

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Кафедра «Електричні машини»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

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

25 серпня 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«КОНСТРУЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН»

рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

галузь знань – 14 Електрична інженерія

спеціальність – 141 Електротехніка, електроенергетика та електромеханіка

освітня програма – Електромеханіка

вид дисципліни – професійна підготовка, вибіркова

форма навчання – денна

Харків – 2022 рік

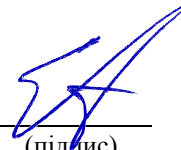
ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

Робоча програма з навчальної дисципліни

«КОНСТРУЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН»

Розробник:

Доцент кафедри «Електричні машини»


(підпис)

Андрій ЄГОРОВ

Робоча програма розглянута та затверджена на
засіданні кафедри «Електричні машини»
протокол № 1 від 25 серпня 2022 року.

Завідувач кафедри «Електричні машини»

(підпис)

Володимир МІЛИХ

ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

| Шифр та назва освітньої програми | ПІБ Гаранта ОП | Підпис, дата |
|----------------------------------|----------------------|--------------|
| Електромеханіка | Юр'єва Олена Юріївна | 25.08.22 |

Голова групи забезпечення спеціальності

(підпис)

Олександр ЛАЗУРЕНКО

25 серпня 2022 року

ЛИСТ ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕННЯ РОБОЧОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ

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

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

Метою робочої програми навчальної дисципліни є підготовка бакалаврів за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», що передбачає формування бази теоретичних знань з основних тенденцій і напрямків розвитку конструкції електричних машин; класифікацій і характеристик матеріалів, що використовуються в ЕМ; призначення і конструкцій магнітної системи та обмотки машин постійного струму, осердя, корпусу, обмотки статора машини змінного струму; конструкції осердь роторів, їх обмоток і контактних кільць; конструкції основних вузлів ротора СМ; конструкції і типу обмотки якоря МПС; призначення і вимог, що пред'являються до колектора; класифікацію підшипникових вузлів; набуття студентами практичних навичок з проведення механічного розрахунку валу.

Компетентності

Здатність дотримуватись в проєктах електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування міжнародних стандартів, норм і технічних умов. Здатність до вивчення та аналізу науково-технічної інформації в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. Здатність визначати особливості конструкцій окремих складових вузлів електричних машин.

ПК-7, ПК-12, ПКс6-2.

Результати навчання

Визначати принципи побудови та нормального функціонування елементів електроенергетичних, електротехнічних електромеханічних комплексів та систем. Вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням та програмним забезпеченням при виконанні розрахунків режимів роботи електротехнічного, електроенергетичного та електромеханічно-го обладнання, відповідних комплексів та систем. Знати особливості конструкцій окремих складових вузлів електричних машин.

РНп-1, РНп-15, РНс6-2.

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

| | |
|---|---|
| Вивчення цієї дисципліни безпосередньо спирається на: | На результати вивчення цієї дисципліни безпосередньо спираються: |
| Вища математика Вступ до спеціальності. Ознайомча практика Електротехнічні матеріали Технічна механіка Електричні машини Технологія електромашинобудування | Проєктування асинхронних машин Проєктування електричних машин в САПР Виробництво електричних машин Дипломне проєктування |

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(розподіл навчального часу за семестрами та видами навчальних занять)

| Семестр | Загальний обсяг | | За видами аудиторних занять (годин) | | | Індивідуальні завдання студентів (КП, КР, РГ, Р, РЕ) | Поточний контроль | Семестровий контроль | | | |
|---------|-----------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|--------|---------------------|---|-------------------|-----------------------------|--|-------|---------|
| | Всього (годин) / кредитів ECTS | З них | | Лекції | Лабораторні заняття | | | Практичні заняття, семінари | Контрольні роботи (кількість робіт) | Залік | Екзамен |
| | | Аудиторні заняття (годин) | Самостійна робота (годин) | | | | | | | | |
| 6 | 120/4 | 48 | 72 | 24 | – | 24 | Р | 1 | | + | |

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загального обсягу становить 40 %.

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, допоміжна) |
|-----------------------------|---|-----------------|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Змістовий модуль № 1 | | | | |
| 1 | Л | 2 | Тема 1. Тенденції розвитку конструкцій електричних машин та матеріали, що використовуються в ній. Основні тенденції розвитку ЕМ. Напрямки розвитку конструкції ЕМ. Класифікація матеріалів. Навантаження діючі на деталі ЕМ. | 1, 2, 3 |
| 2 | Л | 2 | Тема 2. Класифікація ЕМ. Класифікація ЕМ по основних ознаках. Класифікація ЕМ по зовнішніх факторах, які визначають її конструкцію. Класифікація систем вентиляції ЕМ. Схеми і характеристика витяжної і нагнітальної вентиляції. | 1, 2, 3, 12, 13 |
| 3 | Л | 2 | Тема 3. Магнітна система машин постійного струму (МПС). Призначення і конструкція станин МПС. Конструкція осердя головного полюса МПС. Конструкція осердя додаткового полюса МПТ. Призначення і типи обмоток магнітної системи МПС. Конструкція обмоток головних і додаткових полюсів та компенсаційної обмотки МПС. | 1, 2, 3, 5, 12, 13 |
| 4 | Л | 2 | Тема 4. Корпус та осердя статора ЕМ змінного струму. Призначення і класифікація корпусів ЕМ змінного струму. Конструкція роз'ємних і нероз'ємних корпусів ЕМ змінного струму. Конструкція осердя із зовнішнім діаметром до 990 мм. Способи скріплення цілих листів осердя. Конструкція осердя із зовнішнім діаметром понад 990 мм. Складання і кріплення сегментованого осердя. | 1,2, 3, 12, 13 |
| 5 | Л | 2 | Тема 5. Обмотки статора ЕМ змінного струму. Класифікація обмоток статорів ЕМ змінного струму. Види і конструкція одношарових обмоток статора. Види і конструкція двошарових обмоток статора. Переваги і недоліки одношарових і двошарових обмоток. Кріплення лобових частин обмотки статора. | 1, 2, 3, 12, 13 |
| 6 | Л | 2 | Тема 6. Щити, вивідні пристрої та щітковий вузол. Конструкція підшипникових щитів. Призначення, типи і конструкція замкових поверхонь («замків»). Вимоги, що пред'являється до підшипникових щитів. Конструкція коробки і колодки виведень. Призначення і склад траверси. Типи і конструкція щіткотримачів. | 1, 2, 3 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

| | | | | |
|--------------------------|----|---|--|--------------------|
| 7 | Л | 2 | Тема 7. Конструкція осердь роторів (якорів) ЕМ. Основні ознаки і класифікація роторів і якорів. Основні вузли ротора асинхронної ЕМ, синхронної ЕМ і якоря МПС. Конструкція осердя ротора із зовнішнім діаметром до 990 мм. Конструкція осердя ротора із зовнішнім діаметром понад 990 мм. 5 Конструкція обмоткотримачів і натискних фланців. Конструкція корпусу для осердя ротора. | 1, 2, 3, 12, 13 |
| 8 | Л | 2 | Тема 8. Конструкція обмоток ротора асинхронної машини (АМ). Класифікація обмоток ротора АМ і особливості їх виготовлення. Види і конструкція короткозамкненої обмотки ротора. Конструкція фазної обмотки ротора. Контактні кільця ЕМ змінного струму | 1, 2, 3, 12, 13 |
| 9 | Л | 2 | Тема 9. Конструкція основних вузлів ротора СМ. Конструкція явнополюсної синхронної машини. Конструкція дротяних котушок обмотки збудження СМ. Конструкція смугових котушок обмотки збудження СМ. Міжполюсні розпірки, умови установки і види. Призначення і конструкція заспокійливої (демпферної обмотки). Пускова обмотка ротора СМ. Конструкція корпусу ротора СМ. Особливості конструкції неявнополюсного ротора СМ. | 1, 2, 3, 6 |
| 10 | Л | 2 | Тема 10. Обмотка якоря МПС. Конструкція і типи обмотки якоря МПС. Способи укладання провідників в прямокутні пази осердя якоря. Конструкція лобових частин обмотки якоря. Кріплення обмотки якоря. Зрівняльні з'єднання обмоток якоря. | 1, 2, 3, 5 |
| 11 | Л | 2 | Тема 11. Колектор МПС. Призначення і вимоги, що пред'являються до колектора. Класифікація колекторів. Конструкція торцевого колектора. Конструкція арочного колектора. Колектор з бандажними кільцями. Колектор з пластмасовим корпусом. | 1, 2, 3, 5 |
| 12 | СР | 4 | Тема 12. Конструкція вентиляторів. Типи вентиляторів, їх характеристика. Конструкція осьового вентилятора. Конструкція радіального вентилятора. Конструкція ваг балансування та способи їх розміщення. | 1, 2, 7 |
| 13 | Л | 2 | Тема 13. Вал і підшипникові вузли ЕМ. Класифікація валів ЕМ. Основні конструктивні елементи валу ЕМ. Сутність механічного розрахунку валу. Підшипники кочення, конструкція і класифікація. Типи вентиляторів, їх характеристика. Підшипники ковзання, конструкція і класифікація | 1, 2, 8, 9, 10 |
| Практичні заняття | | | | |
| 14 | ПЗ | 2 | 1. Допуски і посадки в машинобудуванні. Шорсткість поверхонь деталей ЕМ, позначення на кресленнях і визначення | 2, 4 |
| 15 | ПЗ | 2 | 2. Класифікація електричних машин по системах <i>IP, IC</i> і <i>IM</i> . | 1, 2, 3 |

| | | | | |
|------------------|----|----|---|----------------|
| 16 | ПЗ | 2 | 3. Розробка конструкції станини, розрахунок її кріплення до фундаменту. Вибір установчо-приєднувальних розмірів електричної машини, визначення допусків на них. Розмірні ланцюги. | 1, 2 |
| 17 | ПЗ | 2 | 4. Розробка конструкції головних і додаткових полюсів МПС. Розрахунок міцності заклепок стягуючих полюс. Розрахунок кріплення головних і додаткових полюсів. | 1, 2, 5 |
| 18 | ПЗ | 2 | 5. Розробка конструкції цільного і сегментного листа якоря (ротора). Розрахунок міцності цільного і сегментного листа якоря (ротора). | 1, 2 |
| 19 | ПЗ | 2 | 6. Розрахунок посадки кільця балансування на вал. Розрахунок кільця, яке запирає осердя ротора (якоря). | 1, 2 |
| 20 | ПЗ | 2 | 7. Розробка конструкції і розрахунок кріплення пазових і лобових частин обмотки якоря. | 1, 2, 5 |
| 21 | ПЗ | 2 | 8. Розробка конструкції полюса і котушки обмотки збудження СМ. Розрахунок міцності кріплення полюса СМ до корпусу ротора. Механічний розрахунок обмотки збудження СМ і вибір кількості міжполюсних розпірок. | 1, 2, 6 |
| 22 | ПЗ | 2 | 9. Розробка конструкції арочного колектора на сталевому корпусі. Механічний розрахунок арочного колектора. Розробка конструкції колектора на пластмасі. Механічний розрахунок колектора на пластмасовому корпусі. | 1, 2, 5 |
| 23 | ПЗ | 2 | 10. Розробка конструкції вала ЕМ та його механічний розрахунок. | 1, 2, 8 |
| 24 | ПЗ | 2 | 11. Механічний розрахунок підшипників кочення ЕМ. | 1, 2, 9, 10 |
| 25 | ПЗ | 2 | Контрольна робота | |
| Разом (годин) | | 52 | | |

САМОСТІЙНА РОБОТА

| № з/п | Назва видів самостійної роботи | Кількість годин |
|-------|--|-----------------|
| 1 | Опрацювання лекційного матеріалу | 6 |
| 2 | Підготовка до практичних занять | 12 |
| 3 | Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях | 12 |
| 4 | Виконання індивідуального завдання: | 30 |
| 5 | Інші види самостійної роботи | 16 |
| | Разом | 72 |

ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Розрахункове завдання за методичними вказівками [11]

| № з/п | Назва індивідуального завдання та (або) його розділів | Терміни виконання (на якому тижні) |
|-------|---|------------------------------------|
| 1 | Видача-отримання завдання | 1 |
| 2 | Виконання теоретичної частини | 3 |
| 3 | Виконання розрахункової частини | 8 |
| 4 | Оформлення контрольної роботи | 11 |
| 5 | Захист розрахунково-графічного завдання | 12 |

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Навчальні технології, що використовують викладачі на лекційних та практичних заняттях, застосовуються відповідно до змісту робочої програми та з метою активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів при вивченні дисципліни.

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль реалізується у формі опитування на лекційних та практичних заняттях, перевірки виконання індивідуальних завдань, проведення контрольних робіт.

Контроль складової робочої програми, яка освоюється під час самостійної роботи студента, проводиться: з лекційного матеріалу – перевіркою конспектів; з практичних занять – за допомогою здачі звітів про виконання практичних робіт.

Семестровий контроль проводиться у формі екзамену по екзаменаційних білетах відповідно до навчального плану в обсязі навчального матеріалу, визначеного навчальною програмою та у терміни, що встановлені навчальним планом з урахуванням результатів поточної успішності.

Результати поточного контролю (поточна успішність) безпосередньо враховуються для виставлення оцінки з даної дисципліни.

Семестровий контроль може проводитися як в письмовій так і усній формі

Студент вважається допущеним до екзамену з навчальної дисципліни за умови здачі звітів про виконання усіх практичних робіт та індивідуального завдання, передбачених 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

| Контрольні роботи | Практичні роботи | Р | Екзамен | Сума |
|-------------------|------------------|----|---------|------|
| 20 | 30 | 20 | 30 | 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 | задовільно |
| 60-63 | E | |
| 35-59 | FX | незадовільно з можливістю повторного складання |
| 0-34 | F | незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни |

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Розширений план лекцій, плани практичних занять, завдання для самостійної роботи, питання для поточного та підсумкового контролю знань і вмінь студентів.

Складові навчально-методичного забезпечення навчальної дисципліни розташовані на сайті кафедри електричних машин <http://web.kpi.kharkov.ua/elmach/nmkd/>

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова література

1. Циценков Д.В. Проектування електричних машин : навч. посіб. / Д.В. Циценков, О.Б. Іванов, О.В. Бобров, В.В. Кузнецов, В.В. Артемчук, М.О. Баб'як – Д. : НТУ «ДП», 2020. – 408 с.
2. Юхимчук В.Д. Технологія виробництва електричних машин: підручник / В. Д. Юхимчук. – Х. : Тім Пабліш Груп, 2014. – 750 с.
3. Осташевський М. О. Електричні машини і трансформатори : навч. посібник / М. О. Осташевський, О. Ю. Юр'єва; за ред. В. І. Мілих. – Харків : ФОП Панов А. М., 2017. – 452 с.
4. Адаменко Ю.І. Допуски, посадки та технічні вимірювання. Практикум. Частина 1 [Текст] : навч. посібн. / Ю.І. Адаменко, О.М. Герасимчук, С.В. Майданюк, Н.В. Мініцька, В.А. Пасічник, О.А. Плівак. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2016. – 164 с.
5. Осташевський М.О. Конструювання двигунів постійного струму / За ред.. Осташевського М.О. : Навч.-метод. Посібник з курсового проектування для студентів електромашинобудівного факультету. / М.О. Осташевський, В.Д. Юхимчик, О.Ю. Юр'єва – Харків : НТУ «ХП», 2002.
6. Попічко В.В., Хай М.В. Конструкція синхронних явнополюсних машин. Навч. посібник. – Львів: НУЛП, 2002. – 112 с.
7. Осташевський М. О. Теплові розрахунки електричних машин : навч. посібник / М. О. Осташевський, О. М. Петренко, О. Ю. Юр'єва – Харків : ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2020. – 450 с.
8. Дереза О.О. Інженерна механіка (деталі машин): посібник-практикум (Частина 2) / О.О. Дереза, О.М. Леженкін, О.О. Вершков, Є.А. Гавриленко, А.О. Смелов, Ю.О. Дмитрієв – Мелітополь: ВПЦ «Люкс», 2021. – 132 с.
9. Павлище В.Т. Підшипники кочення: Основні параметри, конструкції опор, змащування, ущільнення та розрахунки ресурсу / В.Т. Павлище; – Л.: Вид-во Нац. ун-ту «Львів. політехніка», – 2001. – 136 с.
10. Гайдамака А.В. Підшипники кочення. Базові знання та напрямки вдосконалення : навч. посіб. / А. В. Гайдамака. – Х. : НТУ «ХП», 2009. – 248 с.
11. Рабешко О.С. Взаємозамінність і розрахунок розмірних ланцюгів в електричних машинах [Електронний ресурс] : навч. посібник : для студ. машинобудівних спец. / О.С. Рабешко – Харків : НТУ «ХП», 2006. – 136 с.

Допоміжна література

12. Белікова Л.Я. Електричні машини : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Л.Я. Белікова, В.П. Шевченко. – Одеса : Наука і техніка, 2012. – 478 с.
13. Загірняк М.В. Електричні машини : підручник / М. В. Загірняк, Б. І. Невзлін. – Київ : Знання, 2009. – 399 с.

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

1. Офіційний сайт НТУ ХПІ». – Режим доступу: <http://www.kpi.kharkov.ua>
2. Домашня сторінка кафедри «Електричні машини» НТУ «ХПІ». – Режим доступу: <http://web.kpi.kharkov.ua/elmash/2485-2/>