МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ МИТНОЇ СПРАВИ, МАТЕРІАЛІВ, ТЕХНОЛОГІЙ ТА ГОСТИННОСТІ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан факультету
_____ Валентина ТКАЧУК
«29» серпня 2026 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Перший проректор
_____ Надія КОВАЛЬЧУК
«26» серпня 2026 р.

СИЛАБУС

з освітнього компонента «Функціональні матеріали»
ступінь вищої освіти – магістр
галузь знань – G Інженерія, виробництво та будівництво
спеціальність – G8 Матеріалознавство
освітня програма – Матеріалознавство

Кафедра матеріалознавства

Силабус склав(ла) доцент кафедри матеріалознавства, к.т.н., доцент Наталія ЗАЙЧУК

Силабус затверджений на засіданні кафедри матеріалознавства, протокол № 1 від «26» серпня 2026 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор Наталія ІМБІРОВИЧ

Розглянуто та схвалено групою забезпечення освітньої програми «Матеріалознавство», протокол № 1 від «26» серпня 2026 р.

Гарант ОП «Матеріалознавство» к.т.н., доцент Наталія ЗАЙЧУК

Схвалено науково-методичною радою університету, протокол № 1 від «26» серпня 2026 р.

Затверджений силабус онлайн:
https://e.lntu.edu.ua/syllabus/169

Луцьк – 2026

СИЛАБУС ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТА «Функціональні матеріали»

Освітня програма	Матеріалознавство
Галузь знань / Спеціальність	G Інженерія, виробництво та будівництво / G8 Матеріалознавство
Рівень вищої освіти	другий (магістерський)
Статус дисципліни	нормативна
Мова викладання	українська
Обсяг	6 кредитів ECTS / 180 годин, семестр 1
Форма контролю	екзамен
Викладач(і)	к.т.н., доцент Наталія ЗАЙЧУК електронна пошта: n.zaichuk@lntu.edu.ua

1. Мета і завдання дисципліни

Мета: Метою дисципліни «Функціональні матеріали» є формування у здобувачів цілісного уявлення про закономірності створення та використання матеріалів зі спеціальним комплексом властивостей, зумовленим їх хімічним і фазовим складом, структурним станом та технологією одержання й оброблення. Вивчення дисципліни спрямоване на набуття здатності аналізувати взаємозв'язок між складом, структурою та функціональними характеристиками матеріалів, прогнозувати їх поведінку в заданих умовах експлуатації та обґрунтовано обирати матеріали для конкретного інженерного застосування.

Завдання: – формування системного розуміння природи функціональних властивостей матеріалів та чинників, що визначають їх прояв у процесі експлуатації;
– вивчення особливостей структуроутворення та фазового стану матеріалів різного функціонального призначення;
– встановлення закономірностей впливу хімічного складу, легування, технології одержання та подальшого оброблення на формування спеціальних властивостей матеріалів;
– опанування принципів формування структури та властивостей корозійностійких, жаростійких, жароміцних, вогнетривких, зносостійких, кріогенних, підшипникових, магнітних та енергетичних матеріалів, а також матеріалів на основі інтерметалідів;
– набуття вмінь аналізувати структурно-фазовий стан матеріалу та визначати його вплив на фізичні, механічні, хімічні й експлуатаційні характеристики;
– вивчення можливостей цілеспрямованого керування функціональними властивостями шляхом легування, термічного, термомеханічного та інших видів технологічного оброблення;
– формування навичок порівняльного аналізу матеріалів за комплексом властивостей з урахуванням характеру навантаження, температурного режиму, впливу агресивного середовища, тертя та зношування;
– набуття здатності прогнозувати поведінку матеріалів у конкретних експлуатаційних умовах та оцінювати можливі механізми зміни їх структурного стану і властивостей;
– формування практичних підходів до вибору матеріалу, його структурного стану та технології оброблення відповідно до функціонального призначення виробу;
– ознайомлення із сучасними напрямами розроблення функціональних матеріалів для машинобудування, енергетики, авіаційної техніки та інших високотехнологічних сфер.

Пререквізити: «Фізика», «Хімія», «Фізико- хімічні властивості матеріалів», «Технології матеріалів», «Металознавство», «Термічна обробка», «Неметалеві матеріали»

2. Компетентності

ІК — інтегральна компетентність: Здатність розв'язувати складні задачі та проблеми з матеріалознавства у професійній діяльності та/або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і

вимог

ЗК01 — ЗК01 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК02 — Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК06 — Здатність працювати в команді.

СК01 — Здатність виявляти та ставити проблеми в сфері матеріалознавства, приймати ефективні рішення для їх вирішення.

СК05 — Здатність до критичного аналізу та прогнозування характеристик нових та існуючих матеріалів, параметрів процесів їх отримання і обробки.

СК09 — Здатність обґрунтовано здійснювати вибір технологій виготовлення, оброблення, випробування матеріалів і виробів, для конкретних умов експлуатації.

СК13 — Здатність розробляти проекти технологічних процесів обробки та одержання нових матеріалів.

3. Структура дисципліни, розподіл годин, зв'язок тем з компетентностями

№	Назва теми	**Лекції** денна/ заочна	**Практ./ Семін./ лаб** денна/ заочна	**Самост. робота** денна/ заочна	Разом	Методи навчання	Методи оцінювання	ЗК та СК
Змістовий модуль 1. Матеріали стійкі до впливу температури та зовнішнього робочого середовища								
1	Тема 1. Корозійностійкі матеріали та сплави	2/–	4/–	7/11	13/11	МН1, МН2, МН4, МН6	МО2, МО4, захист практичної роботи	ЗК01, ЗК02, ЗК06, СК01, СК05, СК09, СК13
2	Тема 2. Жароміцні, окалиностійкі сталі та сплави	2/1	2/–	7/12	11/13	МН1, МН2, МН3, МН4	МО2, МО4, захист практичної роботи	ЗК01, ЗК02, ЗК06, СК01, СК05, СК09, СК13
3	Тема 3. Вогнетривкі і тугоплавкі матеріали та сплави	2/–	4/–	7/11	13/11	МН1, МН2, МН3, МН4	МО2, МО4, захист практичної роботи	ЗК01, ЗК02, ЗК06, СК01, СК05, СК09, СК13
4	Тема 4. Матеріали та сплави енергетики	2/–	2/2	7/12	11/14	МН1, МН2, МН4	МО2, МО4	ЗК01, ЗК02, ЗК06, СК01, СК05, СК09, СК13
5	Тема 5. Зносостійкі матеріали	2/–	4/4	7/11	13/15	МН1, МН2, МН3, МН6	МО2, МО4, захист практичної роботи	ЗК01, ЗК02, ЗК06, СК01, СК05, СК09, СК13
6	Тема 6. Сплави на основі інтерметалідів	2/–	2/–	7/11	11/11	МН1, МН2, МН3, МН6	МО2, МО4	ЗК01, ЗК02, ЗК06, СК01, СК05, СК09, СК13

№	Назва теми	**Лекції** денна/ заочна	**Практ./ Семін./ лаб** денна/ заочна	**Самост. робота** денна/ заочна	**Разом**	**Методи навчання**	**Методи оцінювання**	**ЗК та СК**
7	Тема 7. Холодостійкі та кріогенні матеріали	2/1	2/–	7/11	11/12	МН1, МН2, МН3, МН6	МО2, МО4	ЗК01, ЗК02, ЗК06, СК01, СК05, СК09, СК13
8	Тема 8. Підшипникові леговані сталі, основні вимоги до їх складу, структури та властивостей	2/–	4/–	7/12	13/12	МН1, МН2, МН3, МН6	МО2, МО4	ЗК01, ЗК02, ЗК06, СК01, СК05, СК09, СК13
Змістовий модуль 2. Матеріали з особливими фізичними властивостями								
9	Тема 9. Магнітні матеріали	2/–	4/2	7/11	13/13	МН1, МН2, МН3, МН6	МО2, МО4	ЗК01, ЗК02, ЗК06, СК01, СК05, СК09, СК13
10	Тема 10. Матеріали приладобудування	2/1	2/2	7/11	11/14	МН1, МН2, МН3, МН6	МО2, МО4	ЗК01, ЗК02, ЗК06, СК01, СК05, СК09, СК13
11	Тема 11. Матеріали з особливими тепловими властивостями	2/–	4/–	7/11	13/11	МН1, МН2, МН3, МН6	МО2, МО4	ЗК01, ЗК02, ЗК06, СК01, СК09, СК05, СК13
12	Тема 12. Матеріали з особливими пружними властивостями	2/–	3/–	7/11	12/11	МН1, МН2, МН3, МН6	МО2, МО4	ЗК01, ЗК02, ЗК06, СК01, СК05, СК09, СК13
13	Тема 13. Електропровідні матеріали та сплави	2/–	3/–	7/11	12/11	МН1, МН2, МН3, МН6	МО2, МО4	ЗК01, ЗК02, ЗК06, СК01, СК05, СК09, СК13
14	Тема 14. Сплави з ефектом пам’яті форми	2/1	3/–	7/11	12/12	МН1, МН2, МН3, МН6	МО2, МО4	ЗК01, ЗК02, ЗК06, СК01, СК05, СК09, СК13

№	Назва теми	**Лекції** денна/ заочна	**Практ./ Семін./ лаб** денна/ заочна	**Самост. робота** денна/ заочна	**Разом**	**Методи навчання**	**Методи оцінювання**	**ЗК та СК**
15	Тема 15. Сталі та сплави для нагрівальних елементів	2/–	2/–	7/9	11/9	МН1, МН2, МН3, МН6	МО2, МО4, захист практичної роботи	ЗК01, ЗК02, ЗК06, СК01, СК05, СК09, СК13
	Разом	**30/4**	**45/10**	**105/166**	**180/180**			

Легенда: ЗК — загальна компетентність (номер за п. 2); СК — спеціальна (фахова) компетентність (номер за п. 2). Повне формулювання кожного коду наводиться в ОП / стандарті спеціальності.

Методи навчання: МН1 — словесний метод (лекція, дискусія, співбесіда тощо); МН2 — практичний метод (лабораторні та практичні заняття); МН3 — наочний метод (метод ілюстрацій і метод демонстрацій); МН4 — робота з навчально-методичною літературою (конспектування, тезування, анотування, рецензування, складання реферату); МН6 — самостійна робота (розв'язання завдань).

Методи оцінювання: МО2 — усне або письмове опитування; МО4 — тестування.

4. Результати навчання

ПРН04. Застосовувати сучасні інформаційні технології та спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання складних задач матеріалознавства.

ПРН06. Наукові навички у галузі інженерії для того, щоб успішно проводити наукові дослідження під як під керівництвом так і самостійно.

ПРН14. Обґрунтовано призначати та контролювати показники якості матеріалів та виробів.

ПРН17. Розв'язувати прикладні задачі виготовлення, обробки, експлуатації та утилізації матеріалів і виробів.

ПРН20. Розробляти технологічну та нормативно – технічну документацію для виробничих процесів та надавати пропозиції, щодо удосконалення виробництва.

Аналізувати взаємозв'язок між складом, структурою, технологією оброблення та функціональними властивостями матеріалів, прогнозувати їх поведінку в різних умовах експлуатації. Набуті знання дозволять обґрунтовано обирати матеріали та способи їх оброблення для забезпечення необхідного комплексу властивостей і вирішення практичних інженерних завдань

5. Цілі сталого розвитку

ЦСР 6 – Чиста вода та належні санітарні умови

ЦСР 7 – Доступна та чиста енергія

ЦСР 14 – Збереження морських ресурсів

ЦСР 15 – Захист та відновлення екосистем суші

6. Неформальна освіта

Рекомендовані курси, тренінги, стажування та інші: результати навчання, здобуті у формальній, неформальній чи інформальній освіті, можуть бути визнані відповідно до процедур ЛНТУ. Підтвердженнями можуть бути сертифікати тематичних тренінгів, вебінарів чи онлайн-курсів разом з описом досягнутих результатів навчання та, за потреби, коротке верифікаційне завдання або портфоліо.

7. Критерії та форми контролю

Оцінювання — за 100-бальною шкалою (національна шкала / ЄКТС). Підсумковий бал = поточний контроль (30 %) + модульний контроль (30 %) + екзамен (40 %).

Академічна доброчесність: самостійне виконання завдань; коректне посилання на джерела; позначення частин тексту, згенерованих засобами ШІ. Порушення академічної доброчесності не толеруються.

8. Зміст тем

Тема 1. Корозійностійкі матеріали та сплави

Основні принципи формування корозійної стійкості металевих матеріалів та вплив складу і структури на їх поведінку в агресивних середовищах.
Основні види та механізми корозії. Пасивність металів і сплавів. Вплив легування та структури на корозійну стійкість. Корозійностійкі сталі та сплави на основі нікелю, титану й алюмінію. Способи підвищення корозійної стійкості та вибір матеріалів відповідно до умов експлуатації.

Тема 2. Жароміцні, окалиностійкі сталі та сплави

Загальна характеристика, класифікація та властивості жароміцних і окалиностійких сталей та сплавів.
Вплив легувальних елементів і структури на жароміцність та жаростійкість.
Високотемпературне окиснення, повзучість і тривала міцність.
Жароміцні сталі та сплави на основі нікелю й тугоплавких металів. Методи підвищення жароміцності й окалиностійкості. Основні сфери застосування.

Тема 3. Вогнетривкі і тугоплавкі матеріали та сплави

Загальна характеристика та класифікація вогнетривких і тугоплавких матеріалів. Фізико-механічні властивості тугоплавких металів і сплавів. Вплив хімічного складу, легування та структурного стану на жароміцність, жаростійкість і пластичність. Сплави на основі вольфраму, молібдену, ніобію, танталу та хрому. Неметалічні жароміцні матеріали. Особливості технології виготовлення, оброблення та сфери застосування.

Тема 4. Матеріали та сплави енергетики

Загальна характеристика та класифікація матеріалів і сплавів для енергетики. Вимоги до матеріалів атомної техніки. Вплив радіаційного опромінення на структуру та властивості металів і сплавів. Радіаційна стійкість конструкційних матеріалів. Матеріали ядерних реакторів, теплоносії та ядерне паливо. Особливості експлуатації матеріалів в умовах підвищених температур і радіаційного впливу. Основні сфери застосування.

Тема 5. Зносостійкі матеріали

Загальна характеристика та класифікація зносостійких матеріалів. Основні види зношування та способи підвищення зносостійкості. Матеріали з високою поверхневою твердістю та стійкістю до абразивного зношування. Матеріали з підвищеним опором втомному зношуванню. Графітизовані сталі. Матеріали, стійкі до зношування в умовах високого тиску та ударних навантажень. Антифрикційні та фрикційні матеріали, їх властивості й сфери застосування.

Тема 6. Сплави на основі інтерметалідів

Загальна характеристика, класифікація та властивості інтерметалідів і сплавів на їх основі. Особливості кристалічної будови та фазового складу інтерметалідних сполук. Сплави на основі алюмінідів титану та нікелю. Вплив легувальних елементів і структурного стану на механічні властивості, жароміцність і пластичність. Основні переваги, недоліки та сфери застосування інтерметалідних сплавів.

Тема 7. Холодостійкі та кріогенні матеріали

Загальна характеристика та класифікація холодостійких і кріогенних матеріалів. Основні критерії холодостійкості. Вплив низьких температур на структуру та механічні властивості металів і сплавів. Холодноламкість і способи її зниження. Холодостійкі сталі для експлуатації в умовах кліматичного холоду. Сталі та сплави кольорових металів для кріогенної техніки. Особливості вибору матеріалів та сфери їх застосування.

Тема 8. Підшипникові леговані сталі, основні вимоги до їх складу, структури та властивостей

Загальна характеристика та класифікація підшипникових легованих сталей. Основні вимоги до хімічного складу, мікроструктури та механічних властивостей. Вплив легувальних елементів на твердість, зносостійкість і контактну витривалість. Хромисті та комплексно-леговані підшипникові сталі. Особливості термічного оброблення та формування структури. Основні види пошкоджень і руйнування підшипникових сталей. Сфери застосування та критерії вибору матеріалів для підшипників кочення.

Тема 9. Магнітні матеріали

Загальна характеристика та класифікація магнітних матеріалів. Основні магнітні властивості та характеристики металів і сплавів. Магнітом'які матеріали, їх склад, структура та властивості. Магнітотверді матеріали та сплави для постійних магнітів. Вплив легувальних елементів і термічного оброблення на магнітні властивості. Основні сфери застосування магнітних матеріалів в електротехніці, електроніці та машинобудуванні.

Тема 10. Матеріали приладобудування

Загальна характеристика та класифікація матеріалів приладобудування. Матеріали з особливими фізичними та механічними властивостями. Прецизійні сплави із заданими температурними коефіцієнтами лінійного розширення та модуля пружності. Провідникові, контактні та термоелектродні матеріали. Сплави з ефектом пам'яті форми. Вплив хімічного складу, структури та термічного оброблення на функціональні властивості. Основні сфери застосування у приладобудуванні.

Тема 11. Матеріали з особливими тепловими властивостями

Загальна характеристика та класифікація матеріалів з особливими тепловими властивостями. Теплове розширення, теплопровідність і теплоємність металів та сплавів. Прецизійні сплави із заданим температурним коефіцієнтом лінійного розширення. Інварні та коварні сплави, особливості їх складу, структури та властивостей. Вплив легувальних елементів і термічного оброблення на теплові характеристики матеріалів. Основні сфери застосування в приладобудуванні, електроніці та машинобудуванні.

Тема 12. Матеріали з особливими пружними властивостями

Загальна характеристика та класифікація матеріалів з особливими пружними властивостями. Основні показники пружності металів і сплавів. Прецизійні сплави із заданим температурним коефіцієнтом модуля пружності. Елініварні сплави, особливості їх складу, структури та властивостей. Вплив легувальних елементів і термічного оброблення на пружні характеристики матеріалів. Основні сфери застосування в приладобудуванні та точній механіці.

Тема 13. Електропровідні матеріали та сплави

Загальна характеристика та класифікація електропровідних матеріалів і сплавів. Основні електричні властивості металів та сплавів. Матеріали з високою електропровідністю. Вплив хімічного складу, структури та термічного оброблення на електричний опір. Провідникові матеріали на основі міді та алюмінію. Сплави з підвищеним електричним опором. Контактні матеріали та припої. Надпровідники, їх властивості та особливості застосування. Основні сфери використання в електротехніці, електроніці та приладобудуванні.

Тема 14. Сплави з ефектом пам'яті форми

Загальна характеристика та класифікація сплавів з ефектом пам'яті форми. Фізична природа ефекту пам'яті форми та механізми мартенситних перетворень. Односторонній і двосторонній ефекти пам'яті форми, надпружність. Сплави на основі нікелю й титану, міді та заліза. Вплив хімічного складу, структури й термічного оброблення на функціональні властивості. Основні сфери застосування в медицині, приладобудуванні та машинобудуванні.

Тема 15. Сталі та сплави для нагрівальних елементів

Загальна характеристика та класифікація сталей і сплавів для нагрівальних елементів. Основні вимоги до електричних, теплових і механічних властивостей. Сплави з високим електричним опором на основі заліза та нікелю. Ніхроми, фехралі та хромалі, особливості їх складу, структури та властивостей. Вплив легувальних елементів на жаростійкість, окалиностійкість і електричний

опір. Особливості експлуатації та сфери застосування нагрівальних елементів у промисловому обладнанні.

9. Опис ІЗ/КПІЗ

Не передбачено навчальним планом.

10. Загальні вимоги

Освітній процес регулюється академічними правилами ЛНТУ. Здобувачі освіти зобов’язані ознайомитися з вимогами, визначеними Кодексом академічної доброчесності ЛНТУ та Політикою етичного використання штучного інтелекту в ЛНТУ, і дотримуватися принципів академічної доброчесності та етичного використання штучного інтелекту в освітній діяльності.

Академічна доброчесність. Учасники освітнього процесу зобов’язані дотримуватися Закону України «Про академічну доброчесність» від 18.12.2025 № 4742-IX та внутрішніх нормативних документів ЛНТУ. Не допускаються академічний плагіат, фабрикація, фальсифікація, привласнення авторства, несамостійне виконання завдань, а також недоброчесне використання результатів, згенерованих штучним інтелектом.

Використання штучного інтелекту. Інструменти штучного інтелекту можуть використовуватися для пошуку ідей, пояснення методів, попереднього структурування, мовного редагування та допоміжного аналізу неконфіденційних даних, якщо конкретне завдання не передбачає повністю самостійного виконання. Здобувач освіти має зазначати використаний інструмент, мету та етап його застосування, перевіряти факти й розрахунки та самостійно обґрунтовувати висновки.

11. Література

І. Навчально-методичні матеріали та розробки

Праці автора силабуса:

1. Функціональні матеріали [Текст]: конспект лекцій для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти освітньої програми «Матеріалознавство» спеціальності 132 Матеріалознавство, галузі знань 13 Механічна інженерія денної та заочної форм навчання / уклад. Н.П. Зайчук, Боярська І.В. – Луцьк: ЛНТУ, 2020. – 108 с.

2. Функціональні матеріали: методичні вказівки до практичних занять для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти освітньої програми «Матеріалознавство» спеціальності 132 Матеріалознавство, галузі знань 13 Механічна інженерія денної та заочної форм навчання / уклад. Н.П. Зайчук. – Луцьк: ЛНТУ, 2022. – 76 с.

3. Функціональні матеріали: методичні вказівки до виконання самостійної роботи для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти освітньої програми «Матеріалознавство» спеціальності 132 Матеріалознавство, галузі знань 13 Механічна інженерія денної та заочної форм навчання / уклад. Н.П. Зайчук, Ю.П. Фещук. Луцьк: ЛНТУ, 2023. – 32 с.

4. Functional materials: methodological instructions for independent work for students of the second (master's) level of higher education of the "Materials Science" educational program, specialty 132 Materials science, fields of knowledge 13 Mechanical engineering full-time and part-time forms of study / comp. N.P. Zaychuk, Yu.P. Feshchuk Lutsk: LNTU, 2023. – 32 p.

5. Functional materials: methodological instructions for practical work for students of the second (master's) level of higher education of the "Materials Science" educational program, specialty 132 Materials science, fields of knowledge 13 Mechanical engineering full-time and part-time forms of study/comp. N.P. Zaychuk Lutsk: LNTU, 2023. – 72 p.

6. Functional materials: Lektur notes for students of the second (master's) level of higher education of the "Materials Science" educational program, specialty 132 Materials science, fields of knowledge 13 Mechanical engineering full-time and part-time forms of study/comp. N.P. Zaychuk Lutsk: LNTU, 2023. – 76 p.

7. Конспект лекцій з дисципліни “Сталі та сплави з особливими властивостями” /Укл.: О.В. Климов, Ю.І. Кононенко. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. - 266 с.

ІІ. Наукові праці

Праці автора силабуса:

8. Borovyk D., Yevdokymenko Yu., Kolotilo O., Frolov G., Terentiev O., Shymchuk S., Zaichuk N. Determination of the Temperature Dependence of the Thermal Conductivity Coefficient of Plasma-Sprayed Coatings Based on Zirconium Dioxide in the Temperature Range up to 1100°C. Solid State Phenomena. 2026. Vol. 385. P. 45-52. URL: https://repository.lntu.edu.ua/handle/123456789/5549

9. Zaichuk N., Shymchuk S., Pivnytskyi M., Shymchuk Y., Szczot J. An Increase in the Performance of Parts Made of Heat-Resistant Steels and Alloys. Advances in Design, Simulation and Manufacturing VI. DSMIE. 2023. P. 282–291. URL: https://repository.lntu.edu.ua/handle/123456789/4999

10. Stelmakh A., Kostunik R., Shymchuk S., Zaichuk N., Tkachuk A. Improvement of Operational Parameters for High-Precision Tribosystems. Advanced Manufacturing Processes IV eds. V. Tonkonogyi, V. Ivanov, J. Trojanowska, G. Oborskyi, I. Pavlenko. Cham : Springer, 2023. P. 370–379. (Lecture Notes in Mechanical Engineering). DOI: 10.1007/978-3-031-42775-6_36. URL: https://repository.lntu.edu.ua/handle/123456789/5129

11. Zaichuk N., Shymchuk S., Tkachuk A., Shymchuk Y., Badir K.K.: Improvement of Operating Properties of Heat-Resistant Alloys by the Structure Optimization. In: Tonkonogyi V., Ivanov V., Trojanowska J., Oborskyi G., Pavlenko I. (eds) Advanced Manufacturing Processes III. InterPartner 2021. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham. pp 383-392 (2022). URL: https://repository.lntu.edu.ua/handle/123456789/5379

12. Zaichuk, N., Shymchuk, S., Tkachuk, A., Feshchuk, Y., Szczot, J. Structure and Properties of Surface Bandage Shelves for the Gas Turbine Engine’s Blades. In: Ivanov V., Trojanowska J., Pavlenko I., Zajac J., Peraković D. (eds) Advances in Design, Simulation and Manufacturing IV. DSMIE 2021. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham. (2021). Pp. 602-612. URL: https://repository.lntu.edu.ua/handle/123456789/5167

13. Umanskyi O., Zaichuk N., Shymchu S., Kostunik R., Terentier O. Ensuring Heat Resistance of Aviation Materials Using Protective Coatings Based on ZrO2. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Book Series. 6th Grabchenko’s International Conference on Advanced Manufacturing Processes, InterPartner 2024. Odesa. 10 September 2024 - 13 September 2024. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. 2024. P. 478-488. URL: https://repository.lntu.edu.ua/handle/123456789/5554

Праці інших авторів:

14. Конспект лекцій з дисципліни “Сталі та сплави з особливими властивостями” /Укл.: О.В. Климов, Ю.І. Кононенко. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. - 266 с.

15. Дурягіна З.А., Лизун О.Я., Пілюшенко В.Л. Сплави з особливими властивостями. – Львів: Видавництво НУ «Львівська політехніка», 2017. - 236 с.

16. Дурягіна З.А. Фізика та хімія поверхні. – Львів: Видавництво НУ «Львівська політехніка», 2019. - 208 с.

17. Гапонова, О.П. Сталі та сплави з особливими властивостями [Текст]: навч. посіб. / О.П. Гапонова, А.Ф. Будник. - Суми: СумДУ, 2017. - 240 с.

18. Минакова Р. В. Электропровідні матерали // Неорган. матеріалознавство. Матеріали та технології. К., 2018. Т. 2, кн. 2;

ІІІ. Інформаційні ресурси

19. https://essuir.sumdu.edu.ua/items/8cc71830-da76-4f92-970a-dabe75596cc2

20. https://www.functmaterials.org.ua/

21. https://esu.com.ua/article-67452

22. Електронний освітній портал Луцького НТУ (на дистанційній платформі Moodle розміщені усі необхідні навчальні матеріали з дисципліни, в тому числі і тестові завдання для поточного та модульних контролів знань). Електронна бібліотека університету.