

СИЛАБУС

«Опір матеріалів, основи теорії пружності та пластичності»

Семестр та рік навчання:	I семестр 2023/2024 н.р.
Освітній рівень:	Перший
Галузь знань:	Механічна інженерія
Шифр та назва спеціальності:	133 Галузеве машинобудування

Лекції, практичні заняття згідно [розкладу](#)

Команда викладачів:

Лектори: Галагурия Євгеній Іванович

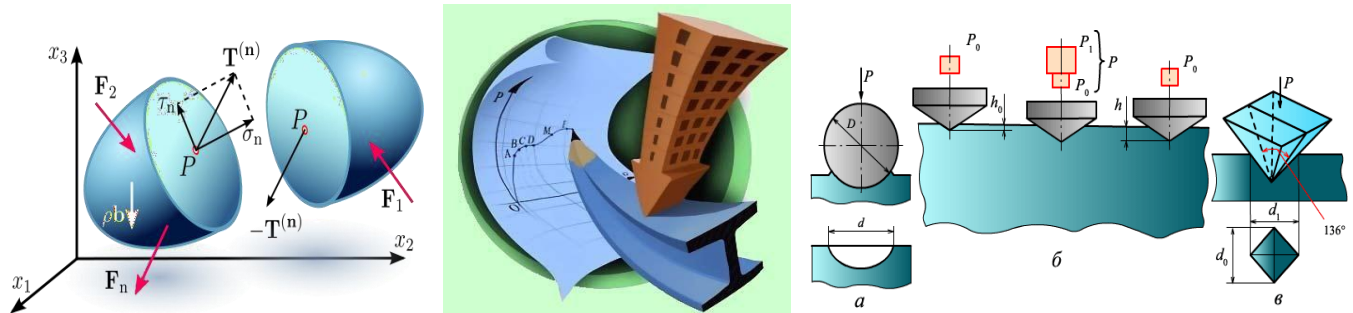
Контакти: galagurya_bmg@kart.edu.ua

Викладачі:

Контакти:

Веб сторінка курсу: [Опір матеріалів](#)

Додаткові інформаційні матеріали: [кафедра БМГ](#)



ОПІР МАТЕРІАЛІВ, ОСНОВИ ТЕОРІЇ ПРУЖНОСТІ ТА ПЛАСТИЧНОСТІ

І семестр 2023-2024 н.р курс силабус
122-БКМ-Д23

Розклад занять на І семестр згідно [посилання](#)

Команда викладачів:

Лектори: к.т.н., доцент Галагура Євгеній Іванович

Контакти: galagurya_bmg@kart.edu.ua

Години прийому та консультацій: 13.00-14.00 вівторок – четвер

Веб-сторінки курсу:

Веб сторінка курсу: [Опір матеріалів](#)

Додаткові інформаційні матеріали: [кафедра БМГ](#)

Опір матеріалів - наука про міцність і надійність деталей машин і конструкцій. До її задач входить узагальнення інженерного досвіду створення машин і споруд, розробка наукових основ проектування та конструювання надійних виробів, вдосконалення методів оцінки міцності. Наука, яка розглядає методи інженерних розрахунків конструкцій на міцність, жорсткість і стійкість при одночасному задоволенні вимог надійності, економічності і довговічності.

В силу експериментально-теоретичного характеру розрахункових методів важливе значення набуває виконання лабораторних робіт, що дозволяють підтвердити справедливості тих чи інших законів або розрахункових залежностей, а також отримати кількісні характеристики міцності і жорсткості використовуваних матеріалів.

В результаті вивчення предмета студент повинен бути здатний застосовувати сучасні методи дослідження, проводити стандартні і сертифікаційні випробування матеріалів і виробів; вибирати основні і допоміжні матеріали для виготовлення виробів машинобудування, аналітичні та чисельні методи розрахунку при розробці математичних моделей в рамках професійної компетенції.

Інтегральна компетентність –

- здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з опору матеріалів у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів розрахунку.

Загальні компетентності –

- здатність до абстрактного мислення та аналізу, застосування знань у практичних ситуаціях;
- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;
- здатність до пошуку та оброблення інформації з різних джерел, оцінювання та забезпечування якості виконуваних робіт,
- здатність зберігати та примножувати наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань та у розвитку суспільства, техніки і технології.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності –

- здатність до аналізу матеріалів, конструкцій та процесів на основі законів, теорій та методів розрахунку опору матеріалів;
- здатність робити оцінки параметрів працездатності матеріалів, конструкцій і машин в експлуатаційних умовах та знаходити відповідні рішення для забезпечення заданого рівня надійності конструкцій і процесів, в тому числі і за наявності деякої невизначеності;
- здатність використовувати аналітичні та чисельні математичні методи для вирішення задач опору матеріалів, зокрема здійснювати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість в процесі статичного та динамічного навантаження з метою оцінки надійності деталей і конструкцій машин;
- здатність виконувати технічні вимірювання, одержувати, аналізувати та критично оцінювати результати вимірювань;
- здатність застосовувати комп'ютеризовані системи проектування (CAD), інженерних досліджень (CAE) та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань з опору матеріалів;
- здатність до просторового мислення і відтворення просторових об'єктів, конструкцій та механізмів у вигляді проєкційних креслень та тривимірних геометричних моделей;
- здатність представлення результатів своєї інженерної діяльності з дотриманням загальноприйнятих норм і стандартів.

Чому ви маєте обрати цей курс?

Слово інженер походить від латинського *ingenium*, що означає здатність, винахідливість. Інженерна робота має творчий характер, вона пов'язана зі створенням нової техніки, унікальних споруд, вдосконаленням технології та прийняттям оперативних рішень. Опір матеріалів - один з найважливіших предметів, що є інженерної азбукою, покладеної в основу вирішення багатьох спеціальних питань, пов'язаних з проектуванням і розрахунком конструкцій і деталей машин.

Будь-який інженер працює з безліччю машин і механізмів, пристосувань, займається їх монтажем, експлуатацією, іноді реконструкцією. Вся ця техніка виготовлена з певних матеріалів, відчуває деякі постійні і тимчасові навантаження, тому йому необхідно добре уявляти собі, які умови експлуатації можуть бути небезпечними і призвести до виходу з ладу тих чи інших елементів конструкції. Опір матеріалів - це одна з тих наук, яка вчить майбутнього інженера не тільки методам розрахунку, а й вмінню відчувати стан конструкції, передбачати і попереджати обставини, що порушують її нормальну експлуатацію.

Огляд курсу

Цей курс, який вивчається з вересня по травень, дає студентам комплекс знань, умінь і навичок про методи розрахунку конструкцій машин та їх елементів на міцність, стійкість і коливання при силових, температурних та інших впливах.

Курс складається з лекції, практичного заняття та лабораторних робіт. Він супроводжується текстовим матеріалом, презентаціями, груповими завданнями та проведенням лабораторних експериментальних робіт. Студенти матимуть можливість застосовувати отримані знання та вирішувати практичні завдання протягом обговорень в аудиторії та розширювати кругозір знань при роботі в проблемних групах гуртка «СТАЛЕБЕТОН» студентського наукового товариства. В рамках курсу передбачаються: участь у міждисциплінарному науковому квесті; семінарах і студентських конференціях.

Практичні заняття курсу передбачають виконання розрахункової роботи (проекту) з рішенням задач по курсу та перевіркою їх у середовищі програмного комплексу ЛІРА-САПР в комп'ютерному класі (групи від 5-и до 15 осіб). Виконання завдання супроводжується зануренням у суміжні дисципліни, що доповнюють теми, та формує у студента інформаційну та комунікативну компетентності.

Лабораторні роботи курсу передбачають проведення дослідів для визначення фізико-механічних характеристик будівельних матеріалів.

Ресурси курсу

Інформація про курс розміщена на [сайті Університету](#), включаючи навчальний план, лекційні матеріали, презентації, завдання та правила оцінювання курсу)

Додатковий матеріал та посилання на електронні ресурси доступні на сайті Університету у розділі «дистанційне навчання» поряд із питаннями, над якими необхідно поміркувати під час підготовки для обговорення в аудиторії. Під час обговорення ми запропонуємо вам критично поміркувати над тим, як розвивається залізничний транспорт в Україні та світі та як пристосувати сучасні технології розрахунку та проектування конструкцій до потреб залізничного транспорту. Ви повинні бути готовими до дискусій – ми хочемо знати, що ви думаєте! Приклади питань для обговорення доступні на слайдах відповідних презентацій. Ось деякі з них:

- Які перспективи має в будівельній галузі України та світі застосування фібробетону в сталобетонних конструкціях?
- Проблеми використання сучасних технологій чисельного аналізу та розрахунку конструкцій при проектуванні залізничної колії або об'єктів інфраструктури транспорту.

Додаткові матеріали можна знайти у Facebook, на [сторінці студентів, аспірантів, докторантів та молодих вчених](#) Українського державного університету залізничного транспорту, а також на спеціалізованих форумах та [YouTube-каналі](#), інтернет-ресурсах "[Навчальні кінофільми](#)" та [«Опір матеріалів»](#).

Лекції, практичні та лабораторні заняття

Список основних лекцій, практичних та лабораторних занять курсу наведений нижче. Пильнуйте за змінами у розкладі.

Тиждень	Кількість годин	Тема лекції	Кількість годин	Тема лабораторних та практичних занять	Тема практичних занять
				Повна форма навчання	Скорочена форма навчання
I семестр					
1	2	Лекц.№1. Мета та задачі опору матеріалів. Схеми елементів конструкцій. Основні типи опорних улаштувань. Зовнішні сили та їх класифікація. Поняття про розрахункову схему споруди. Гіпотези та припущення. Внутрішні сили у поперечних перерізах стержнів у загальному випадку дії навантаження.	2	ПР-1 Побудова епюр внутрішніх силових факторів.	ПР-1 Побудова епюр внутрішніх силових факторів.
		Лекц.№2. Внутрішні зусилля при розтяганні та стисканні. Внутрішні зусилля при крученні. Внутрішні зусилля при згині стержнів з прямою віссю. Внутрішні зусилля в криволінійних стержнях. Епюри внутрішніх зусиль.	1	ЛР-1 Випробування на розтягання сталі та інших матеріалів з визначенням основних механічних характеристик.	
2	2	Лекц.№3. Напруження та деформації. Компоненти напружень. Складові деформації. Залежність між складовими напружень та складовими деформацій. Диференційні залежності між внутрішніми силами. Призначення геометричних характеристик. Статичні, осьові, полярні та відцентрові моменти інерції площі.	2	ПР-2 Побудова епюр внутрішніх силових факторів.	ПР-2 Побудова епюр внутрішніх силових факторів.
		Лекц.№4.Зміна осьових та відцентрових моментів інерції при паралельному переносі та при повороті координатних осей. Головні осі та головні моменти інерції. Головні центральні осьові моменти інерції для прямокутника, трикутника, круга. Обчислення моментів інерції складних перерізів. Радіус інерції.	1	ЛР-2 Визначення модуля пружності для сталі та інших матеріалів.	
3	2	Лекц.№5. Напруження в перерізах, перпендикулярних до вісі бруса. Напруження в перерізах похилих до вісі бруса. Деформації при розтяганні та стисканні. Поздовжня деформація. Поперечна деформація. Визначення переміщень при розтяганні та стисканні. Розтягання бруса. Статично невизначні системи, які працюють на розтягання або стискання. Розрахунок статично невизначних систем на температурний вплив та неточність виготовлення.	2	ПР-3 Визначення геометричних характеристик плоских перерізів	ПР-3 Побудова епюр внутрішніх силових факторів. Визначення геометричних характеристик плоских перерізів
		Лекц.№6. Випробування матеріалів на розтягання та стискання. Діаграми розтягання пластичних та крихких матеріалів. Діаграми стискання різноманітних матеріалів. Вплив різноманітних факторів на механічні характеристики матеріалів (температури, швидкості деформації, технологічних факторів). Потенціальна енергія та робота, яка витрачається на розтягання стержня.	1	ЛР-3 Визначення коефіцієнта Пуассона для сталі та інших матеріалів.	
4	2	Лекц.№7. Методи розрахунку елементів будівельних конструкцій: метод граничних станів; метод можливих напружень; метод руйнівних навантажень. Поняття про імовірний метод розрахунку на міцність. Умови міцності. Три типи задач. Плоский напружений стан та плоска деформація.	2	ПР-4 Розрахунок стержнів на розтягання та стискання.	ПР-4 Розрахунок стержнів на розтягання та стискання.
		Лекц.№8. Напруження у точці. Головні напруження. Положення головних площадок. Екстремальні дотичні напруження.	1	ЛР-4 Випробування сталі, чавуну та дерева на стискання з визначенням основних механічних характеристик.	

5	2	Лекц.№9. Вивчення напружень у трьох вимірах: головні напруження та положення головних площадок; екстремальні значення дотичних напружень; октаедричні напруження. Потенціальна енергія деформації при об'ємному напруженому стані. Приклад дослідження напруженого стану в точці.	2	ПР-5 Основи теорії напруженого стану. Гіпотези міцності та пластичності.	ПР-5 Основи теорії напруженого стану. Гіпотези міцності та пластичності.
		Лекц.№10. Теорія найбільших нормальних напружень. Теорія найбільших подовжень. Теорія максимальних дотичних напружень. Енергетична теорія міцності.	1	ЛР-5 Випробування сталі на зріз і дерева на сколювання.	
6	2	Лекц.№11. Теорія міцності Мора. Деякі інші підходи до оцінки міцності матеріалів. Чистий згин. Розповсюдження висновків чистого згину на поперечний згин. Виведення формули дотичних напружень.	2	ПР-6 Основи теорії напруженого стану. Гіпотези міцності та пластичності. Розрахунок на міцність та визначення переміщень в балках при згині	ПР-6 Основи теорії напруженого стану. Гіпотези міцності та пластичності. Розрахунок на міцність та визначення переміщень в балках при згині
		Лекц.№12. Дотичні напруження для прямокутного перерізу. Дотичні напруження для кругового перерізу. Дотичні напруження для трикутного перерізу. Дотичні напруження для двотаврового перерізу.	1	ЛР-6 Визначення твердості різних матеріалів методом удавлювання.	
7	2	Лекц.№13. Головні напруження при згині балок. Перевірка міцності балок при згині.	2	ПР-7 Розрахунок на міцність та визначення переміщень в балках при згині.	ПР-7 Розрахунок на міцність та визначення переміщень в балках при згині.
		Лекц.№14. Вигнута вісь прямого бруса. Диференційне рівняння вигнутої вісі. Рішення диференційного рівняння методом безпосереднього інтегрування. Метод початкових параметрів.	1	ЛР-7 Дослідження деформацій та розподілу нормальних напружень двотаврової балки в зоні чистого згину.	
Модульний контроль №1					
8	2	Лекц.№15. Метод фіктивних навантажень. Метод Мора. Зсув, як окремий випадок згину. Розрахунок з'єднань, які працюють на зсув. Потенціальна енергія при згині.	1	ПР-8 Розрахунок на міцність та визначення переміщень в балках при згині.	ПР-8 Розрахунок на міцність та визначення переміщень в балках при згині.
		Лекц.№16. Кручення стержнів круглого перерізу. Напруження в перерізах. Кут закручування. Розрахунок валів на міцність і жорсткість. Статично невизначні задачі при крученні. Розрахунок циліндричних пружин. Кручення стержнів прямокутного перерізу.	1	ПР-8 Розрахунок вала на міцність.	ПР-9 Розрахунок вала на міцність
9	2	Лекц.№17. Кручення тонкостінних стержнів. Поняття про тонкостінні стержні закритого та відкритого профілю. Особливості деформації стержнів з відкритим профілем. Вільне і стиснене кручення. Залежність між деформаціями стержня і переміщеннями. Розподіл нормальних і дотичних напружень у перерізі стержня при стисненому крученні. Розрахункові формули для нормальних і дотичних напружень.	1	ЛР-10 Випробування циліндричної пружини з малою відстанню між витками..	ПР-10 Визначення геометричних і секторальних характеристик перерізу тонкостінного стержня
		Лекц.№18. Диференціальне рівняння кутів закручування та його інтегрування. Граничні умови. Метод початкових параметрів.	2	ПР-9 Визначення геометричних і секторальних характеристик перерізу тонкостінного стержня	
10	2	Лекц.№19. Кручення стержнів круглого перерізу. Напруження в перерізах. Кут закручування. Розрахунок валів на міцність і жорсткість. Статично невизначні задачі при крученні. Розрахунок циліндричних пружин. Кручення стержнів прямокутного перерізу.	2	ПР-10 Визначення геометричних і секторальних характеристик перерізу тонкостінного стержня.	ПР-11 Визначення геометричних і секторальних характеристик перерізу тонкостінного стержня
		Лекц.№20. Обчислення секторальних геометричних характеристик перерізу тонкостінного стержня. Особливості стисненого кручення тонкостінних стержнів закритого профілю.	1	ЛР-11 Визначення положення центра згину тонкостінної конструкції консольної балки	

11	2	Лекц.№21. Складний опір. Косе згинання. Нормальні напруження при косому згинанні. Нульова лінія. Умова міцності при косому згинанні. Переміщення при косому згинанні. Залежність між положенням нульової лінії і напрямком найбільшого прогину.	2	ПР-11 Визначення внутрішніх сил та напружень в перерізах тонкостінного стержня.	ПР-12 Розрахунок на складний опір та стійкість
		Лекц.№22. Позацентрова дія поздовжньої сили. Формула для нормальних напружень. Положення нульової лінії. Умова міцності. Ядро перерізу.	1	ЛР-12 Визначення прогинів при косому згині.	
12	2	Лекц.№23. Згинання з крученням стержня круглого перерізу. Розподіл нормальних і дотичних напружень. Головні напруження. Розрахункові напруження за деякими гіпотезами міцності.	2	ПР-12 Розрахунок на складний опір та стійкість	ПР-13 Розрахунок на складний опір та стійкість
		Лекц.№24. Стійкість стиснутих стержнів. Поняття про стійкі та нестійкі форми рівноваги. Втрата стійкості стиснутих стержнів у пружній стадії. Формула Ейлера. Урахування різних випадків закріплення кінців стержня. Границя застосування формули Ейлера.	1	ЛР-13 Дослідження розподілу напружень при позацентровому стисканні з одним ексцентриситетом, та з двома ексцентриситетами.	
13	2	Лекц.№25. Втрата стійкості при напруженнях, які перевищують границю пропорційності. Формула Ясинського. Графік критичних напружень. Практичний метод розрахунку стиснутих стержнів на стійкість.	2	ПР-13 Розрахунок на складний опір та стійкість	ПР-14 Розрахунок на складний опір та стійкість
		Лекц.№26. Поздовжньо-поперечне згинання. Диференціальне рівняння поздовжньо-поперечного згинання. Точний і наближений розв'язок диференціального рівняння.	1	ЛР-14 Дослідження деформацій і розподілів напружень при згині з крученням.	
14	2	Лекц.№27. Згинання стержнів великої кривизни. Внутрішні сили в кривому брусі. Диференціальні залежності між внутрішніми силами і розподіленим навантаженням. Чисте згинання кривого стержня. Нормальні напруження	2	ПР-14 Розрахунок на складний опір та стійкість	ПР-15 Розрахунок на складний опір та стійкість
		Лекц.№28. Визначення положення нейтральної лінії. Нормальні напруження від одночасної дії поздовжньої сили і згинального моменту.	1	ЛР-15 Дослідження явища втрати стійкості стиснутих стержнів.	
15	2	Лекц.№29. Поняття динамічного навантаження і динамічного коефіцієнта. Урахування сил інерції при розрахунку троса. Розрахунок кільця. Коливання систем з одним ступенем вільності. Диференціальне рівняння руху і його розв'язання. Вільні коливання. Вимушені коливання.	2	ПР-15 Динамічна дія навантаження.	ПР-16 Динамічна дія навантаження.
		Лекц.№30. Коливання систем з декількома ступенями вільності. Спектр частот і форм власних коливань. Дія гармонічного навантаження. Ударна дія навантаження.			
Модульний контроль №2					

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

Поточний контроль:

Максимальна сума становить 60 балів.

Мета участі в курсі – залучити вас до дискусії, розширити можливості навчання для себе та своїх однолітків та дати вам ще один спосіб перевірити свої погляди на питання застосування аналітичних та сучасних комп'ютерних технологій розрахунку конструкцій машин та їх елементів. 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.

Індивідуальні завдання

Під час вивчення курсу студенти виконують розрахунково-графічну роботу. За вчасне та вірне виконання завдання нараховується до **30 балів (входять до поточного модульного контролю)**. Виконання розрахунково-графічної роботи вважається обов'язковим. Перебіг поточного виконання завдання та питання для обговорення надсилаються на e-mail викладача або перевіряються ним особисто.

Модульне тестування:

Оцінюються за вірними відповідями на тестові модульні питання. **Максимальна кількість становить 40 балів за модуль.**

Екзамен:

Студент отримує підсумкову оцінку 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 підсумковий бал. Якщо студент не погоджується із запропонованими балами він може підвищити їх на екзамені.

Також студент може отримати додаткові бали за участь у студентському науковому товаристві і тематичному гуртку, студент пропонується зробити коротку презентацію або написати статтю, які будуть оцінені додатковими балами (**10-20 балів**).

Очікувані результати навчання

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути такі знання, уміння, навички, способи мислення, погляди, цінності, інші особисті якості, які можна ідентифікувати, спланувати, оцінити і виміряти та які особа здатна продемонструвати після завершення освітньої програми або окремих освітніх компонентів.

Команда викладачів:

Галагура Євгеній Іванович – лектор з дисципліни «Будівельна механіка та металеві конструкції» та «Опір матеріалів» в УкрДУЗТ. Отримав ступінь к.т.н. за спеціальністю 05.23.01 – «Будівельні конструкції, будівлі та споруди» у 2008 році. Напрямок наукової діяльності: оптимальне проектування сталобетонних колон та їх розрахунки на силові та температурні впливи.

Кодекс академічної доброчесності

Порушення [Кодексу академічної доброчесності](#) Українського державного університету залізничного транспорту є серйозним порушенням, навіть якщо воно є ненавмисним. 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](#).