну систему лазерного технологічного устаткування: особливості несучої системи, класифікація й характеристика механізмів системи маніпулювання лазерним пучком і виробом.
19. Навести структурну схему привода подачі системи маніпулювання. Пояснити функціональне призначення елементів привода подачі. Пояснити, які двигуни використовуються у приводі подачі. Проаналізувати варіанти роботи привода подачі.
20. Пояснити, що таке кінематична похибка і мертвий хід механізмів. Навести методи і схеми пристроїв для усунення зазорів у механізмах. Пояснити принцип дії пристроїв для усунення зазорів у механізмах.
21. Схарактеризувати точність механізмів маніпуляційної системи лазерного технологічного обладнання. Навести і пояснити похибки механізмів. Навести типи пристроїв для вибирання зазорів механізмів маніпуляційної системи. Навести схеми і проаналізувати конструктивні особливості автономних пристроїв для вибирання зазорів.
22. Схарактеризувати точність механізмів маніпуляційної системи лазерного технологічного обладнання. Навести і пояснити похибки механізмів. Навести типи пристроїв для вибирання зазорів механізмів маніпуляційної системи. Навести схеми і проаналізувати конструктивні особливості пристроїв для вибирання зазорів з додатковим кінематичним ланцюгом.
23. Навести склад і пояснити функціональне призначення пристроїв допоміжного технологічного обладнання.
24. Назвати основні блоки, що входять до складу лазерного технологічного устаткування. Навести блок-схему лазерного технологічного устаткування. Навести склад і дати характеристику пристроям упорядкування об'єктів виробництва допоміжного технологічного обладнання.
25. Порівняти застосування різних типів лазерів для розкрою заготовок з листового металу. Навести схему пристрою завантаження листових заготовок з перепозиціюванням у робочу зону лазерного технологічного обладнання. Пояснити, як працює пристрій завантаження.
26. Навести схему і конструктивні особливості пристрою завантаження листових заготовок, у якого стіл має механізм підйому у зоні завантаження. Пояснити перший цикл зміни положення завантажувального і робочого столів.
27. Навести схему і конструктивні особливості пристрою завантаження листових заготовок, у якого стіл має механізм підйому у зоні завантаження. Пояснити другий цикл зміни положення завантажувального і робочого столів.
28. Навести схему і пояснити конструктивні особливості пристрою завантаження листових заготовок на лазерне технологічне обладнання з малою робочою зоною.
29. Навести схему, пояснити конструктивні особливості і принцип дії маніпулятора завантаження і розвантаження листових заготовок.
30. Навести схему і пояснити принцип дії пристроїв для автоматизованого завантаження листових заготовок зі складу.
31. Навести принципові схеми подачі технологічного газу в зону обробки лазерного технологічного устаткування. Пояснити функції елементів схем подачі технологічного газу в зону обробки.
32. Навести принципову схему подачі технологічного газу від балона в зону обробки лазерного технологічного устаткування. Пояснити функції елементів схеми подачі технологічного газу в зону обробки. Навести і пояснити способи очищення та сушки газу.
33. Схарактеризувати особливості подачі газу через сопло в зону обробки. Навести схеми подачі газу через сопло і проаналізувати конструктивні особливості пристроїв для подачі газу через сопло.

34. Навести задачі дозування матеріалів. Пояснити основний показник процесу дозування. Навести схеми і проаналізувати конструктивні особливості гравітаційного, стрічкового, скребкового і барабанного живильників дозаторів пристроїв для подачі в зону обробки сипучих матеріалів.
35. Навести задачі дозування матеріалів. Пояснити основний показник процесу дозування. Навести схеми і проаналізувати конструктивні особливості ежекційного, шнекового і гвинтового живильників дозаторів пристроїв для подачі в зону обробки сипучих матеріалів.
36. Навести й пояснити функцію, якою можна описувати випромінювання лазерного технологічного устаткування як джерела рухомої локальної дії. Пояснити зміною яких параметрів лазерного технологічного устаткування можна керувати розподілом інтенсивності впливу випромінювання на поверхню заготовки.
37. Схарактеризувати мікропроцесорну систему керування лазерного технологічного обладнання: основи будови системи, основні блоки системи і їх функціональне призначення. Навести структурну схему системи керування.
38. Схарактеризувати систему керування приводом подачі маніпуляційної системи лазерного технологічного обладнання. Навести структурні схеми розімкнутої і замкнутої систем керування. Пояснити принцип їх роботи.
39. Дати означення і схарактеризувати принципи побудови системи технічної діагностики лазерного технологічного устаткування.
40. Схарактеризувати засоби виміру й контролю параметрів лазерного технологічного обладнання. Функції сенсора, датчика й вимірювального перетворювача.

*Перелік питань, які виносяться на іспит*

1. Дати загальну характеристику газорозрядним лазерам, які застосовуються в лазерному технологічному устаткуванні: середовище, в якому утворюється інверсія, система накачки, оптичний резонатор, режим дії, елементи для виведення випромінювання з оптичного резонатора, склад газової суміші, властивості її компонентів, питома потужність лазерів.
2. Дати загальну характеристику системи охолодження газорозрядного технологічного лазера: типи систем, охолоджувальні елементи випромінювача, холодоносії. Навести принципову схему одноконтурної системи охолодження газорозрядного технологічного лазера, її елементи і пояснити їх функціональне призначення.
3. Дати загальну характеристику системи охолодження газорозрядного технологічного лазера з конвективним охолодженням і поздовжнім прокачуванням газової суміші: тип системи, охолоджувальні елементи випромінювача, холодоносії. Навести схему системи охолодження газорозрядного технологічного лазера з конвективним охолодженням і поздовжнім прокачуванням газової суміші. Пояснити функціональне призначення її елементів.
4. Дати означення і схарактеризувати принципи побудови системи технічної діагностики лазерного технологічного устаткування.
5. Навести задачі дозування матеріалів. Пояснити основний показник процесу дозування. Навести схеми і проаналізувати конструктивні особливості гравітаційного, стрічкового, скребкового і барабанного живильників дозаторів пристроїв для подачі в зону обробки сипучих матеріалів.
6. Навести задачі дозування матеріалів. Пояснити основний показник процесу дозування. Навести схеми і проаналізувати конструктивні особливості ежекційного, шнекового і гвинтового живильників дозаторів пристроїв для подачі в зону обробки сипучих матеріалів.
7. Навести й пояснити функцію, якою можна описувати випромінювання лазерного технологічного устаткування як джерела рухомої локальної дії. Пояснити зміною яких параметрів лазерного технологічного устаткування можна керувати розподілом інтенсивності впливу випромінювання на поверхню заготовки.
8. Навести й схарактеризувати методи транспортування випромінювання лазерного технологічного устаткування до оброблюваної поверхні заготовки.
9. Навести параметри лазерного пучка, що змінюються в лазерному технологічному обладнанні зі змінною довжиною оптичного тракту. Пояснити, як зі зміною цих параметрів змінюються параметри лазерного пучка в зоні обробки заготовки.
10. Навести принципові схеми подачі технологічного газу в зону обробки лазерного технологічного устаткування. Пояснити функції елементів схем подачі технологічного газу в зону обробки.
11. Навести принципову схему подачі технологічного газу від балона в зону обробки лазерного технологічного устаткування. Пояснити функції елементів схеми подачі технологічного газу в зону обробки. Навести і пояснити способи очищення та сушки газу.
12. Навести склад і пояснити функціональне призначення пристроїв допоміжного технологічного обладнання.
13. Навести структурну схему привода подачі системи маніпулювання. Пояснити функціональне призначення елементів привода подачі. Пояснити, які двигуни використовуються у приводі подачі. Проаналізувати варіанти роботи привода подачі.
14. Навести схему і конструктивні особливості пристрою завантаження листових заготовок, у якого стіл має механізм підйому у зоні завантаження. Пояснити перший цикл зміни положення завантажувального і робочого столів.
15. Навести схему і конструктивні особливості пристрою завантаження листових заготовок, у якого стіл має механізм підйому у зоні завантаження. Пояснити другий цикл зміни положення завантажувального і робочого столів.
16. Навести схему і пояснити конструктивні особливості пристрою завантаження листових заготовок на лазерне технологічне обладнання з малою робочою зоною.

17. Навести схему і пояснити принцип дії пристроїв для автоматизованого завантаження листових заготовок зі складу.
18. Навести схему пристрою для вимірювання потужності газорозрядного технологічного лазера з конвективним охолодженням газової суміші. Пояснити функціональне призначення блоків і елементів пристрою і принцип його дії.
19. Навести схему, пояснити конструктивні особливості і принцип дії маніпулятора завантаження і розвантаження листових заготовок.
20. Навести типи напрямних маніпуляційної системи лазерного технологічного устаткування. Розкрити особливості конструкції напрямних ковзання. Навести способи й схеми регулювання проміжок напрямних ковзання. Недоліки напрямних ковзання.
21. Навести типи напрямних маніпуляційної системи лазерного технологічного устаткування. Розкрити особливості конструкції напрямних ковзання. Пристрої для захисту напрямних. Методи змащення напрямних.
22. Навести типи напрямних маніпуляційної системи лазерного технологічного устаткування. Розкрити особливості конструкції напрямних кочення. Переваги і недоліки напрямних кочення.
23. Навести типи напрямних маніпуляційної системи лазерного технологічного устаткування. Розкрити особливості конструкції напрямних аеростатичних. Переваги і недоліки напрямних аеростатичних.
24. Навести типи напрямних маніпуляційної системи лазерного технологічного устаткування. Розкрити особливості визначення умов відсутності силового заклинювання для напрямних.
25. Навести узагальнену оптичну схему пристрою фокусування лазерного технологічного обладнання. Пояснити, як зменшити складову діаметра горловини сфокусованого пучка лазерного технологічного устаткування, що зумовлена розбіжністю лазерного пучка.
26. Навести узагальнену оптичну схему пристрою фокусування лазерного технологічного обладнання. Пояснити, як зменшити складову діаметра горловини сфокусованого пучка лазерного технологічного устаткування, що зумовлена абераціями.
27. Навести узагальнену оптичну схему пристрою фокусування лазерного технологічного обладнання. Пояснити, що змінюється зі зміною рухливості пристрою фокусування і з якою метою та для якого результату використовуються рухливі елементи пристрою фокусування.
28. Назвати галузь застосування, пояснити конструктивні особливості та навести основні розрахункові параметри вакуумних захватних пристроїв.
29. Назвати й схарактеризувати змінні параметри пучка лазерного технологічного устаткування зі змінною довжиною оптичного тракту.
30. Назвати основні блоки газорозрядного технологічного лазера з конвективним охолодженням і поздовжнім прокачуванням газової суміші та схарактеризувати їх функціональне призначення. Навести схему випромінювача лазера. Пояснити принцип дії випромінювача лазера.
31. Назвати основні блоки газорозрядного технологічного лазера з конвективним охолодженням і поздовжнім прокачуванням газової суміші та схарактеризувати їх функціональне призначення. Навести схему випромінювача лазера. Пояснити для чого забезпечується відокремлення корпусу з теплообмінниками від каркаса випромінювача лазера.
32. Назвати основні блоки газорозрядного технологічного лазера з конвективним охолодженням і поздовжнім прокачуванням газової суміші та схарактеризувати їх функціональне призначення. Навести схему випромінювача лазера. Пояснити для чого охолоджується каркас випромінювача лазера.
33. Назвати основні блоки газорозрядного технологічного лазера з конвективним охолодженням і поздовжнім прокачуванням газової суміші та схарактеризувати їх функціональне призначення. Навести схему випромінювача лазера. Пояснити конструктивні особливості пристроїв юстирування дзеркал оптичного резонатора.
34. Назвати основні блоки газорозрядного технологічного лазера з конвективним охолодженням і поперечним прокачуванням газової суміші та схарактеризувати їх

- функціональне призначення. Навести схему випромінювача лазера. Пояснити принцип дії випромінювача лазера.
35. Назвати основні блоки газорозрядного технологічного лазера з конвективним охолодженням і поперечним прокачуванням газової суміші та схарактеризувати їх функціональне призначення. Навести схему випромінювача лазера. Пояснити особливості пристрою прокачування, теплообмінника, оптичного резонатора і системи охолодження.
  36. Назвати основні блоки, що входять до складу лазерного технологічного устаткування. Навести блок-схему лазерного технологічного устаткування. Схарактеризувати функціональне призначення основних блоків устаткування.
  37. Назвати основні блоки, що входять до складу лазерного технологічного устаткування. Навести блок-схему лазерного технологічного устаткування. Навести склад і дати характеристику пристроям упорядкування об'єктів виробництва допоміжного технологічного обладнання.
  38. Назвати основні елементи випромінювача газорозрядного технологічного лазера з конвективним охолодженням і поздовжнім прокачуванням газової суміші. Навести схему компресора. Пояснити особливості компресора і принцип його дії.
  39. Назвати основні елементи випромінювача газорозрядного технологічного лазера з конвективним охолодженням і поздовжнім прокачуванням газової суміші. Навести схему газорозрядного каналу випромінювача. Пояснити особливості газорозрядного каналу і принцип його дії.
  40. Назвати основні елементи випромінювача газорозрядного технологічного лазера з конвективним охолодженням і поперечним прокачуванням газової суміші. Навести схему газорозрядної камери випромінювача. Пояснити особливості газорозрядної камери і принцип її дії.
  41. Назвати основні елементи й пристрої системи транспортування лазерного пучка технологічного устаткування. Розкрити особливості конструкції заслінок і оптичних затворів для переривання лазерного пучка.
  42. Назвати основні елементи й пристрої системи транспортування лазерного пучка технологічного устаткування. Розкрити особливості конструкції шарнірних променепроводів.
  43. Назвати способи подання газової суміші до випромінювача технологічного лазера та розкрити їх особливості. Схарактеризувати систему газообміну швидкопроточного лазера, в якій змішування газових компонент здійснюється у випромінювачі лазера. Навести принципову схему системи газообміну, розкрити функціональне призначення її елементів. Пояснити принцип дії системи газообміну.
  44. Назвати способи подання газової суміші до випромінювача технологічного лазера та розкрити їх особливості. Схарактеризувати систему газообміну швидкопроточного лазера, в якій газова суміш готується у змішувачах перед випромінювачем лазера. Навести принципову схему системи газообміну, розкрити функціональне призначення її елементів. Пояснити принцип дії системи газообміну.
  45. Порівняти застосування різних типів лазерів для розкрою заготовок з листового металу. Навести схему пристрою завантаження листових заготовок з перепозиціюванням у робочу зону лазерного технологічного обладнання. Пояснити, як працює пристрій завантаження.
  46. Пояснити особливості вибору форми й розміщення лінзи з найменшою аберацією у пристрої фокусування лазерного технологічного устаткування.
  47. Пояснити, що таке кінематична похибка і мертвий хід механізмів. Навести методи і схеми пристроїв для усунення зазорів у механізмах. Пояснити принцип дії пристроїв для усунення зазорів у механізмах.
  48. Пояснити, що треба зробити для отримання сфокусованого лазерного пучка мінімального розміру у його горловині.
  49. Пояснити, як зі зміною параметрів пучка технологічного лазера змінюються параметри сфокусованого лазерного пучка.

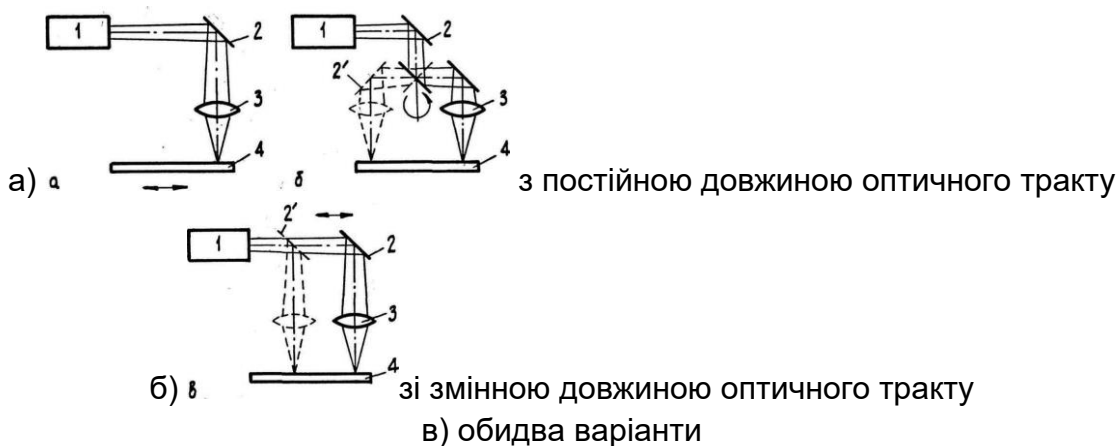
50. Розкрити особливості конструкції пристрою фокусування лазерного технологічного устаткування: призначення, склад, перелік оптичних елементів, узагальнена оптична схема.
51. Схарактеризувати вакуумну систему як складову частину системи газообміну швидкопроточного лазера: тиск, сорбційні процеси, матеріали. Навести принципову схему вакуумної системи газорозрядного технологічного лазера, назвати її елементи і пояснити їх функціональне призначення.
52. Схарактеризувати вібраційні пристрої подавання: призначення, принцип їх дії, конструктивні особливості.
53. Схарактеризувати засоби виміру й контролю параметрів лазерного технологічного обладнання. Функції сенсора, датчика й вимірювального перетворювача.
54. Схарактеризувати маніпуляційну систему лазерного технологічного устаткування: особливості несучої системи, класифікація й характеристика механізмів системи маніпулювання лазерним пучком і виробом.
55. Схарактеризувати мікропроцесорну систему керування лазерного технологічного обладнання: основи будови системи, основні блоки системи і їх функціональне призначення. Навести структурну схему системи керування.
56. Схарактеризувати особливості подачі газу через сопло в зону обробки. Навести схеми подачі газу через сопло і проаналізувати конструктивні особливості пристроїв для подачі газу через сопло.
57. Схарактеризувати систему керування приводом подачі маніпуляційної системи лазерного технологічного обладнання. Навести структурні схеми розімкнутої і замкнутої систем керування. Пояснити принцип їх роботи.
58. Схарактеризувати систему раціональної експлуатації лазерного технологічного устаткування.
59. Схарактеризувати точність механізмів маніпуляційної системи лазерного технологічного обладнання. Навести і пояснити похибки механізмів. Навести типи пристроїв для вибирання зазорів механізмів маніпуляційної системи. Навести схеми і проаналізувати конструктивні особливості автономних пристроїв для вибирання зазорів.
60. Схарактеризувати точність механізмів маніпуляційної системи лазерного технологічного обладнання. Навести і пояснити похибки механізмів. Навести типи пристроїв для вибирання зазорів механізмів маніпуляційної системи. Навести схеми і проаналізувати конструктивні особливості пристроїв для вибирання зазорів з додатковим кінематичним ланцюгом.



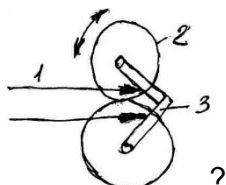
Перелік питань до тестового варіанту складання екзамену з освітньої компоненти

«Лазерне технологічне обладнання»

1. За яких параметрів використовується вимірювач енергії лазерного випромінювання (типу ІМ0-2Н):
  - а) безперервних і імпульсних лазерів за максимальної густини потужності не більш 3 Вт/см<sup>2</sup>
  - б) імпульсно-періодичних і імпульсних лазерів за максимальної густини потужності не більш 5 Вт/см<sup>2</sup>
  - в) безперервних за максимальної густини потужності не більш 2 Вт/см<sup>2</sup>
2. При проходженні лазерного пучка від резонатора до оброблюваної заготовки він підлягає:
  - а) дифракції та поглинанню
  - б) розсіюванню
  - в) перевідбиттю
  - г) всьому перерахованому
3. Які способи передачі випромінювання в зону лазерної обробки існують?



4. Які матеріали використовуються в якості матриць твердотільного лазера з 0,69 мкм?
  - а) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
  - б) Y<sub>2</sub>A<sub>15</sub>O<sub>12</sub>
  - в) скло
5. Які коефіцієнти відбиття дзеркал резонатора?
  - а) 50...80%
  - б) 98...99,5%
  - в) 20...50%

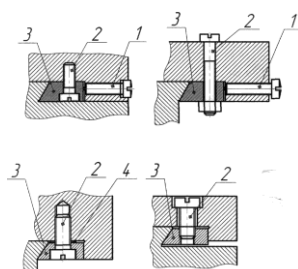


6. На малюнку наведено затвор який ?
  - а) нормально закритий
  - б) нормально відкритий
  - в) обидва варіанти
7. Вкажіть вірний вираз:

- а) Діаметр горловини лазерного пучка після фокусувальної лінзи залежить від її положення щодо вихідної горловини пучка.  
 б) Діаметр горловини лазерного пучка після фокусувальної лінзи залежить від її положення щодо фокусувальної лінзи.  
 в) Діаметр горловини лазерного пучка після фокусувальної лінзи залежить від її положення щодо вихідного дзеркала резонатора.
8. Формула мінімального значення абераційного параметра  $s=R1/R2$  дозволяє:  
 а) обрати лінзу з найменшим абераційним параметром  
 б) вибрати лінзу раціональної форми  
 в) обидва варіанти
9. З яких систем складається пристрій фокусування?  
 а) енергетичної та спостереження  
 б) спостереження та освітлювальної  
 в) енергетичної, візуалізації зони обробки та аналізації лазерного пучка
10. Використання лінзової оптики обмежене потужністю випромінювання до:  
 а) до 1 кВт  
 б) до 500 Вт  
 в) до 2 кВт
11. Які матеріали використовують для виготовлення елементів оптики, що відбиває:  
 а) мідь  
 б) АМГ6  
 в) вольфрам
12. Що входить до несучої механічної системи маніпулювання ЛТУ:  
 1) Напрямні й опори  
 2) Корпусні деталі  
 3) Опори, напрямні та корпусні деталі



13. На малюнку зображено  
 1) Охоплювана напрямна  
 2) Напрямна, що охоплює  
 3) Обидва варіанти
14. Для повільних переміщень застосовують  
 1) Напрямні кочення  
 2) Напрямні ковзання  
 3) Аеростатичні



15. На малюнку зображено  
 1) Трацепивидна напрямна

- 2) Клин вибору зазорів
  - 3) Система регулювання напрямних
16. Який матеріал застосовують для виготовлення напрямних товщиною > 40 мм:
- 1) СЧ20
  - 2) ШХ15
  - 3) ХВГ



17. На малюнку зображена напрямна
- 1) Кочення
  - 2) Ковзання
  - 3) Сумісна
18. Натяг у напрямних кочення створюють
- 1) Пружинами та гвинтами
  - 2) Клинами
  - 3) Комбінаціями всього перерахованого
19. Число секцій в аеростатичній напрямній для забезпечення кутової стійкості
- 1) Не менше 4
  - 2) Не менше 2
  - 3) Не менше 6
20. Умовою заклинювання механізму на направляючих є
- $$N \leq F$$
- $$N \geq F$$
- $$N = F$$
21. Основною особливістю крокових двигунів є
- 1) Велике число пар полюсів
  - 2) Швидкодія
  - 3) Відсутність додаткових пристроїв (редукторів)
22. Точність сучасних лінійних двигунів складає
- 1) До 10 нм
  - 2) До 10 мкм
  - 3) До 1 мкм
  - 4) До 1 нм
23. Для швидкостей понад 1 м/с доцільно використовувати
- 1) Кулько-гвинтові пари
  - 2) Крокові двигуни
  - 3) Асинхронні двигуни
24. Сервоприводи забезпечують
- 1) Точний кут повороту
  - 2) Високу швидкодію
  - 3) Високий момент

25. Сервоприводу поділяють на:

- 1) Механічні
- 2) Гідравлічні
- 3) Електричні

26. Перетворювальні пристрої призначені для перетворення

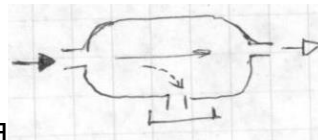
- 1) одного виду руху в інші
- 2) характеру руху без зміни його виду

27. Джерелом забруднення системи газопостачання є:

- Компресор
- Гідроприводи
- Пневмоприводи

28. Компонентами забруднення стислого газу є:

- Вода
- Компресорне мастило
- Тверді частки



29. На малюнку представлена система очищення

- Гравітаційна
- Механічна
- Статична

30. Яка з наведених систем очищення забезпечує уловлювання часток 0,01 мкм

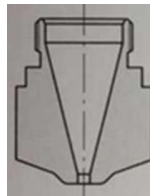
- Гравітаційна
- Інерційна
- Електростатична

31. Тонкою називається фільтрація розміру часток:

- більше 100 мкм
- 40-80 мкм
- 10-40 мкм
- 0,3-5 мкм

32. Показник адіабати CO<sub>2</sub>

- 1,3
- 1,6
- 1,8



33. Наведе сопло використовується коли

- швидкість газу на вході в сопло менше відповідної місцевої швидкості звуку
- швидкість газу на вході в сопла більше місцевої швидкості звуку

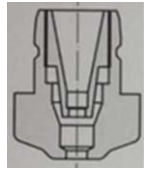
34. Адіабата це

- визначальний показник газу
- показник газу на виході з сопла
- показник стрибку тиску в середині сопла

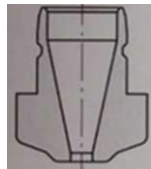
35. Яке сопло застосовують для різки хромистих сталей товщиною понад 15 мм



- 1



- 2



- 3



36. Наведе сопло застосовують для різки

- Сталей товщиною до 3 мм
- Сталей товщиною до 1 мм
- Сталей товщиною понад 3 мм

37. Дозатор це:

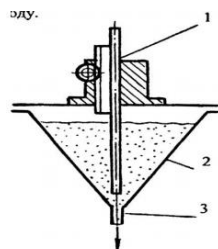
- Пристрій видачі сипучого матеріалу через отвір із заданою швидкістю
- Пристрій формування та накоплення сипучих речовин
- Пристрій орієнтуючий деталі в зоні обробки

38. Задачі дозування матеріалів:

- видача заданої кількості матеріалу з необхідною точністю;
- забезпечення витрати матеріалу за визначений проміжок часу;
- забезпечення заданої витрати одного з компонентів суміші;
- забезпечення необхідних співвідношень компонентів у потоці

39. Дозування може бути

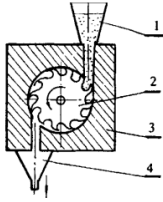
- дискретне
- безперервне
- імпульсно-періодичне



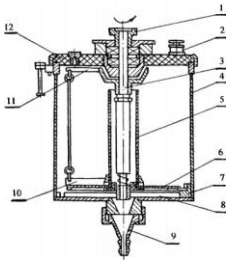
40. На малюнку наведено

- гравітаційний живильник
- аероживильник
- лотковий

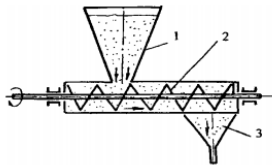
41. На якому малюнку наведено роторний живильник:



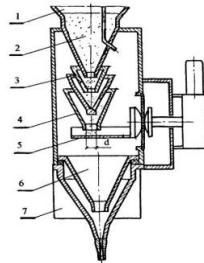
- 1



- 2



- 3

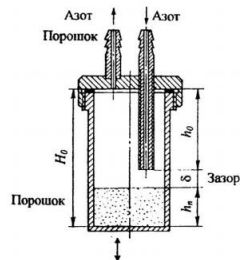


42. На малюнку наведено

- Вібраційний живильник
- Ежекційний живильник
- Гвинтовий живильник

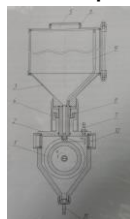
43. Найбільш розповсюдженими живильниками-дозаторами періодичної дії є

- гравітаційні
- пневматичні
- гвинтові



44. На малюнку зображено

- схема осьового живильника
- схема імпульсного живильника
- схеми інжекційного дозатора



45. На малюнку наведено

- Стрічковий живильник
- Шнековий живильник
- Барабанний живильник

- Секторний живильник
46. Металеві порошкові наплавочні матеріали мають фракцію:
- від 1 до 10 мкм
  - від 10 до 50 мкм
  - від 50 до 200 мкм
47. Джерело, що робить рухливий локальний вплив описується функцією яка містить:
- закон зміни потужності лазерного пучка;
  - закон обертального руху лазерного пучка
  - закон зміни параметрів форми лазерного пучка
  - закон поступального руху лазерного пучка
  - закон зміни форми лазерного пучка
48. У залежності від призначення системи керування поділяють на
- Контурні
  - Позиційні
  - Комбіновані
49. В яких системах керування відсутні ланцюги зворотних зв'язків
- розімкнених
  - замкнених
  - адаптивних
50. У ЛТО найбільш поширені контурні електроприводи із системою керування, що містить:
- два контури зворотного зв'язку
  - один контур зворотного зв'язку
  - зворотні зв'язки відсутні
51. Датчиками називають:
- первинні вимірювальні перетворювачі
  - вторинні вимірювальні перетворювачі
  - системи формування зворотних зв'язків
52. Система технічного діагностування є
- частиною системи керування
  - частиною системи аварійної зупинки
53. Система технічного діагностування призначена
- для знаходження несправностей
  - для усунення несправностей
  - для знаходження та усунення несправностей
54. Тепловими приймачами випромінювання є
- Болметри
  - Радіаційні термоелементи
  - Дилатометричні приймачі
55. Сенсор це
- датчик, що сприймає безпосередньо вимірювану величину
  - прилад, що сприймає на вході вимірювану величину, перетворює її у відповідний електричний сигнал
56. При вимірі потужності вирішують задачі
- абсолютного виміру потужності
  - безперервний контроль у часі відносної потужності
57. Лазерна різка найбільш ефективна

- При прямолінійному різі
- Різі складних профілів

58. Основним конкурентом лазера при різі листової сталі товщиною до 5 мм є

- Механічний розкрій
- Плазмове різання
- Кисневе різання

59. Основними перевагами лазерного різання є

- Мінімальна ширина різа
- Мінімальні теплові деформації
- Високий ККД
- Низькі початкові інвестиції

60. Найбільшу швидкість різання товстолистової сталі має

- Лазер
- Плазма
- Газокисень

61. Високу швидкість різання листової сталі (20-40 мм) має

- CO<sub>2</sub> - лазер
- дискові лазери
- твердотільні лазери

62. Найпростіший стіл для різання листових заготовок

- Двохпозиційний стіл
- Стіл з механізмом підйому в зоні завантаження
- Стіл з репозиціонуванням

63. Найбільш поширеними маніпуляторами для завантаження / розвантаження є

- Вакуумні
- Гідролічні
- Магнітні