

Рекомендовано
на засіданні кафедри машинобудування
та технічного сервісу машин
протокол № 1 від «30» серпня 2021 р.

СИЛАБУС з дисципліни
ДИНАМІКА І МІЦНІСТЬ МАШИН

2021-2022 навчальний рік

Освітній рівень третій (доктор філософії)

Галузь знань 13 – механічна інженерія

Спеціальність 133 – галузеве машинобудування

Лекції та практичні заняття згідно з розкладом відділу аспірантури

Команда викладачів:

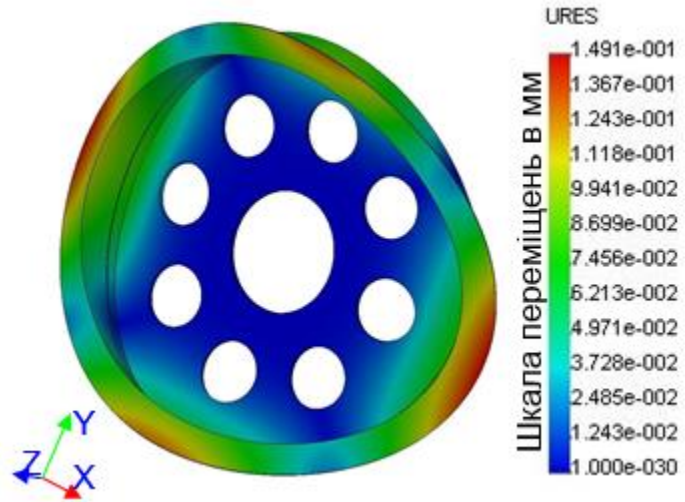
Лектор: Козар Леонід Михайлович, канд техн. наук, доцент (доцент кафедри
«Машинобудування та технічний сервіс машин»)

Контакти: 38 (057) 730-10-72, e-mail: Kozar999@kart.edu.ua

Годин прийому та консультацій: 14.10 – 15.30, середа

Веб-сторінки курсу: <https://do.kart.edu.ua/mod/forum/view.php?id=21636>

Додаткові інформаційні матеріали: <http://lib.kart.edu.ua/>; <http://metod.kart.edu.ua/>;
<http://ena.lp.edu.ua:8080/handle/ntb/2369>; <http://vestnik.kpi.kharkov.ua/redkolegij/>;
<https://www.sciencepubco.com/index.php/ijet/article/view/19551>;
<https://www.gudapuris.com/journal-of-dynamics-of-machines.php>;
<https://doi.org/10.1007/978-3-540-73616-5>



СИЛАБУС З ДИСЦИПЛІНИ

ДИНАМІКА І МІЦНІСТЬ МАШИН

2021-2022 навчального року

Лекції: відповідно до розкладу відділу аспірантури

Практичні заняття: відповідно до розкладу відділу аспірантури

КОМАНДА ВИКЛАДАЧІВ

Лектор: Козар Леонід Михайлович доцент кафедри (канд. техн. наук, доцент кафедри «Машинобудування та технічний сервіс машин»)

Контакти: 38 (057) 730-10-72, e-mail: Kozar999@kart.edu.ua

Години прийому та консультацій: 14.10-15.30, п'ятниця, **Аудиторія 2.428 а**

Веб сторінка курсу: <https://do.kart.edu.ua/course/view.php?id=5221>

Додаткові інформаційні матеріали: <http://lib.kart.edu.ua/>; <http://metod.kart.edu.ua/>;

<http://ena.lp.edu.ua:8080/handle/ntb/2369>; <http://vestnik.kpi.kharkov.ua/redkolegij/>;

<https://www.sciencepubco.com/index.php/ijet/article/view/19551>;

<https://www.gudapuris.com/journal-of-dynamics-of-machines.php>;

<https://doi.org/10.1007/978-3-540-73616-5>

Анотація курсу

Динаміка і міцність машин – це розділ прикладної механіки, який присвячений дослідженню динамічних процесів, що проходять під час роботи машин, перевірці конструкції (деталей, вузлів, агрегатів) на міцність, стійкість, довговічність та ресурс.

Основними завданнями вивчення дисципліни є:

- оволодіння аспірантами принципами і основними підходами до розв'язання задач динаміки, довговічності і витривалості вузлів машин;
- опанування технікою використання математичних операцій для вирішення теоретичних та інженерних проблем розрахунку на міцність і жорсткість елементів;
- набуття навичок розробки математичних моделей деформованого твердого тіла з формулюванням основних фізичних припущень і граничних умов.

У результаті вивчення навчальної дисципліни аспіранти повинні:

знати: основні фактори, що викликають коливальні процеси і способи зниження динамічних навантажень у механізмах; математичний опис динамічних процесів у механічних системах; порядок проведення експериментальних досліджень динамічних навантажень і режимів роботи вузлів; основи теорії міцності; методи розрахунку механізмів та елементів робочого обладнання машин на міцність і довговічність;

вміти: складати фізичну модель, рівняння руху системи, визначати частотні характеристики та напруження від дії динамічних явищ; визначати динамічні навантаження у механізмах на математичних моделях та шляхом експериментальних досліджень; визначати тип циклічного навантаження і його основні характеристики, вирішувати задачі на міцність і довговічність;

мати уявлення про закономірності накопичення утомних пошкоджень.

Курс має на меті сформувати та розвинути наступні компетентності та результати навчання:

- ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу
- ЗК3. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу спеціальної наукової інформації з різних джерел
- ЗК5. Здатність до генерування нових ідей (креативність), адаптації до нових умов та ситуацій
- ЗК6. Здатність виявляти, ставити та вирішувати науково-практичні задачі

ФК2. Здатність до критичного осмислення передових для галузевого машинобудування наукових фактів, концепцій, теорій, принципів, їх застосування для розв'язання комплексних задач галузевого машинобудування.

ФК3. Здатність створювати інноваційну техніку і технології в галузі механічної інженерії.

ФК4. Усвідомлення перспективних завдань сучасного виробництва, спрямованих на задоволення потреб споживачів, володіння тенденціями інноваційного розвитку технологій галузі.

ФК5. Здатність розробляти і реалізовувати наукові проекти у сфері галузевого машинобудування та дотичних видів діяльності, здійснювати відповідну підприємницьку діяльність.

ФК6. Здатність до науково-педагогічної діяльності в закладах вищої та фахової передвищої освіти.

ФК7. Здатність виконувати науково-практичні та прикладні дослідження в машинобудівній галузі.

Заплановані результати навчання:

PH01. Знати і розуміти засади технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі створення та експлуатації об'єктів машинобудування транспортної, будівельної та видобувної галузей.

PH02. Знати та розуміти спеціальні розділи механіки, принципи машинобудування та перспективи їхнього розвитку.

PH03. Знати і розуміти процеси галузевого машинобудування, мати навички їх практичного використання та удосконалення.

PH04. Вміти формувати та вирішувати оптимізаційні задачі при моделюванні об'єктів і процесів галузевого машинобудування.

PH05. Вміти аналізувати та прогнозувати стан інженерних об'єктів, процесів та методів.

PH08. Вміти планувати і виконувати наукові дослідження у сфері галузевого машинобудування, аналізувати їх результати, обґрунтовувати висновки.

Чому ви маєте обрати цей курс?

Курс «Динаміка і міцність машин» формує в майбутніх докторів філософії систему теоретичних знань і практичних навичок, необхідних для вирішення конкретних прикладних задач динаміки і міцності машин на науковому рівні, що забезпечує адекватність одержуваних рішень. Ви будете мати уяву про основні задачі динаміки машин і механічних систем, знати методи складання і розв'язання рівнянь руху машин та їх механізмів, методи керування динамічними процесами в машинах.

Актуальність курсу обумовлена потенційними можливостями підвищення ефективності використання машин за рахунок покращення їх характеристик міцності і довговічності.

Нині існує попит на кваліфікованих дослідників у сфері динаміки і міцності машин в Україні та за її межами, які здатні ефективно працювати в машинобудівній галузі.

Компетентності, отримані під час вивчення курсу, дозволять вам займати посади викладачів дисциплін, пов'язаних з динамікою і міцністю машин, у закладах вищої освіти або посади середньої та вищої керівної ланки різних проектних та технологічних бюро, що займаються проектуванням і удосконаленням машин для різних галузей економіки.

Команда викладачів завжди готова надати будь-яку допомогу в якісному засвоєнні усіх аспектів курсу в особистому спілкуванні або з використанням засобів електронного зв'язку.

Організація навчання

Курс «Динаміка і міцність машин» вивчається на протязі трьох семестрів (2, 3, 4). Він формує в аспірантів глибоке розуміння динамічних процесів, що супроводжують роботу машин, методів перевірки їх конструкції на міцність, стійкість, довговічність.

Для вивчення курсу відведено 180 годин (60 годин за семестр), з них 2 години лекцій, 10 годин практичних аудиторних занять та 48 годин самостійної роботи на протязі кожного з трьох семестрів. Викладання матеріалу супроводжується демонстраціями презентацій в аудиторії, які наочно ілюструють тему занять.

Практичні заняття побудовані на розв'язанні окремих задач, які охоплюють різні аспекти курсу. Розв'язання задач супроводжується зануренням у суміжні дисципліни, що доповнюють теми, та формує в аспіранта інформаційну та комунікативну компетентності.

Теми курсу

Модуль 1

Тема 1. Еквівалентні динамічні схеми машин та їх параметри.

Тема 2. Складання диференціальних рівнянь руху.

Тема 3. Опори на робочих органах машин.

Модуль 2

Тема 4. Коливання стрижневих систем з розподіленими масами.

Тема 5. Методика експериментальних досліджень динамічних навантажень.

Тема 6. Шляхи зменшення динамічних навантажень.

Модуль 3

Тема 7. Теорії граничних напружених станів.

Тема 8. Особливості розрахунку на міцність і довговічність вузлів машин.

Тема 9. Метод скінченних елементів.

Тематично-календарний план

Семестр 2

Кількість годин	Тема лекції	Кількість годин	Тема практичних занять
2	Лек. №1 (Тема 1) Еквівалентні динамічні схеми машин та їх параметри.	2	ПР-1 Побудова динамічної моделі механізму підйому і визначення її параметрів.
		2	ПР-2 Побудова динамічної моделі механізму пересування і визначення її параметрів.
		2	ПР-3 Побудова динамічної моделі механізму повороту і визначення її параметрів.
		2	ПР-4 Визначення опору руху машини.
		2	ПР-5 Складання диференціальних рівнянь коливань у механічній системі машин.
Залік			

Семестр 3

Кількість годин	Тема лекції	Кількість годин	Тема практичних занять
2	Лек. №2 (Тема 4) Коливання стрижневих систем з розподіленими масами.	2	ПР-6 Розв'язання диференціальних рівнянь коливань у механічній системі машин.
		2	ПР-7 Виведення характеристичних рівнянь коливань.
		2	ПР-8 Визначення власних частот коливань багатомасової динамічної системи.
		2	ПР-9 Розрахунок динамічних навантажень під час розгону і гальмування механізму без урахування проміжків.
		2	ПР-10 Розрахунок динамічних навантажень під час розгону і гальмування механізму з урахуванням проміжків.
Залік			

Семестр 4

Кількість годин	Тема лекції	Кількість годин	Тема практичних занять
2	Лек. №3 (тема 7) Теорії граничних напружених станів.	2	ПР-11 Розрахунок деталей машин на статичну міцність за складного напруженого стану.
		2	ПР-12 Розрахунок деталей машин на довговічність за витривалістю в одновісному напруженому стані.
		2	ПР-13 Розрахунок деталей машин на довговічність за витривалістю у складному напруженому стані.
		2	ПР-14 Розрахунок зубчастої передачі на міцність і витривалість
		2	ПР-15 Розрахунок несних елементів машин на довговічність за витривалістю.
Залік			

Інформаційні матеріали

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

- 1 Бейгул О. О., Колесник І. О. Динаміка та міцність металургійних машин : навч. посіб. Дніпродзержинськ : ДДТУ, 2011. 120 с.
- 2 Чихладзе Е. Д., Берестянська С. Ю., Лисяков І. М. Динамічні розрахунки конструкцій : підруч. Харків : УкрДУЗТ, 2015. 161 с.
- 3 Ловейкін В. С., Ромасевич Ю. О. Динаміка машин. Київ : ЦП «Компринт», 2013. 240 с.
- 4 Сухарев Э. А. Основы динамики подъемно – транспортных и дорожно – строительных машин : учеб. пособие. Ровно : НУВХП, 2012. 191 с.
- 5 Основи розрахунків на міцність : конспект лекцій / В.І. Мороз, О. А. Логвіненко, В. І. Іщенко, О. В. Фомін. Харків : УкрДАЗТ, 2012. 122 с.
- 6 Крани на залізничному ході : навч. посіб. / А. О. Каграманян, Л. М. Козар, С. В. Воронін, В. О. Морозов ; за заг. ред. Л. М. Козара. Харків : УкрДУЗТ, 2019. 262 с.
- 7 Сукач М. К. Будівельні машини і обладнання : підруч. Київ : Видавництво Ліра-К, 2016. 390 с.

Допоміжна

- 1 Ловейкін В. С., Нестеров А. П. Динамічна оптимізація підйомних машин : навч. посіб. Харків : ХНАДУ, 2002. 302 с
- 2 Підйомно-транспортні машини: Розрахунки підймальних і транспортувальних машин : підруч. / В. С. Бондарєв, О. І. Дубинець, М. П., Колісник та ін. Київ : Вища школа, 2009. 734 с.
- 3 Ловейкін В. С., Ромасевич Ю. О. Аналіз та синтез режимів руху механізмів вантажопідйомних машин : монографія. Київ : ЦП «Компринт», 2012. 299 с.
- 4 Сукач М. К., Горбатюк, Є. В., Марченко О. А. Синтез землерийної і дорожньо техніки : підруч. ; за ред. М. К. Сукача. Київ : Видавництво Ліра-К, 2017. 376 с.
- 5 Машини для земляних робіт : навч. посіб. / Л. А. Хмара, С. В. Кравець, М. П. Скорблюк та ін. ; за ред. Л. А. Хмари, С. В. Кравця. Харків : ХНАДУ, 2014. 546 с.
- 6 Слободяник В. А., Козарь Л. М. Вопросы обоснования модернизации кранов мостового типа как альтернативы покупки нового крана // Зб. наук. пр. Укр. держ. акад. залізнич. трансп. Харків, 2013. Вип. 136. С. 204-208.
- 7 Слободяник В. О., Козар Л. М. Залишкові прогини кранових мостів. Стан питання з погляду прогнозування ресурсу подальшої експлуатації кранів // Зб. наук. пр. Укр. держ. акад. залізнич. трансп. Харків, 2012. Вип. 129. С. 183-187.
- 8 Розробка технічної документації на виготовлення дослідно – експериментального зразка накладної вібраційної машини для розвантаження залізничних піввагонів від насипних вантажів : звіт про НДР (заключ) : 69/2–2011 / Укр. держ. акад. залізнич. трансп. ; керівник Романович Є. В. Харків : УкрДАЗТ, 2011. 53 с.
- 9 Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідймальних кранів, підймальних пристроїв і відповідного обладнання : НПАОП 0.00-1.80-18 : затв. Мінсоцполітики 19.01.2018. Харків : Форт, 2018. 264 с.

Інтернет-джерела

- 1 Репозитарій академічних текстів / Укр. держ. ун-т залізнич. трансп. URL: <http://lib.kart.edu.ua/> (дата звернення: 18.08.2021).
- 2 Портал електронних видань / Укр. держ. ун-т залізнич. трансп. URL: <http://metod.kart.edu.ua/> (дата звернення: 18.08.2021).
- 3 Динаміка, міцність та проектування машин і приладів : Вісник Національного університету «Львівська політехніка». URL: <http://ena.lp.edu.ua:8080/handle/ntb/2369> (дата звернення: (appeal date: 18.08.2021).
- 4 Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Динаміка і міцність машин. URL: <http://vestnik.kpi.kharkov.ua/redkolegij/> (дата звернення: 28.08.2019).
- 5 Mathematical Modeling of Torsional and Longitudinal Oscillations in a Mine Winding Plant as a Multiinass System / L. Kozar, Y. Romanovych, H. Afanasov, V. Pashchenko, H. Radionov // International Journal of Engineering & Technology. 2018. Vol. 7, No 4.3. P. 53-57. URL: <https://www.sciencepubco.com/index.php/ijet/article/view/19551> (appeal date: 18.08.2021).
- 6 Journal of Dynamics of Machines. URL: <https://www.gudapuris.com/journal-of-dynamics-of-machines.php> (appeal date: 18.08.2021).
- 7 Strauch D. Classical Mechanics: An Introduction. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009. 405 p. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-540-73616-5> (appeal date: 18.08.2021).

Вимоги викладача

Відвідування занять (аудиторно або дистанційно згідно з наказом ректора університету) для слухачів курсу є обов'язковим.

На лекціях першочергова увага приділяється новітнім досягненням у сфері проектування технічних засобів. Викладання матеріалу здійснюється в інтерактивному режимі.

Протягом семестру аспіранти самостійно готують конспект за тематикою самостійної роботи (індивідуальне завдання, дивись таблицю нижче). Кожен аспірант має в індивідуальному порядку захистити ці теми (до 30 балів разом).

Теми курсу	Тематика (зміст) самостійної роботи
Семестр 2 (модуль 1)	
Тема 2	<i>Складання диференціальних рівнянь руху.</i> Основні методи, що використовуються для отримання диференціальних рівнянь руху механічних систем за відомих їх динамічних: метод рівноваги з використанням принципу д'Аламбера; принцип можливих переміщень; принцип Гамільтона-Остроградського (рівняння Лагранжа другого роду). Моделювання приводних зусиль. Ідеальна кінематична та ідеальна силова характеристики двигунів. Гідравлічні двигуни об'ємного регулювання та з дросельним регулюванням. Механічні системи з електроприводом. Жорсткість механічної характеристики двигуна. Електродвигун постійного струму, переваги, принцип дії. Електропривод змінного струму. Механічна характеристика асинхронного двигуна.
Тема 3	<i>Опори на робочих органах машин.</i> Сили, що діють на робочі органи машин: постійна сила опору; сила (момент) опору лінійно залежить від швидкості; сила (момент) опору квадратично залежить від швидкості; сила (момент) опору обернено пропорційно залежить від швидкості; сила (момент) опору залежить від положення робочого органу. Сухе та в'язке тертя. Опори ґрунту копанню, фактори, від яких він залежать. Типи і конструкції відвалів бульдозерів.
Семестр 3 (модуль 2)	

Тема 5	<i>Методика експериментальних досліджень динамічних навантажень.</i> Планування експерименту з вимірювання зазору між частинами розрізного барабана натурального підйомника. Алгоритм статистичної обробки результатів вимірювань. Результати статистичної обробки. Мета лабораторного експерименту з визначення динамічних навантажень у канаті однокінцевої підйомної установки. Будова експериментальної установки. Вимірювальна апаратура. Тарування тензодавача. Результати лабораторного експерименту.
Тема 6	<i>Шляхи зменшення динамічних навантажень.</i> Вплив приводу на динамічні навантаження в елементах машин. Шляхи зменшення динамічних навантажень під час розгону та гальмування механізмів. Вплив зменшення динамічних навантажень на продуктивність машин. Застосування додаткових пружних елементів.
Семестр 4 (модуль 3)	
Тема 8	<i>Особливості розрахунку на міцність і довговічність вузлів машин.</i> Міцність і довговічність як основні критерії, що визначають працездатність і надійність машин. Забезпечення статичної міцності деталей. Довговічність деталей за витривалістю.
Тема 9	<i>Метод скінченних елементів (МСЕ).</i> Основи МСЕ. Алгоритм МСЕ. Стержневі скінченні елементи. Побудова матриць жорсткості елементів. Синтез скінченно-елементної моделі конструкції. Глобальна і локальна нумерації вузлів. Приклади застосування МСЕ для визначення напружено-деформованого стану елементів машин.

На практичних заняттях аспіранти виконують задачі, по можливості наближені до напрямку дисертаційного дослідження, які мають захисти і отримати відповідні бали за їх виконання (до 6 балів включно за кожну із п'яти задач, тобто до 30 балів разом). Умова виконання і захисту всіх задач є обов'язковою для складання семестрового заліку.

За кожний семестр аспірант проходить тестування (модульний контроль, до 40 балів включно).

Для покращення власної поточної оцінки аспірант (за бажанням) може отримати індивідуальне завдання на підготовку доповіді за окремим питанням будь-якої теми із тих, що вивчаються при прослуховуванні лекційного матеріалу протягом семестру, підготувати доповідь із презентацією за цим питанням і виступити з нею перед аудиторією.

Аспіранти мають приймати активну участь в дискусіях і обговореннях питань за тематикою курсу, які виникають на лекційних або практичних заняттях.

Порядок оцінювання результатів навчання

Порядок оцінювання результатів навчання визначається Положенням про контроль та оцінювання якості знань студентів в Українському державному університеті залізничного транспорту.

Формування оцінки за 100-бальною шкалою

Максимальна кількість балів	
Вид контролю	Сума балів
Поточний контроль:	до 60
1) індивідуальні завдання	до 30
2) практичні заняття	до 30
Модульний контроль	до 40

Примітка. До поточного контролю входять сумарні бали за виконання індивідуальних завдань, оцінювання результатів виконання завдань до практичних та інших видів навчальних занять.

Максимальна кількість балів, яку може отримати здобувач вищої освіти за модуль, становить **100** (до 60 балів за результатами поточного контролю та до 40 балів за результатами модульного контролю). Оскільки для цієї дисципліни передбачається один модуль за семестр, модульна оцінка відповідає оцінці за семестр.

Здобувачам вищої освіти, які отримали модульну оцінку (включно) від 60 до 100 («зараховано», А, В, С, D, E), відповідна оцінка записується в залікову відомість у графу «Підсумкова семестрова оцінка» з переведенням балів до національної шкали («зараховано») та шкали ECTS. Аналогічно ця оцінка проставляється в індивідуальний начальний план здобувача вищої освіти.

Визначення назви за національною шкалою (оцінка)	За 100 бальною шкалою	ECTS оцінка
ЗАРАХОВАНО	від 90 до 100	A
	від 82 до 89	B
	від 75 до 81	C
	від 69 до 74	D
	від 60 до 68	E
НЕЗАРАХОВАНО	від 35 до 59	FX
	менше 35	F

Здобувачам вищої освіти, які отримали підсумкову семестрову оцінку (включно) від 0 до 59 («незараховано», F, FX), оцінка не виставляється. Такі здобувачі можуть виправити оцінку «незараховано» як академічну заборгованість після здавання невиконаної частини робочої програми дисципліни.

Команда викладачів:

Козар Леонід Михайлович (<http://kart.edu.ua/staff/kozar-leonid-mihajlovich>) – доцент кафедри «Машинобудування та технічний сервіс машин». Дисертацію на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук захистив за спеціальністю 05.05.05 – піднімально-транспортні машини в Українській інженерно-педагогічній академії в 2004 році. Напрямки наукової діяльності: динаміка підйомно-транспортних машин, комплексна механізація вантажно-розвантажувальних робіт.

Кодекс академічної доброчесності

Кодекс академічної доброчесності Українського державного університету залізничного транспорту установлює загальні етичні принципи та правила поведінки, якими мають керуватися студенти, аспіранти, викладачі, адміністрація та співробітники університету (далі – учасники освітнього процесу) під час навчання, викладання та провадження наукової (творчої) діяльності, визначає політику і процедури забезпечення дотримання академічної доброчесності в університеті.

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/wp-content/uploads/2020/06/kodex.pdf>

Зокрема, дотримання Кодексу академічної доброчесності УкрДУЗТ означає, що вся робота на іспитах та заліках має виконуватися індивідуально. Під час виконання самостійної роботи аспіранти можуть консультуватися з викладачами, 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 аспірантами (студентами) над виконанням індивідуальних завдань, ви повинні зазначити ступінь їх залученості до роботи.

Інтеграція слухачів з особливими потребами

Вища освіта є провідним чинником підвищення соціального статусу, досягнення духовної, матеріальної незалежності і соціалізації молоді з особливими потребами та відображає стан розвитку демократичних процесів і гуманізації суспільства.

Для інтеграції слухачів з особливими потребами 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: <https://do.kart.edu.ua/course/view.php?id=5221>.