

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІННОВАТИКИ,
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА ІНФРАСТРУКТУРИ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор навчально-наукового інституту
інноватики, природокористування та
інфраструктури

Василь БРИЧ

“ 31 ” _____ 2023 р.

Директор навчально-наукового інституту
новітніх освітніх технологій

Святослав ПИТЕЛЬ

“ 31 ” _____ 2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. проректора з науково-
педагогічної роботи

Віктор ОСТРОВЕРХОВ

_____ 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни «Автомобілі»

ступінь вищої освіти – Бакалавр

галузь знань – 27 Транспорт

спеціальність – 275 Транспортні технології (за видами)

**спеціалізація – 275.03 Транспортні технології (на автомобільному
транспорті)**

**освітньо-професійна програма – Транспортні технології (на
автомобільному транспорті)**

кафедра транспорту і логістики

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Практичні (год.)	ІРС, год.	Тренінг, КПЗ год.	Самостійна робота студ., год.	Разом, год.	Залік (семестр)
Денна	3	6	28	28	3	8	83	150	5
Заочна	3	6	8	4	-	-	138	150	6

31.08.2023р.
(Підпис)

Тернопіль – ЗУНУ
2023

Робочу програму склав доцент кафедри транспорту і логістики, к.т.н.,
доцент Розум Руслан Іванович

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри транспорту і
логістики, протокол № 1 від 28.08.2023 р.

Завідувач кафедри,
д.тех.н., професор



Павло ПОПОВИЧ

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності
275 Транспортні технології (за видами), протокол № 1 від 30.08.2023 р.

Керівник групи
забезпечення спеціальності,
д.тех.н., професор



Павло ПОПОВИЧ

Гарант ОПП



Ольга ЧОРНА

**СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«АВТОМОБІЛІ»**

**Опис дисципліни
«Автомобілі»**

Дисципліна «Автомобілі»	Галузь знань, спеціальність, СВО	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів – 5	Галузь знань – 27 Транспорт	Статус дисципліни вибіркова Мова навчання українська
Кількість залікових модулів – 3	Спеціальність – 275 Транспортні технології (за видами)	Рік підготовки: <i>Денна – 3</i> <i>Заочна – 3</i> Семестр: <i>Денна – 6</i> <i>Заочна – 6</i>
Кількість змістових модулів – 2	Ступінь вищої освіти – бакалавр	Лекції: <i>Денна – 28 год.</i> <i>Заочна – 8 год.</i> Практичні заняття: <i>Денна – 28 год.</i> <i>Заочна – 4 год.</i>
Загальна кількість годин – 150		Самостійна робота: <i>Денна – 83 год.</i> <i>Заочна – 138 год.</i> Індивідуальна робота: <i>Денна – 3 год.</i> <i>Заочна – - год.</i> Тренінг, КПЗ: <i>Денна – 8 год.</i> <i>Заочна – - год.</i>
Тижневих годин – 10 з них аудиторних – 4		Вид підсумкового контролю – Залік

2. Мета і завдання дисципліни «Автомобілі»

2.1. Мета вивчення навчальної дисципліни.

Метою вивчення дисципліни є формування у здобувачів вищої освіти знань конструкції експлуатаційних властивостей, робочих процесів і основ розрахунку автомобільних транспортних засобів, уміння використовувати отриманні знання при подальшому навчанні, а також у своїй професійній діяльності.

2.2. Завдання вивчення дисципліни.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Автомобілі» є:

- засвоїти знання по загальних закономірностях і тенденціях розвитку сучасних автомобілів;
- уміти використовувати у професійній діяльності знання з основ конструкції, експлуатаційних властивостей, робочих процесів і основ розрахунку автомобільних транспортних засобів;
- уміти організовувати ефективну експлуатацію об'єктів автомобільного транспорту, їх систем та елементів.

Метою проведення лекційних занять є ознайомлення студентів із головними методологічними та методичними питаннями, що стосуються автомобільних транспортних засобів, набуття студентами комплексно спеціальних знань та практичних навиків необхідних для організації ефективної експлуатації об'єктів автомобільного транспорту, їх систем та елементів.

Лекційний курс передбачає:

- викладання студентам у відповідності з програмою та робочим планом навчальної дисципліни основних понять про автомобілі;
- сформувати у студентів цілісну систему теоретичних знань з курсу «Автомобілі».

Метою проведення практичних занять полягає у тому, щоб студенти застосовували знання з курсу «Автомобілі» у вирішенні конкретних практичних і методичних задач.

Завдання проведення практичних занять:

- засвоїти фундаментальні знання будови автомобіля;
- навчитися застосовувати фундаментальні знання з курсу «Автомобілі» у вирішенні конкретних практичних і методичних задач;
- глибше засвоїти та закріпити теоретичні знання.

3. Програма навчальної дисципліни:

Змістовий модуль 1. Предмет і завдання. Загальні відомості про автомобілі. Зчеплення. Коробка переміни передач. Карданні передачі. Мости. Підвіска.

Тема 1. Загальні відомості.

Типаж автомобілів. Властивості автомобіля. Вимоги до конструкції автомобіля. Аналіз компоновальних схем автомобілів. Стадії та етапи проектування автомобілів. Поняття про надійність і довговічність автомобіля. Види міцності. Матеріали деталей автомобілів. Призначення, вимоги і класифікація трансмісій. Короткий аналіз безступінчастих трансмісій.

Тема 2. Зчеплення.

Призначення, вимоги і класифікація зчеплень. Вибір розмірів і параметрів зчеплення. Розрахунок показників навантаженості зчеплення. Розрахунок деталей зчеплення. Розрахунок привода зчеплення.

Тема 3. Коробка переміни передач і роздавальна коробка.

Призначення, вимоги, класифікація та короткий аналіз коробок переміни передач. Визначення основних параметрів коробки переміни передач. Розрахунок валів коробок переміни передач. Вибір і розрахунок підшипників КПП. Розрахунок синхронізаторів коробки переміни передач. Роздавальні коробки: призначення, вимоги і класифікація. Розрахунок роздавальних коробок.

Тема 4. Карданні передачі.

Призначення, вимоги і класифікація карданних передач. Кінематика карданних шарнірів. Вибір основних конструкційних параметрів карданного вала. Розрахунок деталей карданних передач.

Тема 5. Головна передача, диференціал і привід ведучих коліс.

Визначення, особливості конструкції і вимоги до привода. Призначення, класифікація і характеристика головних передач. Визначення основних параметрів головної передачі. Зусилля в зачепленні зубчастих коліс. Розрахунок підшипників і валів головної передачі. Жорсткість елементів головної передачі. Диференціал. Призначення, вимоги, класифікація і короткий аналіз. Розрахунок диференціала. Півосі, карданні передачі привода.

Тема 6. Мости.

Загальні відомості. Ведучі мости. Керований міст. Керований ведучий міст.

Тема 7. Підвіска.

Загальні відомості. Коливання і плавність ходу автомобіля. Пружна характеристика підвіски. Кінематичні схеми підвісок. Пружні елементи. Кутова жорсткість підвіски і стабілізатор поперечної стійкості. Амортизатори.

Змістовий модуль 2. Керування автомобіля.

Несучі системи. Автомобільні колеса.

Тема 8. Гальмове керування.

Загальні відомості. Робоча гальмова система. Запасна гальмова система. Стоянкова гальмова система. Допоміжна гальмова система. Гальмівні механізми. Принципові схеми барабанних гальмових механізмів. Розподіл тисків по довжині накладок. Визначення гальмівних моментів на колодках. Особливості розрахунку барабанних гальмових механізмів. Особливості конструкції і розрахунку дискових гальмових механізмів. Розрахунок гідравлічного привода гальм. Конструювання і розрахунок гідровакуумних підсилювачів гальм. Проектування пневматичного привода гальм.

Тема 9. Рульове керування.

Загальні відомості. Основи конструювання і розрахунку рульового привода. Основи конструювання і розрахунку рульових механізмів. Основи конструювання та розрахунку гідро підсилювача. Визначення попереднього натягу пружин та діаметра реактивних плунжерів. Рульове керування підвищеної безпеки.

Тема 10. Несучі системи.

Загальні відомості. Рами. Кузови. Кабіни і платформи вантажних автомобілів. Вібрація і шум.

Тема 11. Автомобільні колеса.

Загальні відомості. Шини. Колеса.

4. Структура залікового кредиту з дисципліни «Автомобілі» (денна форма навчання)

	Кількість годин					
	Лекції	Прак-тичні заняття	Самостій-на робота	Індиві-дуальна робота	Тренінг, КПІЗ	Контрольні заходи
Змістовий модуль 1. Предмет і завдання. Загальні відомості про автомобілі. Зчеплення. Коробка переміни передач. Карданні передачі. Мости. Підвіска.						
Тема 1. Загальні відомості.	2	2	6	-	4	Поточне опитування, тестування
Тема 2. Зчеплення.	2	2	6	-		
Тема 3. Коробка переміни передач і роздавальна коробка.	2	2	6	1		
Тема 4. Карданні передачі.	2	2	6	-		
Тема 5. Головна передача, диференціал і привід ведучих коліс.	2	2	6	-		
Тема 6. Мости.	2	2	6	-		
Тема 7. Підвіска.	2	2	7	1		
Змістовий модуль 2. Керування автомобіля. Несучі системи. Автомобільні колеса.						
Тема 8. Гальмове керування.	4	4	10	-	4	Поточне опитування, тестування
Тема 9. Рульове керування.	4	4	10	-		
Тема 10. Несучі системи.	4	4	10	-		
Тема 11. Автомобільні колеса.	2	2	10	1		
Разом	28	28	83	3	8	

5. Тематика практичних занять

Практичне заняття 1.

Тема: Загальні відомості.

Мета: Ознайомитися з типажами та властивостями автомобіля, стадіями проектування, їх надійністю та довговічністю.

Питання для обговорення:

1. Типаж автомобілів.
2. Властивості автомобіля.
3. Вимоги до конструкції автомобіля.
4. Аналіз компоновальних схем автомобілів.
5. Стадії та етапи проектування автомобілів.
6. Поняття про надійність і довговічність автомобіля. Види міцності.

Матеріали деталей автомобілів.

5. Призначення, вимоги і класифікація трансмісій. Короткий аналіз безступінчастих трансмісій.

Практичне заняття 2.

Тема: Зчеплення.

Мета: Ознайомитися з видами та роботою зчеплення.

Питання для обговорення:

1. Призначення, вимоги і класифікація зчеплень.
2. Вибір розмірів і параметрів зчеплення.
3. Розрахунок показників навантаженості зчеплення.
4. Розрахунок деталей зчеплення.
5. Розрахунок привода зчеплення.

Практичне заняття 3.

Тема: Коробка переміни передач і роздавальна коробка.

Мета: Ознайомитися з будовою та роботою коробки переміни передач і роздавальної коробки.

Питання для обговорення:

1. Призначення, вимоги, класифікація та короткий аналіз коробок переміни передач.
2. Визначення основних параметрів коробки переміни передач.
3. Розрахунок валів коробок переміни передач.
4. Вибір і розрахунок підшипників КПП.
5. Розрахунок синхронізаторів коробки переміни передач.
6. Роздавальні коробки: призначення, вимоги і класифікація.
7. Розрахунок роздавальних коробок.

Практичне заняття 4.

Тема: Карданні передачі.

Мета: Ознайомитися з роботою карданних передач.

Питання для обговорення:

1. Призначення, вимоги і класифікація карданних передач.
2. Кінематика карданних шарнірів.
3. Вибір основних конструкційних параметрів карданного вала.
4. Розрахунок деталей карданних передач.

Практичне заняття 5.

Тема: Головна передача, диференціал і привід ведучих коліс.

Мета: Ознайомитися з видами та роботою головної передачі, диференціалу і приводу ведучих коліс.

Питання для обговорення:

1. Визначення, особливості конструкції і вимоги до привода.
2. Призначення, класифікація і характеристика головних передач.
3. Визначення основних параметрів головної передачі.
4. Зусилля в зачепленні зубчастих коліс.
5. Розрахунок підшипників і валів головної передачі.
6. Жорсткість елементів головної передачі.
7. Диференціал. Призначення, вимоги, класифікація і короткий аналіз.
8. Розрахунок диференціала.
9. Півосі, карданні передачі привода.

Практичне заняття 6.

Тема: Мости.

Мета: Ознайомитися з роботою мостів автомобіля.

Питання для обговорення:

1. Ведучі мости.
2. Керований міст.
3. Керований ведучий міст.

Практичне заняття 7.

Тема: Підвіска.

Мета: Ознайомитися з видами та роботою підвіски автомобіля.

Питання для обговорення:

1. Коливання і плавність ходу автомобіля.
2. Пружна характеристика підвіски.
3. Кінематичні схеми підвісок.
4. Пружні елементи.
5. Кутова жорсткість підвіски і стабілізатор поперечної стійкості.
6. Амортизатори.

Практичне заняття 8.

Тема: Гальмове керування.

Мета: Ознайомитися з роботою гальмового керування.

Питання для обговорення:

1. Робоча гальмова система.
2. Запасна гальмова система.
3. Стоянкова гальмова система. Допоміжна гальмова система.
4. Гальмівні механізми.
5. Принципові схеми барабанних гальмових механізмів.
6. Розподіл тисків по довжині накладок.
7. Визначення гальмівних моментів на колодках.
8. Особливості розрахунку барабанних гальмових механізмів.
9. Особливості конструкції і розрахунку дискових гальмових механізмів.

10. Розрахунок гідравлічного привода гальм.
11. Конструювання і розрахунок гідровакуумних підсилювачів гальм.
12. Проектування пневматичного привода гальм.

Практичне заняття 9.

Тема: Рульове керування.

Мета: Ознайомитися з роботою рульового керування автомобілем.

Питання для обговорення:

1. Основи конструювання і розрахунку рульового привода.
2. Основи конструювання і розрахунку рульових механізмів.
3. Основи конструювання та розрахунку гідро підсилювача.
4. Визначення попереднього натягу пружин та діаметра реактивних плунжерів.
5. Рульове керування підвищеної безпеки.

Практичне заняття 10.

Тема: Несучі системи.

Мета: Ознайомитися з видами та розрахунком несучих систем автомобіля.

Питання для обговорення:

1. Рами.
2. Кузови.
3. Кабіни і платформи вантажних автомобілів.

Практичне заняття 11.

Тема: Автомобільні колеса.

Мета: Ознайомитися з видами та особливостями автомобільних коліс.

Питання для обговорення:

1. Шини.
2. Колеса.

6. Комплексне практичне індивідуальне завдання (КПЗ)

Комплексне практичне індивідуальне завдання з навчальної дисципліни «Автомобілі» виконується самостійно кожним студентом на основі вибіркового даних. Метою виконання КПЗ є оволодіння навичками застосування знань про автомобільні транспортні засоби у розв'язку практичних завдань, набуття умінь застосовувати дані знання у суміжних дисциплінах, а також усвідомлювати науковий підхід до вивчення цілісності явищ. КПЗ оформляється у відповідності із встановленими вимогами. В процесі виконання та оформлення КПЗ студент може використовувати комп'ютерно-інформаційні технології.

7. Самостійна робота

№ п/п	Тематика
1.	Класифікація автомобілів.
2.	Властивості автомобілів.
3.	Вимоги до конструкції автомобіля.
4.	Аналіз компоновальних схем автомобілів.
5.	Стадії та етапи проектування автомобілів.
6.	Поняття про надійність і довговічність автомобіля.
7.	Види міцності.
8.	Матеріали деталей автомобілів.
9.	Призначення, вимоги і класифікація трансмісій.
10.	Аналіз безступінчастих трансмісій.
11.	Призначення, вимоги і класифікація зчеплень.
12.	Вибір розмірів і параметрів зчеплення.
13.	Розрахунок показників навантаженості зчеплення.
14.	Розрахунок деталей зчеплення.
15.	Розрахунок привода зчеплення.
16.	Призначення, вимоги, класифікація та короткий аналіз коробок переміни передач.
17.	Визначення основних параметрів коробки переміни передач.
18.	Розрахунок валів коробок переміни передач.
19.	Вибір і розрахунок підшипників КПП.
20.	Розрахунок синхронізаторів коробки переміни передач.
21.	Роздавальні коробки: призначення, вимоги і класифікація.
22.	Розрахунок роздавальних коробок.
23.	Призначення, вимоги і класифікація карданних передач.
24.	Кінематика карданних шарнірів.
25.	Вибір основних конструкційних параметрів карданного вала.
26.	Розрахунок деталей карданних передач.
27.	Визначення, особливості конструкції і вимоги до привода.
28.	Призначення, класифікація і характеристика головних передач.
29.	Визначення основних параметрів головної передачі.
30.	Зусилля в зачепленні зубчастих коліс.
31.	Розрахунок підшипників і валів головної передачі.
32.	Жорсткість елементів головної передачі.
33.	Диференціал. Призначення, вимоги, класифікація і короткий аналіз.
34.	Розрахунок диференціала.
35.	Ведучі мости автомобіля.
36.	Керований міст автомобіля.
37.	Керований ведучий міст автомобіля.
38.	Коливання і плавність ходу автомобіля.
39.	Пружна характеристика підвіски.
40.	Кінематичні схеми підвісок.
41.	Пружні елементи.

42.	Кутова жорсткість підвіски і стабілізатор поперечної стійкості.
43.	Амортизатори.
44.	Робоча гальмова система.
45.	Запасна гальмова система.
46.	Стоянкова та допоміжна гальмова система.
47.	Гальмівні механізми.
48.	Принципові схеми барабанних гальмових механізмів.
49.	Розподіл тисків по довжині накладок.
50.	Визначення гальмівних моментів на колодках.
51.	Особливості розрахунку барабанних гальмових механізмів.
52.	Особливості конструкції і розрахунку дискових гальмових механізмів.
53.	Розрахунок гідравлічного привода гальм.
54.	Конструювання і розрахунок гідровакуумних підсилювачів гальм.
55.	Проектування пневматичного привода гальм.
56.	Основи конструювання і розрахунку рульового привода.
57.	Основи конструювання і розрахунку рульових механізмів.
58.	Основи конструювання та розрахунку гідро підсилювача.
59.	Визначення попереднього натягу пружин та діаметра реактивних плунжерів.
60.	Рульове керування підвищеної безпеки.
61.	Рами автомобілів.
62.	Кузови автомобілів.
63.	Кабіни і платформи вантажних автомобілів.
64.	Шини та колеса автомобілів.

8. Тренінг з дисципліни

Трénінг (англ. *training*) – це запланований процес модифікації (зміни) відношення, знання чи поведінкових навичок того, хто навчається, через набуття навчального досвіду з тим, щоб досягти ефективного виконання в одному виді діяльності або в певній галузі. Тренування (від англ. *to train* – виховувати, навчати) – комплекс вправ для тренування в чому-небудь. Тренування – система підготовки організму людини з метою пристосування його до підвищених вимог і складних умов роботи й життя.

Порядок проведення тренінгу

1. Вступна частина проводиться з метою ознайомлення студентів з темою тренінгового заняття.
2. Організаційна частина полягає у створенні робочого настрою у колективі студентів, визначенні правил проведення тренінгового заняття. Можлива наявність роздаткового матеріалу у вигляді таблиць, бланків документів.
3. Практична частина реалізується шляхом виконання завдань у групах студентів з певних проблемних питань теми тренінгового заняття.
4. Підведення підсумків. Обговорюється результати виконаних завдань у групах. Обмін думками з питань, які виносились на тренінгові заняття.

9. Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

У процесі вивчення дисципліни «Автомобілі» використовуються наступні засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- поточне опитування;
- залікове модульне тестування та опитування;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень;
- оцінювання результатів КППЗ;
- студентські презентації та виступи на наукових заходах;
- ректорська контрольна робота;
- інші види індивідуальних та групових завдань.

10. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни «Автомобілі» визначається як середньозважена величина, залежно від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

Заліковий модуль 1	Заліковий модуль 2	Заліковий модуль 3
30 %	40 %	30 %
Усне опитування під час занять (6 тем) – 5 балів за тему – макс. 30 балів; Модульна контрольна робота – макс. 70 балів	Усне опитування під час занять (5 тем) – 5 балів за тему – макс. 25 балів; Модульна контрольна робота – макс. 75 балів	Участь у тренінгах – макс. 20 балів. Підготовка КППЗ – макс. 60 балів. Захист КППЗ – макс. 20 балів.

Шкала оцінювання:

За шкалою університету	За національною шкалою	За шкалою ECTS
90-100	відмінно	A (відмінно)
85-89	добре	B (дуже добре)
75-84		C (добре)
65-74	задовільно	D (задовільно)
60-64		E (достатньо)
35-59	незадовільно	FX (незадовільно з можливістю повторного складання)
1-34		F (незадовільно з обов'язковим повторним курсом)

11. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

№	Найменування	Номер теми
1.	Проектор	1-11
2.	Електронний варіант лекцій	1-11
3.	Система moodle.wunu.edu.ua	1-11
4.	https://wunu.electude.eu/	1-11

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Буряк, М.В., Розум, Р.І., Фалович, Н.М., Прогній, П.Б., Попович, П.В., Шевчук, О.С. і Антонюк, О.П. 2022. Оцінка міцності та надійності автотранспортних засобів. Вісник машинобудування та транспорту. 15, 1 (Лип 2022), 17–22.
2. Захарчук О. П. Обґрунтування доцільності удосконалення трансмісії пасажирських автобусів типу Van Hool Agon 915 Та Neoplan N316/3 U1 / Захарчук О.П., Розум Р.І., Буряк М.В., Фалович Н.М. // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Зб. наук. ст. - Луцьк, 2022.- С. 81-86.
3. Афтанділянц Е. Г., Семеновський О.Є., Опальчук А.С., Роговський Л.Л., Роговський І.Л. Металознавство і технології матеріалів: Навчальний підручник. К.: НУБіП, 2016. - 647 с.
4. Богуслаєв В.О. Наноматеріали і нанотехнології / В.О. Богуслаєв, О.Я. Качан, Н.Є. Калініна, В.Ф. Мозговой, В.Т. Калінін. – Запоріжжя: АТ "Мотор Січ", 2015. – 202 с.
5. Калініна Н.Є. Структура, властивості та використання конструкційних наноматеріалів/ Н.Є. Калініна, Г.М. Никифорчин, О.В. Калінін та ін. – Львів і Простір – М. – 2017. – 302с.
6. Большаков В.І. Наноматеріали і нанотехнології/ В.І. Большаков, В.З. Куцова, Т.В. Котова. – Дніпропетровськ: "Свідлер А.Д." – 2016. – 220с.
7. Копань В. Композиційні матеріали: навч. посібник для студ. вищ. навч. закл. – Київ: Унів. вид-во Пульсари, 2004. – 200 с.
8. Пушкарьова К.К., Кочевих М.О., Гончар О.А., Бондаренко О.П. Матеріалознавство: Підручник/ за ред. проф. К.К. Пушкарьової – Київ: Ліра-К, 2012. – 624 с.
9. Спорягін Е. О., Варлан К. Є. Теоретичні основи та технологія виробництва полімерних композиційних матеріалів: Навчальний посібник. – Д.: Вид-во ДНУ, 2012.– 188 с.
10. Будник А.Ф., Юскаєв В.Б., Будник О.А. Неметалеві матеріали в сучасному суспільстві: Навчальний посібник. – Суми: Вид-во СумДУ, 2008. – 222 с.
11. Суберляк О.В., Баштанник П.І. Технологія переробки полімерних та композиційних матеріалів. – Київ: 2006. – 270 с.
12. William D. Callister Jr., David G. Rethwisch. Materials Science and Engineering. ohn Wiley & Sons; 9th Edition SI Version, 2014. – 936 p.
13. William D. Callister Jr., David G. Rethwisch. Callister's Materials Science and Engineering. Wiley; 10th edition, 2020. – 944 p.
14. Adrian P. Sutton FRS. Concepts of Materials Science. OUP Oxford, 2021. – 160 p.
15. Michael F. Ashby, Hugh Shercliff, David Cebon. Materials: Engineering, Science, Processing and Design. Butterworth-Heinemann; 4th edition, 2018. – 806 p.