



Системи керування життєвим циклом виробу Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

1. 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/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>I курс / весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>150 год/5 кредитів ЄКТС; (36 годин лекцій, 36 годин практичних робіт, 78 год.-СРС)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / МКР</i>
Розклад занять	<i>згідно www.rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>доцент, Кондрашев Павло Васильович</i> kondrashev@ukr.net Практичні: <i>доцент, Кондрашев Павло Васильович</i> kondrashev@ukr.net
Розміщення курсу	<i>СКЖЦВ (гостьовий режим доступу пароль-123)</i>

2. Програма навчальної дисципліни

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

У освітньому компоненті представлені основні концепції супроводу виробу впродовж його життєвого циклу—від ідеї до утилізації—є важливою складовою в системах управління якістю, які все частіше впроваджуються на підприємствах, розглядається взаємозв'язок між основними складниками життєвого циклу продукту. Вивчення дисципліни формує у студента практичні навички командної роботи під час створення виробів та застосування методів системного інжинірингу для підтримки виробів та технологічних процесів впродовж всього життєвого циклу.

Мета курсу: надати студентам знання щодо ефективного використання систем автоматизованого проектування; вільно орієнтуватись в пулі виробників компонентів та вузлів ЛТО; використовувати сучасні методи проектування вузлів та компонентів ЛТО; працювати з електронними каталогами компонентів та вузлів ЛТО.

Предмет курсу: вивчення дисципліни зосереджено на опануванні основних понять та визначень системної інженерії, підтримки виготовлення та функціонування вузлів та компонентів лазерного технологічного обладнання для реалізації технологічних процесів лазерної обробки, розроблених з метою оптимізації продуктивності та якості технологічних процесів лазерної обробки, забезпеченні повторюваності результатів технологічних процесів та ефективної імплементації в існуючі технологічні комплекси.

Навіщо це потрібно студенту?

Дисципліна «Системи керування життєвим циклом виробу» є одним з основних, що формують навички проектно-конструкторської діяльності майбутнього інженера-технолога в області зварювання та споріднених технологій, що є важливим умінням для здійснення професійної діяльності.

Вивчення навчальної дисципліни передбачає підсилення та розвиток у студентів **компетентностей, передбачених освітньо-професійною програмою «Прикладна механіка» другого (магістерського) рівня вищої освіти:**

Фахові компетентності:

ФК1. 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

ФК2. 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

ФК3. Здатність до самостійної роботи і ефективного функціонування в якості керівника групи.

ФК6. 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.

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

РН1 Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик проектування, аналізу і дослідження конструкцій, машин та/або процесів в галузі машинобудування та суміжних галузях знань;

РН3 Самостійно ставити та розв'язувати задачі інноваційного характеру, аргументувати і захищати отримані результати та прийняті рішення;

РН4 Розробляти, виконувати та оцінювати інноваційні проекти з урахуванням інженерних, правових, екологічних, економічних та соціальних аспектів.

РН8 Вчитися і оволодівати сучасними знаннями, технологіями, інструментами і методами, зокрема через самостійне опрацювання фахової літератури, участь у науково-технічних та освітніх заходах.

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

Навчальна дисципліна є обов'язковою компонентою освітньої програми «Інжиніринг зварювання, лазерних та споріднених технологій» і належить до циклу професійної підготовки. Для вивчення даного кредитного модуля необхідне успішне засвоєння навчального матеріалу, з таких дисциплін і кредитних модулів, як «Проектування та експлуатація лазерного технологічного обладнання», «Деталі машин і основи конструювання», «Системи комп'ютерного проектування», «Лазерна поверхнева обробка», «Матеріалознавство».

Знання, отримані при вивченні даної дисципліни використовуються студентами при подальшому вивченні таких дисциплін, як, «Проектування технологічних процесів у виробництві. Курсовий проект», «Технічні та програмні засоби систем автоматизації», а також при підготовці курсових проектів і робіт та магістерських дисертацій, що виконуються за напрямком досліджень напружено-деформованого стану і міцності зварних конструкцій.

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. PLM-система як технологія управління життєвим циклом продукції.

Тема 2. Використання PLM-систем в управлінні підприємством

- Тема 3. Основні положення системного інжинірингу.
 Тема 4. Інтеграція системного інжинірингу.
 Тема 5. Управління проектуванням: основні фази.
 Тема 6 Персонал, продукт, процес–управління та взаємозв’язок.
 Тема 7. Системний інжиніринг–напрямки роботи.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова

1. Вакау, В., & Куї, V. (2016). ПОБУДОВА ЄДИНОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОСТОРУ УПРАВЛІННЯ ЖИТТЄВИМ ЦИКЛОМ ВИРОБІВ МАШИНОБУДУВАННЯ. Науковий вісник НЛТУ України, 26(8), 356-362. <https://doi.org/10.15421/40260853>.
2. Денисенко Ю.О. Удосконалення нормативної бази інструментальної підготовки виробництва щодо поліпшення техніко-економічних показників: монографія/Ю.О. Денисенко, В. О. Залога, О. В. Івченко.–Суми: Сумський державний університет, 2020. –93с.

Додаткова

3. Конспект лекцій з дисципліни «Управління якістю» для студентів спеціальності 6.030601» Менеджмент організації». Шилін І.В.,-2014р.,-88с.
4. ДСТУ ISO 10303-239:2018 Системи промислової автоматизації та інтеграції. Подання даних щодо продуктів та обмін. Частина 239. Протокол додатків. Підтримування життєвого циклу продукту (ISO 10303-23).
5. John Stark, Product Lifecycle Management (Volume 1): 21st Century Paradigm for Product Realisation (Decision Engineering).–Springer, 2022. ISBN: 3030985776.
6. John Stark, Product Lifecycle Management (Volume 2): The Devil is in the Details: (Decision Engineering).–Springer, 2022. ISBN: 3319370839.
7. John Stark, Product Lifecycle Management (Volume 2): The Devil is in the Details: (Decision Engineering).–Springer, 2018. ISBN: 3319722352.

3. Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

В межах вивчення кредитного модуля впродовж семестру заплановано проведення лекційних та практичних та занять.

Під час вивчення матеріалу застосовуються такі основні методи колективного та індивідуального активного навчання: проблемно-пошуковий, пояснювально-ілюстративний, репродуктивний, інтерактивний, практичний та дослідницький під час проведення лекційних та практичних занять, а також метод самостійної роботи. Означені методи використовуються в контексті застосування таких навчальних технологій:

- 1) особистісно-орієнтовані технології, засновані на активних формах і методах навчання: колективні дискусії, інтерактивне спілкування тощо.
- 2) інформаційно-комунікаційні технології, 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).

Навчальний матеріал освітнього компоненту викладається на заняттях згідно табл. 1.

Таблица 1

Структура викладання освітнього компоненту

Назви розділів і тем	Кількість годин			
	Всього	у тому числі		
		Лекції	Практичні	СРС

Тема 1. PLM-система як технологія управління життєвим циклом продукції	18	6	6	6
Тема 2. Використання PLM-систем в управлінні підприємством	16	4	6	6
Тема 3. Основні положення системного інжинірингу.	18	6	6	6
Тема 4. Інтеграція системного інжинірингу.	13	4	4	6
Тема 5. Управління проектуванням: основні фази.	17	6	6	6
Тема 6 Персонал, продукт, процес– управління та взаємозв'язок.	11	4	2	6
Тема 7. Системний інжиніринг– напрямки роботи.	15	4	6	6
Разом	114	34	36	42
<i>МКР</i>	6	2		6
<i>Екзамен</i>	30			30
Всього годин	150	36	36	78

5.1 Лекційні заняття

Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
Тема 1. PLM-система як технологія управління життєвим циклом продукції
Лекція 1. Системи управління життєвим циклом виробу Загальні відомості про системи управління життєвим циклом виробу. Стадії життєвого циклу продукту у розрізі різних автоматизованих систем управління. Управління життєвим циклом продукції Література: [5] Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання
Лекція 2. Стадії життєвого циклу продукту Стадії життєвого циклу продукту у розрізі різних автоматизованих систем управління. Підвищення конкурентних можливостей підприємства через технологію «Ощадливого виробництва» Література [5] Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання
Лекція 3. Переваги впровадження PLM-системи на підприємстві Бізнес-процеси. Діджиталізація. Глобалізація виробництва. Література [5] Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання
Тема 2. Використання PLM-систем в управлінні підприємством
Тема 3. Основні положення системного інжинірингу.
Лекція 6. Системний інжиніринг Визначення. Командний підхід. Мультидисциплінарність системної інженерії. Системне мислення Література [6] Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання
Лекція 7. Процеси системної інженерії Головна ідея методу. Планування. Функціональний аналіз. Системний аналіз. Системний синтез. Системний контроль. Література [6] Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання
Тема 4. Інтеграція системного інжинірингу

Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)

Лекція 8. Проектування виробу

Розробка прототипу та його інтеграція у виробництво. Вхідні дані, робота над прототипом, вихідні дані. Ключові стадії проектування та виготовлення прототипу

Література [7] **Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання**

Лекція 9. Прототипування підсистем та їх інтеграція у виробництво

Підсистеми та їх інтеграція у прототипування та виробництво. Вхідні дані, робота над прототипом, вихідні дані. Ключові стадії проектування та виготовлення прототипу

Література [7]

Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання

Тема 5. Управління проектуванням: основні фази.

Лекція 10. Безперервність поставок продукції і підтримки її життєвого циклу

Загальна концепція планування створення нової продукції, Система планування створення нової продукції. Методи внутріфірмового планування створення й освоєння випуску нової продукції

Література [5]

Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання

Лекція 11. Структура створення плану проекту

Детальний план проектування. Управління часом. Бюджет проекту. Аналіз ризиків. Аналіз помилок під час проектування виробу

Література [5]

Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання

Лекція 12. Переміщення одномірних зварних конструкцій (ОЗК)

Загальні положення. Визначення залишкового скорочення ОЗК. Визначення залишкового прогину ОЗК.

Література [5]

Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання

Тема 6 Персонал, продукт, процес–управління та взаємозв'язок.

Лекція 13. Засади успішної роботи над проектом

Лідерство. Організаційна структура. Стратегія підтримання якості.

Література [4, 5]

Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання

Лекція 14. Управління знаннями при проектуванні

Аналіз ризиків. Вибір постачальників. Функціональний дизайн. Генеративний дизайн

Література [1-3]

Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання

Тема 7. Системний інжиніринг–напрямки роботи.

Лекція 14. Управління змінами

Первинні та вторинні зміни конфігурації виробу. Перевірка на адекватність. Підходи до проектування при вношенні змін

Література [7]

Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання

Лекція 15. Методи перевірки готового виробу

Підходи до тестів. Сертифікація. Безпека. Аналіз результатів тестів

Література [7]

Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання

Лекція 16. Перевірка підсистем готового виробу

Задачі та цілі тестів підсистем. Сертифікація. Безпека. Аналіз результатів тестів. Конструювання заради безпеки

Література [6]

Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання

Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)

Лекція 17. Пост-виробнича підтримка готового виробу. Утилізація

Плани технічного огляду. Вплив навколишнього середовища на технічний огляд. Конверсія виробу. Утилізація виробу.

Література [6]

Завдання на СРС: дати відповіді на контрольні запитання

На останній лекції проводиться МКР.

5.2 Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять полягають у набутті вмінь управляти життєвим циклом продукту.

Назва теми заняття	Кількість годин
Заняття 1. Системи PLM. Частина 1	2
Заняття 2. Системи PLM. Частина 2	2
Заняття 3. Системи PLM. Частина 3	2
Заняття 4. Системи PLM. Частина 4	2
Заняття 5. Створення плану робіт за проектом. Частина 1	2
Заняття 6. Створення плану робіт за проектом. Частина 2	2
Заняття 7. Детальний план проектування підсистем. Частина 1	2
Заняття 8. Детальний план проектування підсистем. Частина 2	2
Заняття 9. Системний інжиніринг. Засади	2
Заняття 10. Системний інжиніринг. Підходи	2
Заняття 11. Системний інжиніринг. Створення проекту	2
Заняття 12. Системний інжиніринг. Життєвий цикл виробу	2
Заняття 13. Системний інжиніринг. Життєвий цикл оснастки та інструментів	2
Заняття 14. Системний інжиніринг. Організаційні питання	2
Заняття 15. Створення блок-схеми життєвого циклу продукту	2
Заняття 16. Створення діаграми зв'язків між компонентами	2
Заняття 17. Параметричне проектування виробу	2
Заняття 18. Конверсія та утилізація виробу	2

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота (72 год) студента полягає у підготовці до лекційних (20 год.), практичних (18 год.) шляхом опрацювання рекомендованої літератури і підготовці відповідей на контрольні запитання для лекцій, підготовці до МКР (4 год.), а також у підготовці до екзамену (30 год.).

№ з/п	Назви тем для самостійного опрацювання та посилання на навчальну літературу
	Метод Монте-Карло Література [5]
	Системи контролю якості Література [5]
	Лазерний трекінг у виробництві Література [5]
	Параметричний підхід до тривимірного моделювання Література [1,7]

4. Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування занять

Відвідування лекцій, практичних занять, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання семестрового індивідуального завдання.

Для студентів, які беруть на себе відповідальність за організацію і планування свого часу для навчання, є можливість опанувати дисципліну у змішаному режимі: ознайомлення з теоретичним матеріалом лекцій і розв'язування практичних завдань – самостійно, за необхідності проведення консультацій викладачем згідно графіку консультацій і відведеного на них часу, у відповідності до педагогічного навантаження викладача. Лабораторні роботи виконуються у груповому режимі під керівництвом відповідального викладача.

Правила поведінки на заняттях.

Правила поведінки на заняттях регламентуються етичними нормами: всі учасники освітнього процесу в університеті повинні дотримуватись вимог чинного законодавства України, Статуту і Правил внутрішнього розпорядку НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», загальноприйнятих моральних принципів, підтримувати атмосферу доброзичливості, відповідальності, порядності й толерантності, дбайливо ставитися до університетського майна.

Під час аудиторних занять студенти повинні дотримуватись діючих правил охорони праці, безпеки життєдіяльності і правил пожежної безпеки, а в разі навчання за дистанційною формою виконувати вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я під час роботи з екранними пристроями.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

Студенти зобов'язані дотримуватись термінів виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.

Порушення термінів виконання певного виду робіт враховується 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 найближчого тижня. В разі порушення термінів виконання завдання з неповажних причин, студент не допускається до складання екзамену в основну сесію.

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.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль.

За кожною лекцією студент виконує письмову самостійну роботу - надає відповіді на контрольні питання. На практичних заняттях студент розв'язує індивідуальне завдання.

Календарний контроль.

Проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль.

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

Рейтингова система оцінювання та критерії нарахування вагових балів:

1. Лекції.

Оцінюється самостійна робота студента, яка полягає у представленні відповідей на контрольні питання.

Ваговий бал-1 за кожен вірну відповідь на питання. До кожної лекції передбачено 10 контрольних питань.

Максимальна кількість балів, які можна отримати за відповіді на контрольні питання до всіх лекцій (18 занять): $10 \times 18 = 180$ балів.

Термін представлення відповідей–впродовж тижня після відповідної лекції.

2. Практичні заняття.

Ваговий бал–10.

Максимальна кількість балів, які можна отримати за відпрацювання всіх практичних занять (18 занять): $18 \times 10 = 180$ балів.

Індивідуальне числове завдання розв'язують на відповідній парі за розкладом занять або згідно індивідуального графіку, погодженого з викладачем.

За кожне практичне заняття студент може отримати від 1 до 5 балів:

2 бал–індивідуальне завдання виконано вірно менше ніж на 40%.

4 бали–індивідуальне завдання виконано вірно на 40...60%.

6 бали–індивідуальне завдання виконано вірно на 61...70%.

8 бали–індивідуальне завдання виконано вірно на 71...90%.

10 балів–індивідуальне завдання виконано вірно на 91...100%.

3. Модульна контрольна робота.

Модульний контроль проводиться у вигляді тематичної контрольної роботи і базується на відповідній кількості годин лекційних занять та СРС. Контрольна робота складається з 3 теоретичних питань. В залежності від повноти та правильності відповіді на кожне питання, студент отримує наступні рейтингові бали:

- повна правильна відповідь, не менше 90% потрібної інформації–6 балів;
- достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації–4-5 бали;
- відповідь неповна, але не менше 60% потрібної інформації–2-3 бали;
- незадовільна відповідь–0 балів.

Таким чином максимальна кількість балів за МКР: $6 \times 3 = 18$ балів.

Підрахунок максимальної кількості балів за контрольні заходи, які формують стартовий рейтинг, наведений у таблиці:

Складові стартового рейтингу R_c	Кількість занять у семестрі	Вагові бали за контрольні заходи	Сума вагових балів за контрольні заходи
Відповідь на контрольні запитання до кожної лекції	18	9	162
Виконання завдань на практичних заняттях	18	10	180
Модульна контрольна робота	1	18	18
РАЗОМ:			360
Приведений до стартової шкали: 60% від сумарного рейтингу 100 балів за кредитний модуль:			$360/6=60$

Штрафні та заохочувальні бали:

1. Штрафні бали нараховуються за порушення термінів виконання певного виду робіт:

-відповіді на контрольні запитання для лекції, представлені із запізненням більше ніж 1 тиждень після лекції «–5 балів»;

-розв'язок індивідуального числового прикладу практичного заняття, представлений із запізненням «–1 бал»;

-недопуск до лабораторної роботи у зв'язку з незадовільним вхідним контролем «- 1 бал», який враховується при наступній спробі відпрацювання лабораторної роботи;

Штрафні бали не нараховуються на період дії воєнного стану.

2. Заохочувальні бали нараховуються за розв'язок студентом спеціального індивідуального творчого завдання з дисципліни або участь у конференціях з публікацією матеріалів доповідей за тематикою кредитного модуля «+1...6 балів».

Розмір шкали рейтингу кредитного модуля: $RD=R_C+R_E=60+40=100$ балів, де стартова шкала $R_C=60$ балів, екзаменаційна шкала $R_E=40$ балів.

Умови позитивного календарного контролю.

Для отримання «зараховано» з першого календарного контролю (8 тижень) студент повинен набрати не менше ніж 50 балів, що становить 8,33 б. у перерахунку до стартової шкали (за умови, якщо на початок 8 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів «ідеальний студент» має отримати 100 балів, що становить 16,66 б. у перерахунку до стартової шкали).

Для отримання «зараховано» з другого календарного контролю (14 тижень) студент повинен набрати не менше ніж 100 балів, що становить 16,66 б. у перерахунку до стартової шкали (за умови, якщо на початок 14 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів « ідеальний студент» має отримати 200 балів, що становить 33,33 б. у перерахунку до стартової шкали).

Умови допуску до екзамену.

1. Відпрацьовані усі практичні заняття.
2. Відпрацьовані усі лабораторні роботи.
3. Стартовий рейтинг $R_C \geq 180$ (у перерахунку до стартової шкали ≥ 30 балів).

Відпрацювання кожного пропущеного заняття (практика, лабораторна робота) може бути замінено складанням на тесту для отримання оцінки «зараховано» за відповідне заняття.

Критерії екзаменаційного оцінювання.

Екзаменаційний білет складається з 3 завдань: 2 теоретичні питання і 1 задача. Правильна відповідь на кожне теоретичне питання оцінюється в 5 балів, за правильний розв'язок задачі нараховується 10 балів.

Бали R_E за відповідь на екзамені розраховується у такий спосіб:

$$R_E = (R_1 + R_2 + R_3) \cdot 2 = (5 + 5 + 10) \cdot 2 = 40,$$

де R_1 -бали за відповідь на перше теоретичне питання, R_2 -бали за відповідь на друге теоретичне питання, R_3 - бали за розв'язок задачі.

Максимальна кількість балів, які можна отримати за складання екзамену-40 б.

Шкала оцінювання теоретичних питань	Шкала оцінювання розв'язку задачі
$R_1(R_2) = 0$ -відповідь відсутня	$R_3 = 0$ -задача не розв'язана
$R_1(R_2) = 1$ -відсутні логічні кроки, є фрагменти необхідних формул, формулювання	$R_3 = 2$ -наведені фрагменти необхідних для розв'язку формул
$R_1(R_2) = 2$ -наведено декілька логічних кроків, деякі формули, формулювання	$R_3 = 4$ -наведені деякі необхідні для розв'язку формули
$R_1(R_2) = 3$ -неповна відповідь	$R_3 = 6$ -хід розв'язку правильний, але відповідь не вірна
$R_1(R_2) = 4$ -відповідь вірна і повна, але містить 1-2 неточності	$R_3 = 8$ -є декілька неточностей у ході розв'язку, отримана вірна відповідь
$R_1(R_2) = 5$ -відповідь вірна і повна	$R_3 = 10$ -хід розв'язку правильний і отримана вірна відповідь

Сума стартових балів та балів за екзаменаційну роботу переводиться у рейтингову оцінку згідно з таблицею 2.

Екзамен в умовах дистанційного навчання проводиться через складання тесту on-line в системі дистанційного навчання Google Classroom.

Тест складається з 20 питань, які випадковим способом обираються з бази питань. Кожне питання оцінюється в 2 бали.

Максимальна кількість балів, які можна отримати за складання тесту $20 \times 2 \text{ б.} = 40 \text{ б.}$ Правильних відповідей на питання може бути більше однієї, що програмно враховано при нарахуванні балів.

Тест зараховується, якщо студент набрав не менше від 60% від максимальної кількості балів, що становить не менше 24 балів.

Сума стартових балів та балів за екзаменаційний тест переводиться у рейтингову оцінку згідно з таблицею 2:

Таблиця 2. Переведення суми стартових і екзаменаційних балів у рейтингову оцінку з кредитного модуля RD:

$RD = R_c + R_E$	Традиційна оцінка
95...100	відмінно
85...94	дуже добре
75...84	добре
65...74	задовільно
60...64	
< 60	незадовільно
$R_c < 30$ або не виконані інші умови допуску до екзамену	не допущений

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом Кондрашевим Павлом Васильовичем

Ухвалено кафедрою лазерної техніки та фізико-технічних технологій (протокол №05 від 17.11.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією інституту НН ІМЗ ім. Є.О. Патона (протокол №05/23 від 11.12.2023 р.)