



Аддитивні технології

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	G - Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність	G9 Прикладна механіка
Освітня програма	<i>Технології машинобудування</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/заочна/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити (всього загальний)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua/
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доц. Лашина Ю.В., lashyna.yuliia@lil.kpi.ua Практичні: к.т.н., доц. Лашина Ю.В., lashyna.yuliia@lil.kpi.ua
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/NTI1NzU4MDczMTQw?cjc=hzwisiz6

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна призначена для підготовки висококваліфікованих фахівців, здатних вирішувати базові науково-технічні задачі із застосуванням сучасних технологій адитивного виробництва як для виготовлення прототипів під час виконання науково-дослідних робіт/дослідно-конструкторських робіт так і для виготовлення функціональних деталей для різних галузей застосування, що включають машинобудування, авіаційну промисловість, медицину тощо.

Метою кредитного модуля є формування у студентів здатностей: розв'язання наступних типових задач: вибір технології виготовлення деталі/прототипу на основі техніко-економічного аналізу; вибір матеріалів для виготовлення деталі/прототипу за допомогою адитивних технологій; підготовка 3D моделі для друку; аналіз моделі виробу з урахуванням обмежень та вимог обраної технології виготовлення; виконання друку моделі на 3D принтері, призначеному для науково-дослідних і навчальних цілей.

Після вивчення кредитного модуля студенти повинні фахово розумітись в наступних питаннях: поняття Індустрії 4.0, роль і значення адитивних технологій в машинобудуванні; класифікація технологій адитивного виробництва (AB) за різними ознаками; основні техніко-економічні показники адитивних технологій і матеріалів для адитивного виробництва; обладнання, яке використовується в адитивному виробництві; вибір режимів 3D друку і їх вплив на якість виробу.

Також студент може професійно: аналізувати вимоги до виробу і обирати технології адитивного виробництва; визначати необхідні режими роботи обладнання; проводити аналіз і підготовку моделі для друку; аналізувати відповідність деталей, отриманих за допомогою адитивних технологій, технічним вимогам і, за необхідності, приймати обґрунтовані рішення щодо усунення виявлених проблем.

Основні завдання навчальної дисципліни.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми, студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають отримати наступні програмні компетенції:

Фахові компетенції

ФК 7 Здатність застосовувати знання про новітні методи та методики проектування і дослідження, виготовлення конструкцій та машин в тому числі і адитивні технології.

Та продемонструвати такі програмні результати навчання:

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 13 Розробляти обладнання і технічні засоби для забезпечення функціонування автоматизованих виробництв, компонування виробничих систем для виготовлення деталей та складання машин. Знання адитивних технологій виробництва.

РН 14 Виконувати моделювання деформацій в технологічних системах, аналітичне оброблення експериментальних даних, виконувати пошук оптимальних конструктивних та технологічних рішень.

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

Дисципліна базується на знаннях, отриманих на першому (бакалаврському) рівні, зокрема під час вивчення дисциплін: механіка матеріалів і конструкцій; хімія; фізика; матеріалознавство; деталі машин; тривимірне моделювання; метрологія, стандартизація і сертифікація; технологія машинобудування. Результати вивчення дисципліни використовуються під час вивчення модуля «Наукова робота за темою магістерської дисертації» та в роботі над магістерською дисертацією.

3. Зміст навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість (кредитів) годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні	Лабораторні	СРС
Розділ 1. Загальні положення					
Тема 1.1. Виникнення, розвиток і сучасний стан адитивних технологій	6	2	2	-	2
Тема 1.2. Базові поняття, термінологія та класифікація	8	2	4	-	2
Разом за розділом 1	14	4	6	-	4
Розділ 2. Основні технології адитивного виробництва					
Тема 2.1. Технології, засновані на екструзії матеріалу	14	2	4	-	8
Тема 2.2. Технології розпилення матеріалів та зв'язуючої речовини.	4	2	-	-	2
Тема 2.3. Технології з'єднання листових матеріалів.	4	2	-	-	2
Тема 2.4. Процес фотополімеризації	4	2	-	-	2
Тема 2.5. Технології спрямованого підведення енергії	4	2	-	-	2

Тема 2.6. Технології порошкового адитивного виробництва.	8	2	-	-	6
Разом за розділом 2	38	12	4	-	22
Розділ 3. Реалізація адитивних технологій					
Тема 3.1. Вибір технології адитивного виробництва	10	2	4	-	4
Тема 3.2. Постоброблення деталей та надання їм спеціальних властивостей	10	2	4	-	4
Тема 3.3. Підготовка моделі та управляючої програми	18	2	4	-	12
Тема 3.4. Конструювання, орієнтоване на використання адитивних технологій	14	2	4	-	8
Разом за розділом 3	52	8	16	-	28
Розділ 4. Особливості використання адитивних технологій в машинобудуванні					
Тема 4.1. Швидке прототипування	14	2	4	-	8
Тема 4.2. Адитивні технології в ливарному виробництві	8	4	-	-	4
Тема 4.3. Матеріали для адитивного виробництва металевих деталей	8	2	2	-	4
Тема 4.4. Обладнання для адитивного виробництва металевих деталей	8	2	2	-	4
Тема 4.5. Роль адитивних технологій в Індустрії 4.0	8	2	2	-	4
Разом за розділом 4	46	12	10	-	24
Залік					
Всього годин	120	30	16	0	74

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна:

1. Манжілевський, О. Д. Сучасні адитивні технології 3D друку. Особливості практичного застосування [Текст] : навч. посіб. / О. Д. Манжілевський, Р. Д. Іскович-Лотоцький. - Вінниця : ВНТУ, 2021. - 105 с.
2. Интегрированные генеративные технологии : учеб. пособие [для студ. выс. учеб. заведений] / А. И. Грабченко, Ю. Н. Внуков, В. Л. Доброскок [и др.] ; под ред. А. И. Грабченко. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2011. – 416 с.

Додаткова:

3. Gibson J. etc. Additive Manufacturing Technologies. 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing. Second Edition. Springer 2015, 510 p.
4. Bandyopadhyay A. Additive Manufacturing. CRC Press 2016, 414 p.
5. Badiru A. Additive Manufacturing Handbook. Product Development for the Defense Industry, CRC Press 2017, 931 p.

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

5.1. Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Лекція 1 Розділ 1. Загальні положення. <u>Тема 1.1. Виникнення, розвиток і сучасний стан адитивних технологій</u> Вступ. Визначення поняття АВ. Історичні передумови розвитку АВ. Вплив розвитку комп'ютерної техніки на розвиток АВ. Застосування АВ. Загальний процес АВ. Переваги АВ. Відмінність АВ від процесів ЧПК. Приклади використання АВ [1, 2].
2	Лекція 2 Розділ 1. Загальні положення. <u>Тема 1.2. Базові поняття, термінологія та класифікація</u> Термінологія в галузі адитивного виробництва. Види технологій, класифікація ASTM [1, 2, 3].
3	Лекція 3 Розділ 2. Основні технології адитивного виробництва <u>Тема 2.1. Технології, засновані на екструзії матеріалу</u> Основні принципи. Нанесення матеріалу та траєкторії. Технологія FDM від Stratasys. Матеріали. Обмеження технології FDM. Інші системи [1, 3]
4	Лекція 4 Розділ 2. Основні технології адитивного виробництва <u>Тема 2.2. Технології розпилення матеріалів та зв'язуючої речовини</u> Еволюція друку, як процес адитивного виробництва. Матеріали. Основи обробки матеріалів. Комерційні машини. Переваги та недоліки процесу. Особливості процесу нанесення зв'язуючої речовини [1, 3]
5	Лекція 5 Розділ 2. Основні технології адитивного виробництва <u>Тема 2.3. Технології з'єднання листових матеріалів</u> Склеювання та адгезійне склеювання. Особливості процесу утворення з'єднання. Матеріали. Термічне з'єднання. Механічне закріплення. Ультразвукове адитивне виробництво [1, 3]
6	Лекція 6 Розділ 2. Основні технології адитивного виробництва <u>Тема 2.4. Процес фотополімеризації</u> Основи хімії фотополімерів. Розрахунки параметрів процесів стереолітографії (SL). Процес SL на основі векторного сканування. Технології та обладнання фотополімеризації з масками. Технології двофотонної фотополімеризації [1, 3].
7	Лекція 7 Розділ 2. Основні технології адитивного виробництва <u>Тема 2.5. Технології спрямованого підведення енергії</u> Загальний опис процесу осадження матеріалу за допомогою спрямованого підведення енергії. Доставка матеріалів. Параметри процесу. Типові матеріали та мікроструктура. Переваги та недоліки процесу осадження матеріалу за допомогою спрямованого підведення енергії [1, 3].

8	<i>Лекція 8</i> Розділ 2. Основні технології адитивного виробництва <u>Тема 2.6. Технології порошкового адитивного виробництва</u> Параметри та моделювання порошкового АВ. Оброблення порошку. Варіанти технології та комерційні машини. Переваги та недоліки процесу [1, 3]
9	<i>Лекція 9</i> Розділ 3. Реалізація адитивних технологій <u>Тема 3.1. Вибір технології адитивного виробництва</u> Вплив систем адитивного виробництва на технологію виготовлення. Інтелектуальна власність. Переваги та недоліки адитивних технологій. Галузі застосування адитивних технологій, недоступні конвенціональним технологіям [2, 3].
10	<i>Лекція 10</i> Розділ 3. Реалізація адитивних технологій <u>Тема 3.2. Постоброблення деталей та надання їм спеціальних властивостей</u> Видалення матеріалу підтримки. Покращення текстури поверхні. Покращення точності. Естетичні поліпшення. Підготовка до використання як моделі. Підвищення якості за допомогою нетермічних методів. Підвищення якості за допомогою термічних методів [2, 3].
11	<i>Лекція 11</i> Розділ 3. Реалізація адитивних технологій <u>Тема 3.3. Підготовка моделі та управляючої програми</u> Підготовка CAD моделей: файл STL. Проблеми з файлами STL. Маніпуляція з файлами STL. Додаткове програмне забезпечення. Формат файлів для АВ [1, 2].
12	<i>Лекція 12</i> Розділ 3. Реалізація адитивних технологій <u>Тема 3.4. Конструювання, орієнтоване на використання адитивних технологій</u> Проектування конструкцій деталей для полімерного адитивного виробництва. Проектування конструкцій деталей для металевих адитивного виробництва. Генеративний дизайн та решітчасті структури [1, 2, 3].
13	<i>Лекція 13</i> Розділ 4. Особливості використання адитивних технологій в машинобудуванні <u>Тема 4.1. Швидке прототипування</u> Галузь застосування. Обладнання і технології. Точність і якість поверхні [2, 3, 4].
14	<i>Лекція 14</i> Розділ 4. Особливості використання адитивних технологій в машинобудуванні <u>Тема 4.2. Адитивні технології в ливарному виробництві</u> Технології лиття металів з використанням синтез-моделей та синтез-форм [2].
15	<i>Лекція 15</i> Розділ 4. Особливості використання адитивних технологій в машинобудуванні <u>Тема 4.2. Адитивні технології в ливарному виробництві</u> Технології та машини для синтезу піщаних ливарних форм. Лиття полімерів з використанням синтезованих майстер-моделей [2].
16	<i>Лекція 16</i> Розділ 4. Особливості використання адитивних технологій в машинобудуванні <u>Тема 4.3. Матеріали для адитивного виробництва металевих деталей</u> Матеріали для порошкового спікання. Методи отримання металевих порошків [2, 4, 5].
17	<i>Лекція 17</i> <u>Тема 4.4. Обладнання для адитивного виробництва металевих деталей</u> Група Bed Deposition. Група Direct Deposition [2, 5].

18	Лекція 18 Тема 4.5. Роль адитивних технологій в Індустрії 4.0 Загальні відомості щодо Індустрії 4.0. Пряме числове виробництво. Ринок адитивних технологій. Перспективи розвитку адитивних технологій [2, 3, 4].
----	--

5.2 Практичні заняття

Практичні заняття охоплюють основні теми лекційного матеріалу і розглядають питання практичного застосування отриманих знань.

№ з/п	Назва практичного заняття	З якою темою пов'язане	Кількість ауд. годин
1	Вступне заняття. Ознайомлення із силабусом. Місце і роль адитивних технологій в сучасних виробничих процесах	1.1.	2
2	ПЗ 1. Знайомство з будовою 3D – принтера. Налаштування 3D –принтера.	1.2	4
3	ПЗ 2. Матеріали, які використовуються для FDM – друку.	2.1	4
4	ПЗ 3. Основи роботи в програмному забезпеченні Cura. Розробка управляючої програми.	3.3	4
5	ПЗ 4. Особливості використання підтримок при 3D-друці	4.1	4
6	ПЗ 5. Проектування, орієнтоване на адитивні процеси, підготовка stl – моделі.	3.4	4
7	ПЗ 6. Особливості друку двома матеріалами.	3.1	4
8	ПЗ 7. Постоброблення деталей, отриманих за допомогою 3D - друку	3.2	4
9	ПЗ 8. Особливості адитивного виробництва металевих деталей.	4.3, 4.4	4
10	Останнє заняття – залікове.	4.5	2
Всього:			36

5.3. Лабораторні заняття

Не передбачені

5.4. Індивідуальні завдання

Не передбачені

5.5. Контрольні роботи

МКР складається з двох частин. Перша частина МКР виконується на 8 тижні навчання, друга – на 17 тижні. Запитання МКР відповідають тематиці лекційних та практичних занять.

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Назва теми, при підготовці до аудиторних занять	Кількість годин СРС
1	<u>Тема 1.1. Виникнення, розвиток і сучасний стан адитивних технологій</u> Визначення поняття АВ. Історичні передумови розвитку АВ. Вплив розвитку комп'ютерної техніки на розвиток АВ. Застосування АВ. Загальний процес АВ. Переваги АВ. Відмінність АВ від процесів ЧПК. Приклади використання АВ [1, 2].	2
2	<u>Тема 1.2. Базові поняття, термінологія та класифікація</u> Термінологія в галузі адитивного виробництва. Види технологій, класифікація ASTM [1, 2, 3].	2
3	<u>Тема 2.1. Технології, засновані на екструзії матеріалу</u> Основні принципи. Нанесення матеріалу та траєкторії. Технологія FDM від Stratasys. Матеріали. Обмеження технології FDM. Інші системи [1, 3]	8
4	<u>Тема 2.2. Технології розпилення матеріалів та зв'язуючої речовини</u> Еволюція друку, як процес адитивного виробництва. Матеріали. Основи обробки матеріалів. Комерційні машини. Переваги та недоліки процесу. Особливості процесу нанесення зв'язуючої речовини [1, 3]	2
5	<u>Тема 2.3. Технології з'єднання листових матеріалів</u> Склеювання та адгезійне склеювання. Процеси утворення з'єднання. Матеріали. Термічне з'єднання. Механічне закріплення. Ультразвукове адитивне виробництво [1, 3]	2
6	<u>Тема 2.4. Процес фотополімеризації</u> Основи хімії фотополімерів. Розрахунки параметрів процесів SL. Технології та обладнання векторного сканування. Технології та обладнання фотополімеризації з масками. Технології двофотонної фотополімеризації [1, 3].	2
7	<u>Тема 2.5. Технології спрямованого підведення енергії</u> Загальний опис процесу осадження матеріалу за допомогою спрямованого підведення енергії. Доставка матеріалів. Параметри процесу. Типові матеріали та мікроструктура. Переваги та недоліки процесу осадження матеріалу за допомогою спрямованого підведення енергії [1, 3].	2
8	<u>Тема 2.6. Технології порошкового адитивного виробництва</u> Параметри та моделювання порошкового АВ. Оброблення порошку. Варіанти технології та комерційні машини. Переваги та недоліки процесу [1, 3]	6
9	<u>Тема 3.1. Вибір технології адитивного виробництва</u> Вплив систем адитивного виробництва на технологію виготовлення. Інтелектуальна власність. Проривні інновації. Переваги та недоліки адитивних технологій. Галузі застосування адитивних технологій, недоступні конвенціональним технологіям [2, 3].	4

10	<u>Тема 3.2. Постоброблення деталей та надання їм спеціальних властивостей</u> Видалення матеріалу підтримки. Покращення текстури поверхні. Покращення точності. Естетичні поліпшення. Підготовка до використання як моделі. Підвищення якості за допомогою нетермічних методів Підвищення якості за допомогою термічних методів [2, 3].	4
11	<u>Тема 3.3. Підготовка моделі та управляючої програми</u> Підготовка CAD моделей: файл STL. Проблеми з файлами STL. Маніпуляція з файлами STL. Додаткове програмне забезпечення. Формат файлів для AB [1, 2].	12
12	<u>Тема 3.4. Конструювання, орієнтоване на використання адитивних технологій</u> Проектування конструкцій деталей для полімерного адитивного виробництва. Проектування конструкцій деталей для металевих адитивного виробництва. Генеративний дизайн та решітчасті структури [1, 2, 3].	6
13	<u>Тема 4.1. Швидке прототипування</u> Галузь застосування. Обладнання і технології. Точність і якість поверхні [2, 3, 4].	8
14	<u>Тема 4.2. Адитивні технології в ливарному виробництві</u> Технології лиття металів з використанням синтез-моделей та синтез-форм. Лиття полімерів з використанням синтезованих майстер-моделей. Технології та машини для синтезу піщаних ливарних форм. [2].	6
15	<u>Тема 4.3. Матеріали для адитивного виробництва металевих деталей</u> Матеріали для порошкового спікання. Методи отримання металевих порошоків [2, 4, 5].	4
16	<u>Тема 4.4. Обладнання для адитивного виробництва металевих деталей</u> Група Bed Deposition. Група Direct Deposition [2, 5].	4
17	<u>Тема 4.5. Роль адитивних технологій в Індустрії 4.0</u> Загальні відомості щодо Індустрії 4.0. Пряме числове виробництво. Ринок адитивних технологій. Перспективи розвитку адитивних технологій [2, 3, 4].	4
Всього:		78

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

- правила відвідування занять (як лекцій, так і практичних/лабораторних) регламентується: «Положення про організацію освітнього процесу в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/39>; «Положення про систему внутрішнього забезпечення якості вищої освіти в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/121>;
- правила поведінки на заняттях (активність, підготовка коротких доповідей чи текстів, відключення телефонів, використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача чи в інтернеті тощо) регламентується «Положення про організацію освітнього процесу в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/39>, ;

- правила захисту лабораторних робіт; кожен студент особисто здає лабораторні роботи;
- правила захисту індивідуальних завдань; кожен студент особисто здає індивідуальні роботи ;
- в даному кредитному модулі наявні тільки заохочувальні бали, які студент може отримати на добровільній основі виконуючі певний перелік додаткових завдань пов'язаних з тематикою кредитного модуля;
- політика дедлайнів та перескладань, регламентується «Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/32>, «Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/37> ;
- політика щодо академічної доброчесності регламентується «Положення про систему запобігання академічного плагиату в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/47>; положенням «Положення про вирішення конфліктних ситуацій в КПІ ім. Ігоря Сікорського» https://osvita.kpi.ua/2020_7-170;

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

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом Таблиця 8.1.

Семестр	Всього	Розподіл за семестрами та видами занять				МКР	РГР	Залік
		Лек.	Прак.	Лаб.	СРС			
5	150	36	36	0	78	+	-	+
Всього	150	36	36	0	78	+	-	+

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

8.1. Практичні роботи (r1)

Ваговий бал однієї практичної роботи становить 10 балів (табл.8.2). Максимальна кількість балів за всі практичні роботи: $r1 = 8 \text{ роботи} \times 10 \text{ бали} = 80 \text{ балів}$.

Максимальна кількість заохочувальних +3 бали за всі практичні заняття.

Рейтингові бали за одну практичну роботу Таблиця 8.2

Бали	Критерій оцінювання
10	Зауважень до звіту нема, є відповіді на всі запитання
9	Несуттєві зауваження до звіту, відповіді на більшість запитань
8	Зауваження до отриманих результатів, відповідь на частину питань
7	Звіт має помилки, відповіді лише на окремі питання
6	Робота виконана, отримано вірні результати, але не захищено.
0,00	Робота не виконана, звіт відсутній

8.2. Модульний контроль (r2)

Модульна контрольна робота складається з двох частин, які виконуються відповідно перед першим календарним контролем та перед виставленням заліку. Ваговий бал частини МКР становить 10 балів. Максимальна кількість балів за дві частини модульної контрольної роботи складає:

$$r2 = 10 \text{ балів} \times 2 = 20 \text{ балів.}$$

Рейтингові бали 1ї і 2ї частин МКР Таблиця 8.3

Бали	Критерій оцінювання
10	Вірна відповідь більш ніж на 90 % питань
9	Вірна відповідь на 90 % питань
8	Вірна відповідь на 80 % питань
7	Вірна відповідь на 70 % питань
6	Вірна відповідь на 60 % питань
0,0	Вірна відповідь менш ніж на 60 % питань або студент був відсутній без поважної причини

8.3. Штрафні та заохочувальні бали

Загальний рейтинг з дисципліни включає тільки заохочувальні бали (табл.8.4). Загальна сума заохочувальних балів не може перевищувати $50 \times 0,1 = (+ 5)$ балів.

Заохочувальні бали Таблиця 8.4

Дія	Бали
Участь у модернізації практичних робіт	плюс 2 бали
Удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни	плюс 3.. 5 балів
Застосування оригінального підходу при вирішенні задач	плюс 1 бал

8.4. Умови рубіжної атестації

На 8-й тиждень навчання (перший календарний контроль) графіком передбачено виконання: звіту з 3-х практичних робіт $3 \times 10 = 30$ балів; 1-ша частина МКР 10 балів. Що становить у сумі $30 + 10 = 40$ балів. Таким чином для отримання "задовільно" з першої рубіжної атестації студент повинен мати не менше ніж $40 \times 0,5 = 20$ балів.

На 14-й тиждень навчання (другий календарний контроль) графіком передбачено виконання: звітів з 6-ти практичних робіт.: $6 \text{ пр} \times 10 \text{ балів} = 60$ балів; 1-ї частини МКР 10 балів. Що становить у сумі $60 + 10 = 70$ балів. Таким чином для отримання "задовільно" з першої рубіжної атестації студент повинен мати не менше ніж $70 \times 0,5 = 35$ балів.

8.5. Критерії оцінювання заліку.

Після другого календарного контролю передбачено проведення 2-ї частини МКР і завершення звітів з 7-ї і 8-ї практичних робіт.

Залік виставляється на останньому занятті за розкладом відповідно до балів, набраних студентом протягом семестру.

8.6. Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни (Rd):

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_d = R_c = r_1 + r_2 = 80 \text{ пр} + 20 \text{ мкр} = 100 \text{ балів.}$$

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою. Таблиця 8.5

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- *залік з дисципліни «Адитивні технології» виставляється відповідно до рейтингових балів, набраних студентом протягом семестру (див. п. 8)*
- *зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою розглядається в індивідуальному порядку*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено к.т.н., доц, Лашина Ю.В.

Ухвалено кафедрою Технології машинобудування (протокол №17 від 18.06.2025)

Погоджено Методичною комісією НН ММІ¹ (протокол №11 від 27.06.2025)

¹ Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.