

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Кафедра «Електричні машини»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри «Електричні машини» _____ Володимир МІЛИХ
(підпис)

Протокол № 3 від «22» вересня 2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Перспективи застосування надпровідності в електромеханіці»

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти	другий (магістерський)
галузь знань	14 Електрична інженерія
спеціальність	141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
освітня програма –	«Електромеханіка»
вид дисципліни –	професійна підготовка, вибіркова
форма навчання –	денна

Харків – 2021 рік

ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

Робоча програма з навчальної дисципліни «ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ НАДПРОВІДНОСТІ В ЕНЕРГЕТИЦІ»

Розробник:

Професор кафедри електричних машин,
докт. техн. наук, доцент

Валентина ШЕВЧЕНКО

Робоча програма розглянута та затверджена на засіданні кафедри «Електричні машини»

Протокол № 3 від «22» вересня 2021 року

Завідувач кафедри «Електричні машини» _____ Володимир МІЛИХ

ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

Шифр та назва освітньої програми	ПІБ Гаранта ОП	Підпис, дата
Освітньо-професійна програма «Електромеханіка» за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	Володимир МІЛИХ	

Голова групи забезпечення
спеціальності _____

Олександр ЛАЗУРЕНКО

(ПІБ, підпис)

« _____ » _____ 2021 р.

ЛИСТ ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕННЯ РОБОЧОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ

Дата засідання кафедри-розробника РПНД	Номер протоколу	Підпис завідувача кафедри	Голови груп забезпечення спеціальностей

МЕТА, КОМПЕТЕНТНОСТІ, РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ТА СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНА СХЕМА ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою робочої програми навчальної дисципліни є підготовка магістрів за спеціальністю 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», що передбачає формування бази теоретичних знань в області виготовлення, монтажу, експлуатації електричних машин, трансформаторів та іншого електрообладнання з використання низько - та високотемпературних надпровідників. Вивчення феноменологічних теорій надпровідності: теорія Лондонів, теорія Гінзбурга-Ландау, - та застосування їх для дослідження електромеханічних надпровідних систем. Вивчення основних положень технології виготовлення та перспектив використання надпровідників в електромеханіці.

Компетентності

Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми, що зв'язані з вивченням дисципліни. Здатність поновлювати та мати знання щодо міжнародного рівня досягнень світової науки і практики в створенні надпровідників різних типів, основних положень теорії надпровідності, практичного використання надпровідників. Знати області використання надпровідників різних типів в електромеханіці; основні конструктивні рішення і особливості надпровідникового електрообладнання; недоліки і перспективи розвитку трансформаторів, електричних машин та іншого електрообладнання з використанням низько- і високотемпературних надпровідників. Знати існуючі технології виготовлення високотемпературних надпровідників; особливості експлуатації та виконання надпровідникових електричних машин різних типів, трансформаторів та іншого електротехнічного обладнання. Знати перспективні напрямки використання високотемпературних надпровідників в електроенергетиці: створення турбогенераторів великої потужності для АЕС, генераторів для станцій з відновлюємими джерелами енергії, створення джерел великих магнітних полів для електротранспорту та термоядерних установок. Вміти встановлювати доцільність і знати особливості, достоїнства і недоліки використання надпровідникового електрообладнання на промислових підприємствах і електростанціях; вміти виконувати контроль за роботою електрообладнання, в якому використовують надпровідники.

Процес вивчення дисципліни спрямований на формування наступних компетенцій, ЗК-1-ЗК3, ЗК-7, ЗК-5, ПК-1, ПК-5, ПК-8, ПКсб-1, ПКсб-2, ПКсб-5; ПКсб-6

Результати навчання – студент повинен знати загальні положення надпровідності і існуючі теорії пояснення її існування (теорію БКШ і феноменологічну теорію надпровідності матеріалів, теорію низько- та високотемпературних

надпровідників); загальні питання технології виготовлення та експлуатації напівпровідникових електричних машин і іншого електрообладнання, технологію та організацію робіт по розрахункам, проектуванню, обслуговуванню і налагоджуванню надпровідникових електричних машин та іншого електрообладнання. Студент має засвоїти наступні знання: фізичну суть явища надпровідності; поняття критичної температури, критичного струму та критичного магнітного поля, квантування магнітного потоку; ізотопний ефект, ефект Мейсснера; відмінність між надпровідниками першого та другого роду; можливості практичного застосування явища надпровідності; застосувати здобуті знання до впровадження надпровідності в електромеханіку. РН-1 – РН-7; РН-11 – РН-15

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Попередні дисципліни:	Наступні дисципліни:
1. Електричні машини (загальний курс)	1. Перспективи розвитку турбогенераторів
2. Матеріалознавство	
3. Надійність і діагностика електромеханічних пристроїв і електричних машин	2. Дисципліни присвячені питанням ресурсо- та енергозбереженню, розвитку екологічнобезпечних технологій
4. Основи метрології і електричних вимірювань	
5. Прогресивні технології і матеріали в електромеханіці	3. Міжнародна економіка
6. Технологія машинобудування і ресурсозберігаючі технології	4. Нанотехнології в електромашинобудуванні
7. Експлуатація і ремонт електричних машин	5. Охорона праці та навколишнього середовища
8. Випробування і діагностика електричних машин	6. Виконання дипломної роботи магістра
9. Іноземна мова за фахом	

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(розподіл навчального часу за семестрами та видами навчальних занять)

Семестр	Загальний обсяг (годин)/кредитів ECTS	З них		За видами аудиторних занять (годин)			Індивідуальні завдання студентів (КП, КР, РГ, Р, РЕ)	Поточний контроль (кількість робіт)	Семестровий контроль	
		Аудиторні заняття (годин)	Самостійна робота (годин)	Лекції	Лабораторні заняття	Практичні заняття, семінари			Залік	Екзамен
11	90/3	32	68	32	-	-	-	1	11	-

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загального обсягу складає 55,1 %:

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п.	Види навчальних занять (Л, ЛЗ, ПЗ, СР)	Кількість годин	Номер семестру (якщо дисципліна викладається у декількох семестрах). Назви змістових модулів. Найменування тем та питань кожного заняття. Завдання на самостійну роботу.	Рекомендована література (базова, допов- нення)
1	2	3	4	5
Змістовий модуль № 1. Основи теорії надпровідності				
1	Л №1	2	Тема 1. Історія і загальні положення теорії надпровідності. Історія відкриття надпровідності. Засоби вимірювання низьких температур. Класифікація надпровідників. Типи надпровідників, основні технічні характеристики надпровідників.	1,3,6
	Л №2	2	Тема 2. Надпровідність металів, сплавів та інтерметалічних сполук. Надпровідники першого та другого роду, проміжний і змішаний стан. Органічні надпровідники, високотемпературні надпровідники.	1,3,6
	Л №3	2	Тема 3. Основні ефекти, пов'язані з надпровідністю: нульовий опір, ефект Мейсснера, ізотопічний ефект, квантування магнітного потоку. Ефект Джозефсона. Пояснення ефекту Мейсснера в теорії Лондонів. Лондонська глибина проникнення.	6,7
	Л №4	2	Тема 4. Теорії надпровідності Теорія ідеального діамagnetизму. Теорія куперівських пар Бардіна – Купера – Шріффера (теорія БКШ). Вплив теорії БКШ на практичне використання надпровідників в електротехнічних установках. Феноменологічна теорія надпровідності Гінзбурга-Ландау.	1,3,7
	Л №5	2	Тема 5. Квантова левітація в надпровідниках. Дві характерні довжини в теорії Гінзбурга — Ландау. Параметр Гінзбурга — Ландау. Квантування магнітного потоку. Верхнє критичне поле в теорії Гінзбурга — Ландау.	3,7, 10,11

1	2	3	4	5
Змістовий модуль № 2. Конструктивні рішення і особливості напівпровідникових елементів електрообладнання				
2	Л №6	2	<i>Тема 6.</i> Охолодження електротехнічного обладнання. Класи нагрівостійкості ізоляції. Допустима температура нагріву окремих частин електричних машин. Системи охолодження електричних машин.	4,5
	Л №7	2	<i>Тема 7.</i> Технології виготовлення надпровідників. Технології отримання НТНП. Основні види технологічних процесів виготовлення високотемпературних надпровідників.	4,5,9
	Л №8	2	<i>Тема 8.</i> Кріостування електротехнічного обладнання. Конструкційні метали і сплави, які можна використовувати для створення елементів напівпровідникових турбогенераторів при низьких температурах.	2,3, 11
Змістовий модуль № 3. Використання низькотемпературної (НТНП) та високотемпературної надпровідності (ВТНП) в електротехнічних установках				
3	Л №9	2	<i>Тема 9.</i> Типи НТНП та технології отримання НТНП . Вплив зовнішніх факторів на властивості НТНП матеріалів. Використання НТНП в електротехнічному устаткуванні. Проблеми використання НТНП для електротехнічних установок	3,5, 7
	Л №10	2	<i>Тема 10.</i> Типи ВТНП та наукові основи високотемпературної надпровідності. Історія відкриття ВТНП. Дослідження параметрів ВТНП. Вплив зовнішніх факторів на властивості ВТНП матеріалів: вплив магнітного поля, сили і частоти струму.	1-4
	Л №11	2	<i>Тема 11.</i> Технології отримання, області використання, недоліки і переваги напівпровідникових елементів з використанням ВТНП та матеріалів нано-структурного рівня.	5,10, 13
	Л №12	2	<i>Тема 12.</i> Використання ВТНП в електротехнічних установках. Перспективні області використання ВТНП для електромеханічних систем.	13,14
	Л №13	2	<i>Тема 13.</i> Особливості конструкції та обслуговування ВТНП трансформаторів з надпровідниковими обмотками та напівпровідникових кабелів.	10,11
	Л №14	2	<i>Тема 14.</i> Особливості конструкції та обслуговування турбогенераторів з ВТНП обмотками та кріогенних турбогенераторів.	2,5, 8-10

1	2	3	4	5
3	Л №15	2	Тема 15. Порівняльний аналіз техніко-економічних характеристик «теплых» турбогенераторів, кріотурбогенераторів та ТГ з надпровідниковими обмотками.	8 12,13
	Л №16	2	Тема 16. Надпровідні соленоїди. Магнітна підвіска сучасного електротранспорту. Надпровідні лінії електропередачі. Надпровідна електроніка.	11-14
Разом (годин)		32		

САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва видів самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу	12
2	Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях	16
3	Виконання індивідуального завдання:	30
4	Інші види самостійної роботи	-
	Разом	58

ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Перспективи застосування високотемпературних надпровідників в електротехнічному обладнанні.

Індивідуальне завдання за методичними вказівками [17]

№ з/п	Назва індивідуального завдання (наукова розробка) та його розділів	Терміни виконання (на якому тижні)
1	Видача-отримання завдання	1
2	Виконання індивідуального завдання	2-12
3	Оформлення індивідуального завдання	13
4	Захист індивідуального завдання	14

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Використовуються різні методи навчання на лекціях відповідно до змісту робочої програми та з метою активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів при вивченні дисципліни (активні форми проведення занять, активація взаємодії між викладачем та студентами): лекція, лекція-діалог, опитування, інженерний семінар, співбесіда, консультація.

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль реалізується у формі опитування на лекціях та консультаціях, при проведенні вхідного контролю та контролю виконання індивідуального завдання (РГ), при проведенні контрольної роботи. Результати поточного контролю (поточна успішність) безпосередньо враховуються для виставлення оцінки з даної дисципліни.

Контроль вивчення розділів робочої програми, розділів, що освоюються під час самостійної роботи студента, проводиться шляхом перевірки конспектів та написання контрольної роботи. Семестровий контроль проводиться у формі заліку по екзаменаційних білетах, відповідно до навчального плану, з урахуванням результатів поточної успішності, в обсязі навчального матеріалу, визначеного навчальною програмою, в терміни, що встановлені навчальним планом. Семестровий контроль може проводитися як письмово, так і в усній формі.

Студент вважається допущеним до екзамену з навчальної дисципліни за умови захисту індивідуального завдання, передбаченого навчальною програмою з дисципліни.

РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ, ТА ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ТА УМІНЬ (НАЦІОНАЛЬНА ТА ECTS)

Таблиця 1. – Розподіл балів для оцінювання успішності студента для заліку

Контрольна робота	Лаб. роботи	КР	РГЗ	Індивідуальні завдання	Залік	Сума
10	-	-	-	-	90	100

Таблиця 2. Шкала оцінювання знань та умінь: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 ... 100	A	відмінно
82 ... 89	B	добре
74 ... 81	C	
64 ... 73	D	
60 ... 63	E	задовільно
35 ... 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0 ... 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Конспект лекцій з дисципліни «Перспективи застосування надпровідності в електромеханіці».
2. Білети вхідного та проміжного контролю, екзаменаційні білети.
3. Файли презентацій.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова література

1. Свідзинський А. В., Вілігурський О. М. Лекції з фізики надпровідності. – Луцьк: РВВ “Вежа” Волинського державного університету ім. Лесі Українки, 2003. – С. 3-16. ISBN 966-600-125-X
URL: https://physics.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/svit_fizyky_2011_01.pdf
2. Черноплеков Н. А. Сверхпроводниковые технологии: современное состояние и перспективы практического применения. // Санкт-Петербург: Вестник РАН. – 2001. – Том 71. – № 4. – С. 36-78.
3. Кресин В. Сверхпроводимость и сверхтекучесть. – Москва: Наука, 1978. – 148 с. URL: <https://www.twirpx.com/file/916156/>
4. Уильямс Дж. Сверхпроводимость и ее применение в технике. – Москва: Мир, 1973. – 417 с.
5. Черноплеков Н.А., Чубраева Л.И. Сверхпроводниковые обмоточные материалы для современной электроэнергетики. // Санкт-Петербург: ОЭЭП РАН. Проблемы создания и эксплуатации новых типов электроэнергетического оборудования. – 2003. – Вып.5. – 162 с.
6. Буккель В. Сверхпроводимость. – Москва: Мир, 1976. – 366 с.
7. Курин В.В. Физика сверхпроводников. Вводный курс: Уч. пособие для студентов 4,5 курсов радиофизического факультета и ВШ общей и прикладной физики ННГУ им. Лобачевского. – Нижний Новгород, 2004. – 82 с.
8. Глебов И.А., Данилевич Я. Б., Шахтарин В. Н. Турбогенераторы с использованием сверхпроводимости. – Ленинград: Наука, 1981. – 231 с.
9. Brunet U., Tixador P., Nithart H. Cryogenic conceptions for full superconducting generators; realization of superconducting armature cryostat. //Cryogenics. –1988. – 288 p.
10. Шевченко В. В., Гавриш А. Ю. Современное состояние и перспективы использования сверхпроводников в электроэнергетике. // Харків: Системи обробки інформації. – 2005. – Вип. 5(45). – С. 194-203. URL: http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/32846/1/2005_Shevchenko_Sovremennoe_sostoyanie.pdf
11. Третьяков Ю.Д., Гудилин Е.А. Синтез “левитирующих” ВТСП-материалов: от фантастики к реальности. – Природа, 1999

Допоміжна література

12. Шевченко В.В., Шевченко С.Е., Шуджан Р.Я. Предложения по использованию сверхпроводников в электротехнических устройствах. // Харківський університет повітряних сил: Системи обробки інформації. Збірник наукових праць. – 2007. – Вип.1(13). – С. 96-101.

13. Бабенко Ф. М., Веркин Б. И. Некоторые особенности конструирования и расчета роторов крио-турбогенераторов. // Криогенное электромашиностроение. – Киев: Наук, думка, 1980. – С. 9-18.

14. Максимов Е. Г. Проблема высокотемпературной сверхпроводимости. Современное состояние // Успехи физических наук, 2000, т. 170. – № 10. – С. 1033-1061.

15. Хокинг С., Пенроуз Р. Природа пространства и времени. /Пер. с англ. А. Беркова, В. Лебедева. – Санкт-Петербург: Амфора, 2007. – 171 с.

16. Літерні позначення величин та параметрів електричних машин: методичні вказівки до використання в навчальному процесі кафедри «електричні машини» для викладачів і студентів усіх спеціальностей / Укладач В.І. Мілих. – Харків: НТУ «ХП», 2007.

17. Перспективи застосування високотемпературних надпровідників в електротехнічному обладнанні. Методичні вказівки та контрольні завдання для студентів денної форми навчання по спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», спеціалізація «Електричні машини». Укладачі: В.В. Шевченко, В.П. Шайда, Л.В. Шилкова – Харків: НТУ «ХП», 2020. – 40 с.

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

1. Методичні матеріали оприлюднені на офіційному сайті університету <http://web.kpi.kharkov.ua/elmash/pro-kafedru/>

2. Сверхпроводимость в электроэнергетике: настоящее и будущее. URL: <http://elektrik.info/main/fakty/445-sverhprovodimost-v-elektroenergetike-nastoyashee-i-budushee.html>