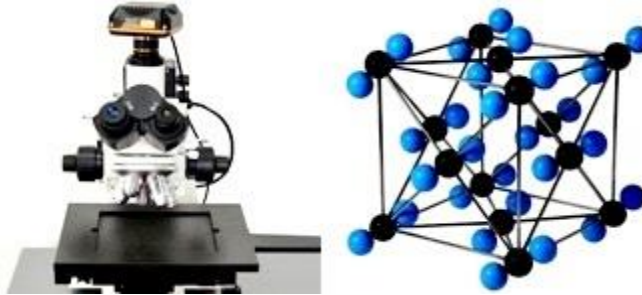


# Український державний університет залізничного транспорту



## Силабус з дисципліни

### Матеріалознавство

Рівень перший (бакалавр)

Галузь знань 17

175

Освітня програма метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка (МІВТ) ( <https://kart.edu.ua/department/kafedra-vagoni/disciplini-ta-specialnosti/op-metrologija-ta-informacijno-vimirjuvalna-tehnika> )

Час та аудиторія проведення занять згідно розкладу - <https://kart.edu.ua/osvita/portal-rz>

#### Команда викладачів:

**Лектори:** Геворкян Едвін Спартакович (доктор технічних наук, професор)

<https://kart.edu.ua/staff/gevorkjan-e-s>

**Контакти:** +38(057) 730-10-50 [gev@kart.edu.ua](mailto:gev@kart.edu.ua)

**Лектори:** Комарова Ганна Леонідівна (кандидат технічних наук, доцент)

<https://kart.edu.ua/staff/komarova-g-l>

**Контакти:** +38 (057) 730-10-50, [komarova@kart.edu.ua](mailto:komarova@kart.edu.ua)

**Асистенти лектора:** Волошина Людмила Володимирівна (кандидат технічних наук, асистент) <https://kart.edu.ua/staff/voloshina-l-v>

**Контакти:** +38 (057) 730-10-50, [vol@kart.edu.ua](mailto:vol@kart.edu.ua)

Розміщення кафедри: місто Харків, майдан Фейербаха, 7, 2 корпус, 3 поверх, 326 аудиторія.

Сторінка курсу на порталі дистанційного навчання:

<https://do.kart.edu.ua/course/view.php?id=9506>

Додаткові інформаційні матеріали: <http://lib.kart.edu.ua/home.jsp?locale=uk>

Дисципліна «Матеріалознавство» є однією з загальнопрофесійних дисциплін, що вивчається студентами. Цей предмет покликаний сформувати у майбутнього бакалавра у галузі метрології та інформаційно-вимірвальної техніки, знань про можливості сучасних технологій отримання матеріалів транспортного призначення, вивчення фізичної суті явищ, що відбуваються в матеріалах при дії на них різних чинників в умовах експлуатації, а також отримав знання про будову і властивості основних конструкційних матеріалів та застосування різних матеріалів на транспорті.

Сучасні тенденції в розвитку матеріалознавства характеризуються накопиченням значного об'єму кількісної інформації про структуру і властивості, як традиційних матеріалів, так і нових, отриманих наукою і промисловістю: органічних і неорганічних полімерних матеріалів, керамік і композиційних матеріалів на їх основі. Сучасна техніка і промисловість це конструювання і створення матеріалів нового покоління з комплексом властивостей, що відповідають все зростаючим вимогам за фізико-хімічними, механічними, експлуатаційними та екологічними характеристиками.

Сучасне матеріалознавство - це широка галузь наукових знань, кожна частина якої має свою лінію історичного розвитку. Короткий виклад такого курсу викликає серйозні труднощі, як у розумінні ширини і глибини охоплення питань, що розглядаються, так і відображення науково-технічного прогресу, який постійно вдосконалюється.

Тому надзвичайно важливою і корисною для студентів які вивчають цей курс, буде інформація із напрямками удосконалення і утворення нових матеріалів, які використовуються на транспорті.

Курс має на меті сформувати та розвинути наступні компетентності студентів, визначені з урахуванням Стандарту вищої освіти за спеціальністю 152 «Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка» галузі знань 15 «Автоматизація та приладобудування», затвердженого і введеного в дію Наказом Міністерства освіти і науки України від 19.11.2018 № 1263

**Інтегральна компетентність** Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми метрології та інформаційно-вимірвальної техніки, які характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, що передбачає застосування теорій та методів метрології, способів побудови засобів автоматизації та приладобудування.

– загальні:

**ЗК 1** Здатність застосовувати професійні знання й уміння у практичних ситуаціях;

**ЗК 2** Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово;

**ЗК 4** Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій;

**ЗК 5** Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел;

**ЗК 6** Навички здійснення безпечної діяльності

**ЗК 7** Прагнення до збереження навколишнього середовища;

**ЗК-8** Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;

**ЗК 9** Здатність бути критичним і самокритичним;

**ЗК 10** Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт;

**ЗК 12** Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та

форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

– спеціальні (фахові, предметні):

**ФК1** Здатність проводити аналіз складових похибки за їх суттєвими ознаками, оперувати складовими похибки/невизначеності у відповідності з моделями вимірювання;

**ФК5** Здатність застосовувати стандартні методи розрахунку при конструюванні модулів, деталей та вузлів засобів вимірювальної техніки та їх обчислювальних компонент і модулів;

**ФК6** Здатність виконувати технічні операції при випробуванні, повірці, калібруванні та інших операціях метрологічної діяльності;

**ФК8** Здатність здійснювати технічні заходи із забезпечення метрологічної простежуваності, правильності, повторюваності та відтворюваності результатів вимірювань і випробувань за міжнародними стандартами;

**ФК9** Здатність до здійснення налагодження і дослідної перевірки окремих видів приладів в лабораторних умовах і на об'єктах;

### Результати навчання (РН)

**РН1** Вміти знаходити обґрунтовані рішення при складанні структурної, функціональної та принципової схем засобів інформаційно-вимірювальної техніки;

**РН3** Розуміти широкий міждисциплінарний контекст спеціальності, її місце в теорії пізнання і оцінювання об'єктів і явищ;

**РН5** Вміти використовувати принципи і методи відтворення еталонних величин при побудові еталонних засобів вимірювальної техніки (стандартних зразків, еталонних перетворювачів, еталонних засобів вимірювання);

**РН8** Вміти організовувати та проводити вимірювання, технічний контроль і випробування;

**РН9** Розуміти застосовуванні методики та методи аналізу, проектування і дослідження, а також обмежень їх використання;

**РН10** Вміти встановлювати раціональну номенклатуру метрологічних характеристик засобів вимірювання для отримання результатів вимірювання з заданою точністю;

**РН12** Знати та розуміти сучасні теоретичні та експериментальні методи досліджень з оцінюванням точності отриманих результатів;

**РН15** Знати та розуміти предметну область, її історію та місце в сталому розвитку техніки і технологій, у загальній системі знань про природу і суспільство;

**РН16** Вміти враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні аспекти, вимоги охорони праці, виробничої санітарії і пожежної безпеки під час формування технічних рішень. Вміти використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя;

**РН18** Вільно володіти термінологічною базою спеціальності, розуміти науково-технічну документацію державної метрологічної системи України, міжнародні та міждержавні рекомендації та настанови за спеціальністю.

## Чому ви маєте обрати цей курс?

Якщо вас цікавить розробка новітніх матеріалів та методи захисту деталей та вузлів від зносу та корозії в екстремальних умовах експлуатації, або створення і організація виробництва наноструктурних компонентів – вам потрібен саме цей курс.

Від здобувачів очікується: базове розуміння хімії, фізики, опору матеріалів, технічної механіки, метрології.

Частина курсу присвячена знанням про будову і властивості основних конструкційних матеріалів їх склад та освоєння основ теорії термічної обробки деталей, достатніх для практичної діяльності студентів.

Команда викладачів будуть готові надати будь-яку допомогу з деякими з найбільш складних аспектів курсу по електронній пошті і особисто - у робочий час.

## Огляд курсу

Цей курс, призначений для першого (бакалаврського) рівня освіти денної та заочної форми навчання, дає студентам глибоке розуміння кваліфіковано застосувати глибокі знання основ матеріалознавства, принципів вибору конструкційних матеріалів, а також уміння і навички практичного визначення фізико-механічних властивостей матеріалів і спрямованого впливу на них.

Викладання лекційного курсу проводяться із застосуванням засобів візуалізації матеріалу (мультимедійних засобів), також текстовим матеріалом, презентаціями та індивідуальними завданнями. При цьому якість засвоєння теоретичного матеріалу не поступається тій, яка досягається при звичному читанні лекцій і може бути досягнута за рахунок створення комп'ютерних навчальних програм і використання телекомунікацій в навчальному процесі. Студенти матимуть можливість застосовувати отримані знання та вирішувати практичні завдання протягом обговорень в аудиторії, в студентських наукових гуртках та подальшої самостійної роботи.

## Матеріалознавство / схема курсу



На лабораторних заняттях студенти мають змогу вивчити макроструктуру металів та сплавів, дослідити злами металів, ознайомитись з методами визначення твердості металів, вивчити процес кристалізації металів та сплавів та визначити хімічний склад за їх структурою. вивчити структури і властивостей залізовуглецевих сплавів.

Лабораторні роботи є закріпленням практичних знань з теорії сплавів, структури і властивостей конструкційних матеріалів. Виконання самостійного завдання супроводжується зануренням у суміжні дисципліни, що доповнюють теми, та формує у студента інформаційну та комунікативну компетентності.

Знання з цієї дисципліни покликано формувати у майбутнього фахівця з метрології та інформаційно-вимірвальної техніки глибоких знань основ матеріалознавства, принципів вибору конструкційних матеріалів, уявлення про досягнення науково-технічного прогресу в галузі створення нових матеріалів, а також уміння і навички практичного визначення фізико-механічних властивостей матеріалів і спрямованого впливу на них.

## Ресурси курсу

Інформація про курс розміщена на сайті Університету (<http://kart.edu.ua/mat-po-fak-ua/mat-fak-meh-ua>), включаючи навчальний план, лекційні матеріали, презентації, завдання та правила оцінювання курсу). Додатковий матеріал та посилання на електронні ресурси доступні на сайті Університету у розділі <http://do.kart.edu.ua/course/index.php?categoryid=96> поряд із питаннями, над якими необхідно поміркувати підчас підготовки для обговорення в аудиторії.

Необхідна підготовка повинна бути завершена до початку наступної лекції. Підчас обговорення ми запропонуємо вам критично поміркувати над значенням матеріалознавства для науково-технічного прогресу та її роль в галузі метрології та інформаційно-вимірвальної техніки. Ви повинні бути готовими до дискусій та мозкових штурмів – ми хочемо знати, що ви думаєте!

Приклади питань для обговорення доступні на слайдах відповідних презентацій. Ось деякі з них:

- 1) Обґрунтуйте види дефектів кристалічної будови. Їх вплив на механічні властивості.
- 2) Опишіть фази та структурні складові в сплавах залізо – цементит.
- 3) Дайте визначення критичним точкам сталі у твердому стані.
- 4) Дайте визначення конструкційним та інструментальним сталям.
- 5) Дайте визначення чинникам за якими визначають необхідність проведення термічної обробки

## Лекції та практичні заняття

Список основних лекцій курсу наведений нижче. Пильнуйте за змінами у розкладі.

Тема лекції	Тема лабораторних занять
<b>Тема 1. Будова металів.</b> Загальні відомості про будову металів і сплавів. Головні ознаки металу. Матеріали, які використовують на транспорті.	
<b>Тема 2. Атомно-кристалічна будова металів..</b> Типи кристалічних ґраток. Анізотропія. Поліморфізм	Дослідження макроструктури металів і сплавів
<b>Тема 2. Атомно-кристалічна будова металів.</b> Дефекти кристалічної будови та їхній вплив на фізико-механічні властивості	
<b>Тема 3. Властивості металів та сплавів.</b> Технологічні властивості металів. Експлуатаційні властивості. Механічні властивості: міцність і її показники, пластичність і її показники, ударна в'язкість і її показники.	Дослідження твердості металів
<b>Тема 4. Основи теорії сплавів.</b> Діаграма стану при повній розчинності компонентів Діаграма стану при нерозчинності компонентів. Правила відрізу. Закон Гіббсу.	
<b>Тема 5. Пластична деформація і механічні властивості металів та сплавів.</b> Пружина та пластична деформація. Вплив пластичної деформації на структуру та властивості металів	Дослідження процесу кристалізації. Побудова кривих охолодження і діаграми стану Pb-Sn
<b>Тема 5. Пластична деформація і механічні властивості металів та сплавів.</b> Вплив нагрівання деформованого металу та його структуру та властивості. Повернення, полігонізація, рекристалізація. Холодна і гаряча деформація.	
<b>Тема 6. Залізо та його сплави.</b> Залізівуглецеві сплави. Основні поняття: компонент, фаза, структурна складова, система сплавів. Фази у сплавах: механічні суміші, тверді розчини, хімічні сполуки.	
<b>Тема 7. Діаграма стану залізо-вуглець.</b> Метастабільна діаграма стану «залізо-цементит». Компоненти, фази та структурні складаючі сталей та білих чавунів.	Дослідження мікроструктури вуглецевих сталей
<b>Тема 7. Діаграма стану залізо-вуглець.</b> Діаграма стану Fe-Fe <sub>3</sub> C. Поліморфізм заліза. Фази, які утворюються при взаємодії заліза з вуглецем.	
<b>Тема 8. Вуглецеві сталі та чавуни.</b> Сталі, їх класифікація в залежності від вмісту вуглецю. Вуглецеві сталі, їх класифікація і маркування. Вплив постійних домішок на властивості сталі. Використання на транспорті	Дослідження мікроструктури чавунів

<p><b>Тема 8. Вуглецеві сталі та чавуни.</b> Властивості та призначення чавунів. Білий та відбілений чавун. Вплив вуглецю та постійних домішок на структури та властивості чавуна. Сірий, високоміцний та ковкий чавуни їхні структури маркування і область застосування.</p>	
<p><b>Тема 9. Теорія термічної обробки</b> Перетворення при нагріванні сталі. Перлітне перетворення. Мартенсит його будова і властивості. Мартенситне перетворення. Критична швидкість гартування та фактори, які впливають на неї</p>	<p>Дослідження впливу термічної обробки на структури і властивості вуглецевих сталей</p>
<p><b>Тема 10. Основні види термічної обробки сталі.</b> Відпал, нормалізація, гартування сталі. Відпускання сталі. Види і призначення відпуску. Гартуючі середовища. Загортюваність і прокалюваність сталі, і фактори, які впливають на них.</p>	
<p><b>Тема 10.. Види браку при термічній обробці</b></p>	

## Правила оцінювання

При заповненні заліково-екзаменаційної відомості та залікової книжки (індивідуального навчального плану) студента, оцінка, виставлена за 100-бальною шкалою, повинна бути переведена до національної шкали (5, 4, 3,) та шкали ECTS (A, B, C, D, E)

Визначення назви за державною шкалою(оцінка)	Визначення назви за шкалою ECTS	За 100 бальною шкалою	ECTS оцінка
ВІДМІННО – 5	<b>Відмінно</b> – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90-100	A
ДОБРЕ – 4	<b>Дуже добре</b> – вище середнього рівня з кількома помилками	82-89	B
	<b>Добре</b> – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	75-81	C
ЗАДОВІЛЬНО - 3	<b>Задовільно</b> - непогано, але зі значною кількістю недоліків	69-74	D
	<b>Достатньо</b> – виконання задовольняє мінімальні критерії	60-68	E
НЕЗАДОВІЛЬНО - 2	<b>Незадовільно</b> – потрібно попрацювати перед тим як отримати залік (без повторного вивчення модуля)	35-59	FX
	<b>Незадовільно</b> - необхідна серйозна подальша робота (повторне вивчення модуля)	<35	F

Завдання на самостійну роботу:

- Студентам пропонується обрати один з 10 варіантів тем для створення власного проекту впродовж семестру. За вчасне та вірне виконання завдання нараховується **20 балів до поточного модульного контролю**. За вчасне та частково вірне виконання – від 15 до 25 балів. За невиконане завдання бали не нараховуються. Необхідний обсяг виконання завдання складає 50% на перший модульний контроль і 100% на другий модульний контроль. Пербіг поточного

виконання завдання та питання для обговорення надсилаються на e-mail викладача або перевіряються ним особисто.

- Студенти мають прорецензувати одну роботу іншого студента або групи впродовж семестру та очно висловити свої критичні зауваження.

	Теми проектів
1	Історія відкриття металів та сплавів. Метал навколо нас: цікаві факти про метали
2	Тенденції розвитку металевих матеріалів.
3	Типи хімічних зв'язків.: ковалентний (полярний, неполярний) іонний, металевий.
4	Вибір конструкційних матеріалів для виготовлення деталей транспортного призначення.
5	Класифікація матеріалів за призначенням.
6	Економічні проблеми використання матеріалів.
7	Застосування кристалів в природі, побуті та виробництві.
8	Як створюються нові матеріали.
9	Алмаз та його застосування. Матеріали які замінюють алмаз. Історія відкриття
10	Матеріали з особливими технологічними властивостями

#### Відвідування лекцій:

Бали за цю складову нараховуються взагалі, якщо студент не відвідував більш 50% лекційних занять у модулі без поважних причин. За відвідування кожної лекції нараховується 1 бал. **Максимальна сума становить 15 балів.**

#### Ступінь залученості:

Відвідування та участь у студентському науковому гуртку «Матеріали та технології виготовлення виробів транспортного призначення» протягом навчального року. Мета участі в гуртку – залучити вас до дискусії, розширити можливості навчання для себе та своїх однолітків та дати вам ще один спосіб перевірити свої погляди на питання застосування сучасного матеріалознавства. Участь буде оцінюватися на основі кількості та вірності ваших відповідей. Питання, хоча й заохочуються, однак не оцінюються в цьому блоці. Ми намагаємося надати всім студентам рівні та справедливі можливості для підвищення власною залученості. **Максимальна сума становить 10 балів.**

#### Лабораторні роботи:

Оцінюються за відвідуваннями (до 3 балів), ступенем залученості (до 7 балів) та стислою презентацією виконаного завдання (до 5 балів). Ступінь залученості визначається участю у роботі дискусійного клубу з питань сучасного матеріалознавства. **Максимальна сума становить 15 балів.**

#### Модульне тестування:

Оцінюються за вірними відповідями на тестові модульні питання (20 питань в тесті, кожна вірна відповідь оцінюється в 2 бали). **Максимальна кількість становить 40 балів за модуль.**

#### Іспит/Залік:

- Студент отримує залік за результатами модульного 1-го та 2-го контролю шляхом накопичення балів. Максимальна кількість балів, яку може отримати студент становить 100 (до 60 балів поточного контролю та до 40 балів



тестування). Середнє арифметичне суми модульних оцінок складає заліковий бал. Якщо студент не погоджується із запропонованими балами він може підвищити їх на заліку, відповівши на питання викладача (<https://do.kart.edu.ua/course/view.php?id=2198>).

## Експерсії

Впродовж семестру можливе проведення експерсії до науково-дослідної частини університету, зокрема:

- відвідування патентної групи університету;
- ознайомлення із оригіналами документів на об'єкти інтелектуальної власності.

За результатами експерсій студенту пропонується зробити коротку презентацію (до 10 слайдів), яка буде оцінюватися додатковими балами (за потреби). **Максимальна сума становить 5 балів за презентацію.**

## Команда викладачів:

- **Геворкян Едвін Спартакович** (<https://kart.edu.ua/staff/gevorkjan-e-s>) – доктор технічних наук, професор кафедри інженерії вагонів та якості продукції в УкрДУЗТ. Лектор з матеріалознавства та ТКМ, взаємозамінності, стандартизації та технічних вимірювань, неруйнівного контролю якості продукції, статистичних методів менеджменту якості, стандартизації, сертифікації та управління якістю в УкрДУЗТ. У 1982 році закінчив з відзнакою Єреванський Політехнічний Інститут за спеціальністю «Технологія машинобудування, металорізальні верстати та інструменти». Кандидат технічних наук з 1990 року. Дисертацію захистив у спеціалізованій вченій раді Д 26.230.01 при Інституті надтвердих матеріалів НАН України м.Київ. Доктор технічних наук з 2008 року. Дисертацію захистив у спеціалізованій вченій раді Д 64.050.03 при Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут» м.Харків. Напрямок наукової діяльності: Розробка композиційних матеріалів для промисловості із порошків тугоплавких сполук та металів, порошкова металургія, матеріалознавство

- **Комарова Ганна Леонідівна** (<http://kart.edu.ua/staff/komarova-g-l>) – кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерії вагонів та якості продукції в УкрДУЗТ. Лектор з матеріалознавства та ТКМ, метрології, стандартизації та сертифікації, метрології, методів оцінки якості в УкрДУЗТ. Отримала ступінь к.т.н. за спеціальністю 05.02.01 «Матеріалознавство» у ХНАДУ у 2000 році. Напрямки наукової діяльності: розробка перспективно енергоресурсозберігаючих технологій окислення металевих сплавів для підвищення їх тріботехнічних властивостей; дослідження механізму впливу електричного поля на інтенсифікацію процесу утворення захисних покриттів для деталей рухомого складу; метрологічне забезпечення якості продукції транспортного призначення; впровадження міжнародних стандартів якості у вищу школу та вплив їх на підготовку висококваліфікованих фахівців.

- **Волошина Людмила Володимирівна** (<https://kart.edu.ua/staff/voloshina-l-v>) – кандидат технічних наук, старший кафедри інженерії вагонів та якості продукції (<https://kart.edu.ua/department/kafedra-vagoni>) в УкрДУЗТ. У 1999 р. закінчила з відзнакою денне відділення Харківського державного технічного університету сільського господарства за спеціальністю «Експлуатація та ремонт сільськогосподарської техніки». Має диплом магістра з відзнакою за спеціальністю «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка» освітня програма «Якість»,

стандартизація та сертифікація”. Кандидат технічних наук з 2021 р за спеціальністю 05.02.01 – “Матеріалознавство”. Напрямки наукової діяльності: розробка технологій підвищення зносостійкості деталей транспортного призначення, ресурсозбереження, забезпечення якості технологій нанесення покриттів на деталі транспортного призначення.

## Кодекс академічної доброчесності

Порушення Кодексу академічної доброчесності Українського державного університету залізничного транспорту є серйозним порушенням, навіть якщо воно є ненавмисним. Кодекс доступний за посиланням: <http://kart.edu.ua/documentu-zvo-ua>

Зокрема, дотримання Кодексу академічної доброчесності УкрДУЗТ означає, що вся робота на іспитах та заліках має виконуватися індивідуально. Під час виконання самостійної роботи студенти можуть консультуватися з викладачами та з іншими студентами, але повинні самостійно розв'язувати завдання, керуючись власними знаннями, уміннями та навичками. Посилання на всі ресурси та джерела (наприклад, у звітах, самостійних роботах чи презентаціях) повинні бути чітко визначені та оформлені належним чином. У разі спільної роботи з іншими студентами над виконанням індивідуальних завдань, ви повинні зазначити ступінь їх залученості до роботи.

## Інтеграція студентів із обмеженими можливостями

Вища освіта є провідним чинником підвищення соціального статусу, досягнення духовної, матеріальної незалежності і соціалізації молоді з обмеженими функціональними можливостями й відображає стан розвитку демократичних процесів і гуманізації суспільства.

Для інтеграції студентів із обмеженими можливостями в освітній процес Українського державного університету залізничного транспорту створена система дистанційного навчання на основі сучасних педагогічних, інформаційних, телекомунікаційних технологій.

Доступ до матеріалів дистанційного навчання з цього курсу можна знайти за посиланням: <http://do.kart.edu.ua/>  
<https://do.kart.edu.ua/course/view.php?id=8219>

### ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

1. <http://metod.kart.edu.ua/>
2. [http://univer.nuczu.edu.ua/tmp\\_metod/924/MZTM\\_KONSP\\_LEK.pdf](http://univer.nuczu.edu.ua/tmp_metod/924/MZTM_KONSP_LEK.pdf)
3. <http://www.nbuv.gov.ua/node/924>
4. [https://stud.com.ua/73668/tehnika/materialoznavstvo\\_v\\_mashinobuduvanni](https://stud.com.ua/73668/tehnika/materialoznavstvo_v_mashinobuduvanni)
5. [http://materialoznavstvo.blogspot.com/p/blog-page\\_70.html](http://materialoznavstvo.blogspot.com/p/blog-page_70.html)