

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Кафедра Залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин



ПРОГРАМА  
навчальної дисципліни  
**ЕНЕРГОХОЛОДИЛЬНІ СИСТЕМИ**  
(назва навчальної дисципліни)

Ступінь вищої освіти магістр  
(бакалавр, магістр)

Факультет / інститут (назва інституту, факультету)	Галузь знань (шифр і назва галузі знань)	Спеціальність (шифр і назва спеціальності)
ІНІ транспорту і будівництва	27 -транспорт	273 – залізничний транспорт


Северодонецьк 2020

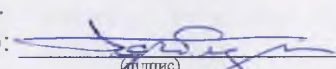
<sup>1</sup> Програма загальноуніверситетської дисципліни затверджується першим проректором

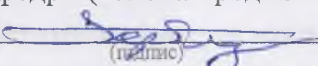
РОЗРОБЛЕНО ТА ВНЕСЕНО: ЗАТ та ПТМ


для студентів спеціальності<sup>2</sup> 273 – залізничний транспорт

Розробники<sup>3</sup>: Могила В.І., проф., к.т.н., доц.  
(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

  
(підпис)

ЗАТВЕРДЖЕНО на засіданні кафедри (предметної комісії) ЗАТ та ПТМ  
Протокол № 2 від «07» 10 2020 р.  
Завідувач кафедри (голова предметної комісії):  ( Горбунов М.І. )  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри (голова предметної комісії)<sup>4</sup> факультету/інституту для якого викладається дисципліна)  ( Горбунов М.І. ) « 07 » 10 2020 року  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено методичною комісією факультету/інституту ІНІ ТіБ  
Протокол № 2 від «13» 10 2020 року  
Голова методичної комісії  ( Уваров П.Є. )  
(підпис) (прізвище та ініціали)

<sup>2</sup> У разі викладання дисципліни для декількох спеціальностей записуються шифр і назва кожної зі спеціальностей.

<sup>3</sup> Розробляється лектором.

<sup>4</sup> Обов'язковим є погодження з випусковими кафедрами по спеціальностям для яких викладається дисципліна. Повторити цей запис для кожної кафедри. Для загально університетських дисциплін програма погоджується з предметною комісією Методичної ради університету.

## ВСТУП

Програму навчальної дисципліни «ЕНЕРГОХОЛОДИЛЬНІ СИСТЕМИ» розроблено відповідно до освітньої програми підготовки здобувачів ступеня вищої освіти магістр із (бакалавр, магістр) спеціальності 273 «Залізничний транспорт»

**Предметом** вивчення навчальної дисципліни є теоретичні і практичні основи холодильної вентиляційної і опалювальної техніки стосовно до рефрижераторних та пасажирських вагонів

**Міждисциплінарні зв'язки:** вивчення даної дисципліни забезпечують дисципліни та базові знання та уявлення з теплотехніки та термодинамики, вищої математики, а також методів моделювання в сфері транспорту

Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів<sup>5</sup>:

Змістовий модуль 1. Теоретичні основи енергохолодильної техніки залізничного транспорту

Змістовий модуль 2. Системи, апарати та прилади холодильних машин залізничного рухомого складу

### 1. Мета та завдання навчальної дисципліни

**1.1.Метою** викладання навчальної дисципліни «ЕНЕРГОХОЛОДИЛЬНІ СИСТЕМИ» є надбання студентами знань та навичок в галузі холодильного обладнання рефрижераторного рухомого складу та установок кондиціонування повітря в пасажирських вагонах, які необхідні для подальшого вивчення технології і організації технічного обслуговування вагонів та їх ремонту.

**1.2.Основними завданнями** вивчення дисципліни «ЕНЕРГОХОЛОДИЛЬНІ СИСТЕМИ» є надати студентам теоретичні та методичні знання з основ холодильних машин рухомого складу та установок кондиціонування повітря пасажирських вагонів. Мати уяву про сучасні тенденції розвитку енергохолодильного обладнання вагонів та нові засоби отримання та використання штучного охолодження

**1.3.** За результатами опанування навчальної дисципліни «ЕНЕРГОХОЛОДИЛЬНІ СИСТЕМИ» здобувачі вищої освіти набувають професійні компетентності, перелік яких наведено в таблиці 0.1 в стовпці «Компетентності». Щоб набути кожен з перерахованих компетентностей, здобувачі вищої освіти повинні продемонструвати знання, уміння, комунікативні здібності, а також здатність самостійно і відповідально здійснювати дії в контексті професії. Ці складові відповідають дескрипторам з Національної рамки кваліфікацій і надаються для кожної компетентності в таблиці 0.1.

Таблиця 0.1 - Відповідність компетентностей дескрипторам Національної рамки кваліфікацій

Компетентності	Знання	Уміння	Комунікація	Автономія та відповідальність
ЗК 01. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності. ЗК 06. Здатність	Найбільш передові концептуальні та методологічні знання в галузі науково-дослідної та/або	Критичний аналіз, оцінка і синтез нових та складних ідей  Організувати та	Спілкування в діалоговому режимі з широкою науковою спільнотою та громадськістю	Ініціювання інноваційних комплексних проєктів, лідерство та повна автономність під час їх реалізації

<sup>5</sup> У якості назв змістових модулів можна наводити назви тем

Компетентності	Знання	Уміння	Комунікація	Автономія та відповідальність
виявляти, ставити та вирішувати проблеми ЗК 07. Здатність приймати обґрунтовані рішення	професійної діяльності і на межі предметних галузей	керувати роботою первинного виробничого, проектного, дослідницького або обслуговуючого підрозділу залізниці	ю в певній галузі наукової та/або професійної діяльності	
ФК 02. Здатність застосовувати системний підхід до вирішення інженерних проблем в рамках спеціалізації	Суттєву значимість конструкторсько-технологічних особливостей енергохолодильних систем та їх використання на загальних та спеціалізованих засобах залізничного транспорту	Розробляти та пропонувати нові технічні рішення та застосовувати нові технології; застосовувати необхідні методи та засоби досліджень, розробляти та аналізувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі об'єктів дослідження, що стосуються створення, експлуатації та ремонту локомотивів та локомотивного господарства	Здатність ефективно налагоджувати комунікації з колегами і керівництвом при обґрунтуванні концепцій, принципів і використанні теорій та методів управління системами та механізмами залізничного транспорту	Здатність саморозвиватися і самовдосконалюватися протягом життя, відповідальність за навчання інших
ФК 05. Здатність вирішувати наукові та виробничі проблеми у сфері залізничного транспорту, демонструючи розуміння ширшого міждисциплінарного інженерного контексту.	Вимоги до основного та допоміжного обладнання енергохолодильних систем рухомого складу	досліджень, розробляти та аналізувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі об'єктів дослідження, що стосуються створення, експлуатації та ремонту локомотивів та локомотивного господарства	Здатність використувувати основні методи та підходи щодо організації, планування, керування та контролю робіт з проектування, розроблення, післяпроектного супроводу, виробництва, випробування, та експлуатації деталей, вузлів залізничного	Соціальна відповідальність за результати прийняття стратегічних рішень
ФК 08. Здатність приймати ефективні рішення щодо вибору матеріалів, обладнання та заходів для реалізації новітніх технологій на залізничному транспорті, відповідно до процесів експлуатації, модернізації, ремонту локомотивів та локомотивного господарства.	Організацію планування та експлуатації залізничного транспорту пов'язаної з перевезенням різноманітних вантажів  Найбільш передові концептуальні та методологічні знання в галузі науково-дослідної та/або професійної діяльності і на	Передавати свої знання, рішення і підґрунтя їх прийняття фахівцям і неспеціалістам в ясній і однозначній формі з питань холодильного обладнання рефрижераторного рухомого складу та установок кондиціонування повітря в пасажирських	Здатність використувувати основні методи та підходи щодо організації, планування, керування та контролю робіт з проектування, розроблення, післяпроектного супроводу, виробництва, випробування, та експлуатації деталей, вузлів залізничного	Здатність самостійно здійснювати підготовку завдань і розробляти окремі складові технічних виробництв в області проектування деталей, вузлів та виробів залізничного транспорту.

Компетентності	Знання	Уміння	Комунікація	Автономія та відповідальність
	межі предметних галузей	вагонах.	транспорту	

Знання і навички, отримані на магістерському рівні при вивченні дисципліни будуть розвинуті при виконанні магістерської роботи та в дисциплінах програми підготовки докторів філософії з наукової спеціальності 273 «Залізничний транспорт».

Знання і навички, отримані при вивченні дисципліни, будуть використовуватись у професійному контексті головного фахівця (залізничного транспорту), директора малого підприємства (транспортного, складського), начальника відділу (на транспорті), начальника відділу транспорту, начальника дільниці, інженера з транспорту, науково-дослідного співробітника.

Перераховані компетентності є складовими інтегрованої професійної компетентності «Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у професійній діяльності у сфері залізничного транспорту відповідно до спеціалізації або у процесі подальшого навчання із застосуванням положень, теорій та методів природничих, технічних, інформаційних та соціально-економічних наук, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується комплексністю та невизначеністю умов», що відповідає восьмому рівню Національної рамки кваліфікацій.

Продемонстровані здобувачами вищої освіти знання, уміння, комунікативні здібності, самостійність і відповідальність в прийнятті рішень складаються в інтегрований програмний результат навчання<sup>6</sup> «РН 02. Вирішувати задачі зі створення, експлуатації, утримання, ремонту та утилізації об'єктів залізничного транспорту, у тому числі на межі із суміжними галузями, інженерними науками, фізикою, екологією та економікою, РН 04. Розробляти та пропонувати нові технічні рішення та застосовувати нові технології, РН 06. Розробляти і впроваджувати енергозберігаючі технології, РН 11. Виконувати техніко-економічні розрахунки, порівняння та обґрунтування процесів проектування, конструювання, виробництва, ремонту, реновації, експлуатації локомотивів та локомотивного господарства, РН 15. Розробляти та оптимізувати параметри технологічних процесів, в тому числі з застосуванням автоматизованого комп'ютерного проектування виробництва вузлів, агрегатів та систем об'єктів залізничного транспорту», що зв'язані з дисципліною «Енергохолодильні системи» в освітній програмі «Локомотиви та локомотивне господарство» за спеціальністю 273 «Залізничний транспорт».

На вивчення навчальної дисципліни відводиться<sup>6</sup> 150 годин / 5 кредити ECTS.

## 2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни<sup>7</sup>

**Змістовий модуль 1.** Теоретичні основи енергохолодильної техніки залізничного транспорту

Тема 1. Вступна лекція. Холодильна техніка і область її застосування.

Енергохолодильні системи ізотермічних вагонів. Призначення та види кондиціонування повітря. Склад та загальна будова установки кондиціонування повітря пасажирського вагону.

Тема 2. Фізичні основи отримання низьких температур.

Охолодження тіл. Поняття “холод”. Охолодження при використанні процесів зміни агрегатного стану тіл. Охолодження за рахунок розширення газів. Охолодження за рахунок дроселювання. Термоелектричне охолодження.

Тема 3. Термодинамічні основи штучного охолодження.

Робочий процес холодильних машин. Типи холодильних машин. Загальні відомості про холодоагенти. Теплоносії.

<sup>6</sup> Надається загальний обсяг

<sup>7</sup> Надається повний тематичний план, до якого включаються всі теми без поділу на види занять

Тема 4. Схеми і цикли парових компресійних холодильних машин.

Принципова схема і цикл парової компресійної холодильної машини з розширювальним циліндром. Теоретичний цикл дійсної парової компресійної холодильної машини. Схема і цикл парової компресійної холодильної машини з регенеративним теплообмінником.

Тема 5. Робочий процес поршневого компресора.

Принцип дії і теоретичний робочий процес поршневого компресора. Дійсний робочий процес поршневого компресора. Коефіцієнт подачі компресора.

Тема 6. Холодопродуктивність холодильної машини і компресора.

Визначення холодопродуктивності холодильної машини. Залежність холодопродуктивності компресора від параметрів циклу холодильної машини. Стандартна і робоча холодопродуктивність. Корисна і загальна холодопродуктивність холодильної машини

Тема 7. Енергетичні показники холодильної машини.

Потужність компресора. Енергетичні коефіцієнти компресора. Характеристики компресорів. Холодильний коефіцієнт машини.

Тема 8. Теплотехнічний розрахунок циклу холодильної машини.

Дійсний цикл ПКХМ. Тепловий розрахунок теоретичного циклу холодильної машини.

Тема 9. Схеми і цикли двоступеневих холодильних машин.

Причини і умови переходу на двоступеневе стиснення. Способи здійснення двоступеневого стиснення. Схема і цикл двоступеневої холодильної машини з не повним проміжним охолодженням. Схема і цикл двоступеневої холодильної машини з повним проміжним охолодженням.

**Змістовий модуль 2.** Системи, апарати та прилади холодильних машин залізничного рухомого складу

Тема 10: Теплообмінні апарати холодильних машин.

Призначення та види теплообмінних апаратів холодильних машин. Призначення і класифікація конденсаторів холодильних машин. Призначення та види регенеративних теплообмінників. Призначення та класифікація випарників. Системи машинного охолодження.

Тема 11: Допоміжні апарати холодильних машин.

Призначення та види допоміжних апаратів холодильних машин. Зворотній клапан та байпасний вентиль. Призначення та будова ресивера. Призначення та види фільтрів.

Тема 12: Автоматизація роботи холодильних установок.

Призначення і види автоматизації холодильних установок. Основні поняття про автоматичне регулювання. Основні елементи приладів автоматики. Класифікація приладів автоматики.

Тема 13: Холодильні машини залізничного рухомого складу.

Будова холодильної машини секції 5БМЗ. Будова холодильної машини секції ЦБ-5. Характеристики обладнання холодильних установок рефрижераторних секцій. Будова холодильної машини МАБ II пасажирського вагона.

Тема 14. Системи вентиляції пасажирських вагонів.

Призначення і види вентиляції. Природна вентиляція пасажирського вагона. Механічна притяжна вентиляція без рециркуляції повітря. Особливості системи механічної вентиляції з рециркуляцією повітря.

### 3. Рекомендована література

#### Базова

1. Ефимова Г. Н. Пассажирский вагон как важный элемент комфорта в транспортном обслуживании. *Современные проблемы сервиса и туризма*. 2008. № 1. С. 51-57.
2. Жариков В. А. Климатические системы пассажирских вагонов. Москва: Трансинфо, 2006. 135 с.
3. Колесников, С. Р. Удосконалення систем життєзабезпечення пасажирського рухомого складу: огляд патентів. *Наука та прогрес транспорту*. 2018. № 1 (73). С. 44-55. doi: 10.15802/stp2018/123460.

4. Бондар Ю., Загороднюк Ю. Автоматизация систем вентиляции та кондиціонування повітря. *Холод*. 2010. № 7. С. 30-35.
5. Бондарь Е. С. Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Киев: Аванпост-Прим, 2005. 560 с.
6. Остапчук В. Н., Залозных В. А., Подопригора А. И. Энергосбережение - современный путь развития железнодорожного транспорта. *Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит*. 2012. № 12. С. 22-28.
7. Белошицкий Е. В., Мямлін С. С. Удосконалення параметрів енерго- ефективності систем життєзабезпечення рухомого складу залізниць. *Сучасні методики, інновації та досвід практичного застосування у сфері технічних наук: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Радом, Республіка Польща. 27-28 грудня 2017р.)*. Радом, Республіка Польща. 2017. С. 140-144.
8. Клюка В. П., Стариков Д. Ю., Кузьменко А. А. Испытание пассажирских вагонов железных дорог на теплоустойчивость. *Известия Транссиба*. 2015. № 2 (22). С. 6-12.
9. Габринец В. А., Титаренко И. В. Концепция оптимального по энергозатратам пассажирского вагона с использованием нетрадиционных источников энергии. *Наука та прогрес транспорту*. 2014. № 4 (52). С. 111-116.
10. Енергохолодильні системи вагонів та їх ТО.: Конспект лекцій для студ. вищ. навч. закл. трансп./ В.М. Іщенко. — К.: КУЕТТ, 2007 - 112с.: іл.
11. Теплотехнічна модель конструкції огороження кузова критого вагона з теплоізоляцією. В. М. Іщенко, О. В. Фомін, В. Є. Осьмак. *Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту*. 2015. Вип. 157. С. 143-149.
12. Методологічно-інформаційні аспекти паспортизації спеціалізованих ізотермічних вагонів. Іщенко В.М., Брайковська Н.С., Осьмак В.Є., Кочешкова Н.С. *Збірник наукових праць ДЕУТ: Серія Транспортні системи і технології*. 2016. Вип.29. С. 154-162.
13. Теоретические основы раздельного определения показателей тепломассообмена при теплотехнических испытаниях крытых вагонов с теплоизоляцией. Ищенко В.Н., Кельрих М.Б., Брайковская Н.С., Осьмак В.Е. *Збірник наукових праць Української Державної академії залізничного транспорту присвячений 60-ти річчю кафедри «Вагони»*. Випуск 139. 2013. С. 35-40.
14. Белошицкий, Э. В., Кебал Ю. В. Повышение эффективности отопительно-вентиляционных систем. *Вагонный парк*. 2017. № 1. С. 32-35

#### **Допоміжна<sup>8</sup>.**

15. Демьянков Н.В. Холодильные машины и установки. – М.: Транспорт, 1976.
16. Фаерштейн Ю.О., Китаев В.Н. Кондиционирование воздуха в пассажирских вагонах. – М.: Транспорт, 1984.
17. Осадчук Г.И., Фарафонов Е.С. Холодильное оборудование вагонов и кондиционирование воздуха. – М.: Транспорт, 1974.
18. Заворыкин М.А., Черкез В.М. Кондиционирование воздуха в пассажирских вагонах. – М.: Транспорт, 1977.
19. Организация и технология ремонта рефрижераторных вагонов. – М.: Транспорт, 1973. – 289 с.
20. Фаерштейн Ю.О., Осадчук Г.И. Ремонт оборудования изотермического подвижного состава. – М.: Транспорт, 1975.
21. Бакрадзе Ю.М., Акимов Б.С., Фаерштейн Ю.О. Ремонт рефрижераторных вагонов. – М.: Транспорт, 1984.
22. Екимовский И.П. Эксплуатация и техническое обслуживание рефрижераторного подвижного состава. – М.: Транспорт, 1983.

---

<sup>8</sup> Нумерацію літератури продовжити

23. Кржимовский В.Е. Рефрижераторные секции отечественной постройки. – М.: Транспорт, 1983.
24. Бартош Е.Т. Энергетика изотермического подвижного состава. – М.: Транспорт, 1976.
25. Холодильные компрессоры. Справочник. – М.: Транспорт, 1981.
26. Маханько М.Г. Кондиционирование воздуха в пассажирских вагонах и локомотивах. – М.: Транспорт, 1981.
27. Китаев Б.Н. Теплообменные процессы при эксплуатации вагонов. – М.: Транспорт, 1984.

#### **4. Форма підсумкового контролю успішності навчання<sup>9</sup>: залік**

##### **5. Засоби діагностики успішності навчання**

В освітньому процесі використовуються такі види контролю: поточний, рубіжний, семестровий контроль.

Поточний контроль проводиться на всіх видах занять у вигляді короткочасних аудиторних контрольних робіт, електронного тестування на сайті дистанційного навчання і домашніх контрольних робіт для заочної форми навчання. Інформація, одержана при поточному контролі, використовується для коригування методів і засобів навчання, а також для планування самостійної роботи здобувачів вищої освіти.

Семестровий контроль з дисципліни проводиться відповідно до навчального плану у вигляді семестрового заліку в терміни, встановлені графіком навчального процесу та в обсязі навчального матеріалу, визначеному робочою програмою дисципліни.

#### Примітки:

1. Програма навчальної дисципліни розробляється на основі освітньої програми.
2. На підставі програми навчальної дисципліни складається робоча програма навчальної дисципліни.

---

<sup>9</sup> Вказуються форми проведення семестрового контролю: усна, письмова, комбінована, тестування тощо.