

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

Кафедра «Електричні машини»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

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

22 вересня 2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ПРОЄКТУВАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ
МАШИН ПОСТІЙНОГО СТРУМУ»

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
**«ПРОЄКТУВАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ
МАШИН ПОСТІЙНОГО СТРУМУ»**

Розробник:

доцент кафедри електричних машин,
канд. техн. наук, доцент

Віктор ШАЙДА

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

Протокол від 22 вересня 2021 року № 3

Завідувач кафедри «Електричні машини»

Володимир МІЛИХ

ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

Шифр та назва освітньої програми	ПІБ Гаранта ОП	Підпис, дата
Електромеханіка	Байда Євген Іванович	22.09.21
Електромеханіка	Мілих Володимир Іванович	22.09.21

Голова групи забезпечення спеціальності _____ Олександр ЛАЗУРЕНКО
(підпис)

22 вересня 2021 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

Мета: одержання знань з сучасних методів проектування машин постійного струму загальнопромислового призначення, технології їх виробництва, а також набуття практичних навичок прийняття обґрунтованих, самостійних інженерних рішень при виконанні курсового проекту з проектування двигуна постійного струму загального призначення.

Компетентності:

ЗК4 – здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

ЗК10 – здатність працювати самостійно та в команді, здатність до комунікації з колегами з питань галузі щодо наукових розробок та досягнень;

ФК2 – здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань, в т.ч. при проектуванні та експлуатації об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки;

ФК5 – здатність розуміти і враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні та комерційні міркування, що впливають на реалізацію технічних рішень в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці;

ФК6 – здатність керувати проектами і критично оцінювати їх результати.

Результати навчання:

ПРН2 – аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах і системах;

ПРН4 – визначати план заходів з підвищення надійності, безпеки експлуатації та продовження ресурсу електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання і відповідних комплексів і систем;

ПРН6 – володіти методами математичного та фізичного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних та електромеханічних системах;

ПРН7 – опанувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах.

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Попередні дисципліни:	Наступні дисципліни:
Освітня програма підготовки бакалаврів, Технологія виробництва електричних машин	Виконання дипломного проекту (роботи)

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(розподіл навчального часу за семестрами та видами навчальних занять)

Семестр	Всього (годин) / кредитів ECTS S	З них		За видами аудиторних занять (годин)			Індивідуальні завдання студентів (КП, КР, РГ, Р_РЕ)	Поточний контроль	Семестровий контроль	
		Аудиторні заняття (годин)	Самостійна робота (годин)	Лекції	Лабораторні заняття	Практичні заняття, семінари			Залік	Екзамен
9	5/150	80	70	32	16	32	КП	2	-	+

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загального обсягу становить 53 %.

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п.	Види навчальних занять (Л, ЛЗ, ПЗ, СР)	Кількість годин	Назви змістових модулів. Найменування тем та питань кожного заняття. Завдання на самостійну роботу.	Рекомендована література (базова, допоміжна)
1	2	3	4	5
1	Л	2	<p style="text-align: center;">Змістовий модуль № 1. Проектування машин постійного струму (МПС) загальнопромислового призначення</p> <p>Тема 1. Вихідні дані для проектування МПС. Переваги і сфери застосування МПС. МПС загального і спеціалізованого призначення. Вимоги до характеристик МПС в залежності від її призначення. Порядок проектування МПС.</p> <p>Тема 2. Машинна постійна. Вибір головних розмірів та електромагнітних навантажень машин постійного струму. Головні розміри МПС, машинна постійна. Вплив головних розмірів і режиму роботи на параметри МПС. Вибір електромагнітного навантаження: лінійного навантаження та індукції в повітряному проміжку. Вибір величини полюсного перекриття. Вибір кількості головних полюсів.</p>	1–5 11
2	ПЗ	2	Вимоги до характеристик МПС різноманітного призначення. Визначення вихідних даних для проектування машини постійного струму. Вибір головних розмірів та електромагнітних навантажень МПС.	1–5
3	Л	2	<p>Тема 3. Розрахунок обмотки і зубцевої зони якоря. Порядок розрахунку обмотки якоря. Вибір типу обмотки якоря, параметри обмотки. Характеристика основних типів обмотки якоря: простої петльової і хвилевої, складної петльової і хвильової, комбінованої. Визначення параметрів для кожного типу обмотки якоря. Вибір форми пазів. Розрахунок розмірів овальних напівзакритих пазів. Заповнення овального напівзакритого паза. Розрахунок розмірів прямокутних відкритих пазів. Заповнення прямокутного відкритого паза.</p>	1–5
4	ПЗ	2	Вибір типу обмотки якоря та розрахунок її параметрів. Побудова схеми обмотки якоря.	1–5
5	ПЗ	2	Розрахунок розмірів зубцевої зони якоря та заповнення паза.	1–5
6	Л	2	<p>Тема 4. Розрахунок обмотки додаткових полюсів. Призначення обмотки додаткових полюсів і вимоги, що пред'являються до неї. Вибір попереднього значення повітряного проміжку під додатковим полюсом. Визначення розмірів осердя додаткового полюса. Порядок розрахунку обмотки додаткових полюсів.</p> <p>Тема 5. Магнітне коло МПС. Мета розрахунку магнітного кола, методи розрахунку. Ділянки магнітного кола МПС, їх характеристика. Вибір форми і величини повітряного проміжку. Умова правильності вибору величини повітряного проміжку. Визначення розмірів головного полюса та станини.</p>	1–5
7	ПЗ	2	Попередній розрахунок обмотки додаткових полюсів. Визначення розмірів ділянок магнітного кола.	1–5

1	2	3	4	5
8	Л	2	Тема 7. Розрахунок МРС на неробочому ході. Розрахунок МРС повітряного проміжку. Коефіцієнт повітряного проміжку. Розрахунок МРС зубцевого шару якоря. Розрахунок МРС спинки якоря. Розрахунок МРС осердя головного полюса. Розрахунок МРС станини. Розрахунок МРС стику головного полюса і станини. Визначення коефіцієнта насичення магнітної системи. Критерій оцінки правильності розрахунку магнітної системи.	1–5
9	Л	2	Тема 8. Розрахунок МРС при навантаженні. Реакція якоря, її види і необхідність обліку при проектуванні МПС. Графо-аналітичний спосіб визначення реакції якоря. Критерій стійкої роботи МПС. Тема 9. Розрахунок обмотки збудження. Основні типи збудження МПТ, сфери їх застосування. Порядок розрахунку обмотки паралельного і незалежного збудження. Порядок розрахунку обмотки послідовного збудження.	1–5
10	ПЗ	2	Розрахунок МДС на неробочому ході. Побудова магнітної характеристики $\Phi(F_o)$.	1–5
11	ПЗ	2	Розрахунок МРС при навантаженні. Розрахунок обмотки збудження.	1–5
12	ПЗ	2	Конструкція обмотки головних і додаткових полюсів. Заповнення міжполюсного вікна.	1–5
13	Л	2	Тема 10. Розрахунок основних розмірів колектора і вибір щіток. Основні розміри колектора, порядок їх визначення. Обмеження, які необхідно враховувати при виборі розмірів колектора. Ширина зони комутації. Основні марки щіток, використовувані в МПС. Порядок визначення розмірів щіток. Вплив щіток на комутацію. Тема 11. Розрахунок комутаційних параметрів і додаткових полюсів. Комутація, види комутації. Система оцінки якості комутації. Параметри комутації. Реактивна ЕРС, її визначення. Вплив провідності розсіяння паза на комутацію. Уточнення розмірів додаткових полюсів і параметрів обмотки. Насичення додаткових полюсів і його обмеження. Використання подвійного повітряного проміжку під додатковим полюсом. Способи поліпшення комутації. Зняття зон без іскрової роботи.	1–5
14	ПЗ	2	Розрахунок основних розмірів колектора, вибір марки щіток та визначення їх розмірів.	1–5
15	ПЗ	2	Розрахунок комутаційних параметрів, уточнюючий розрахунок додаткових полюсів.	1–5
16	Л	2	Тема 12. Визначення маси активних матеріалів і ККД МПС. Визначення маси обмоток і магнітопроводу. Порядок визначення ККД. Види втрат в МПС. Електричні втрати, їх визначення. Магнітні втрати, вплив на них. Механічні втрати, їх склад і визначення. Додаткові втрати, їх склад і визначення. Тема 13. Розрахунок характеристик двигуна і генератора. Робочі та механічні характеристики двигуна постійного струму. Порядок розрахунку характеристик двигуна послідовного збудження. Порядок розрахунку характеристик двигуна паралельного і незалежного збудження. Характеристики генератора, порядок їх розрахунку.	1–5
17	ПЗ	2	Визначення маси активних матеріалів і ККД двигуна. Розрахунок робочих та моментної характеристик двигуна постійного струму.	1–5

1	2	3	4	5
18	Л	2	Тема 14. Тепловий і вентиляційний розрахунки МПС. Мета теплового розрахунку МПС. Врахування класу нагрівостійкості системи ізоляції. Облік режиму роботи МПС при тепловому розрахунку. Методи теплового розрахунку МПС, їх характеристика. Суть і порядок теплового розрахунку спрощеним методом. Мета вентиляційного розрахунку. Системи вентиляції МПС. Нагнітальна і витяжна вентиляція. Основні розміри вентилятора, що визначають його параметри. Аеродинамічний опір повітря і фактори, що впливають на нього. Визначення аеродинамічного опору повітря.	1–5
19	ПЗ	2	Тепловий та вентиляційний розрахунки МПС захищеного виконання.	1–5
20	Л	2	Тема 15. Розробка конструкції і механічні розрахунки вузлів МПС. Загальна компоновка вузлів МПС захищеного виконання. Визначення геометричних розмірів котушки якоря. Відмінності одновиткової котушки від багатовиткової. Способи кріплення обмотки якоря в пазовій і лобовій частині. Типи конструкції колектора, критерії вибору типу конструкції. Визначення розмірів колектора. Механічний розрахунок аркового колектора. Вимоги, що пред'являються до валу МПС. Визначення розмірів валу. Механічний розрахунок валу на: міцність, жорсткість та критичну частоту обертання. Вибір і механічний розрахунок підшипників.	1–3 10
21	ПЗ	2	Компоновка вузлів МПС захищеного виконання. Визначення габаритних та установчих та приєднавчих розмірів МПС. Визначення розмірів котушки якоря. Розрахунок міцності клинів. Розрахунок міцності склобандажу.	1–3 10
22	ПЗ	2	Визначення розмірів та механічний розрахунок аркового колектора.	1–3
23	ПЗ	2	Визначення розмірів та механічний розрахунок валу.	1–3
24	ПЗ	2	Контрольна робота №1	
25	Л	2	Змістовий модуль № 2. Технологія виробництва двигунів постійного струму загальнопромислового призначення Тема 1. Загальні питання виробництва машин постійного струму. <i>Отримання заготовок деталей машин постійного струму.</i> Основні види матеріалів, що застосовуються в МПС. Технологічні процеси, що використовуються при виробництві МПС та їх кратка характеристика. Отримання заготовок деталей МПС: для станини, валів, підшипникових щитів. Послідовність технологічних операцій зварювання станини. Відпал зварних конструкцій або вібраційна обробка. Використання технології штампування для виготовлення деталей МПС. Технологія складання головних полюсів.	7, 8, 13, 14
26	Л	2	Тема 2. Технологія механічної обробки (виготовлення) валу, станини та підшипникових щитів. Основні конструктивні елементи валу. Основні операції обробки валу: фрезерування торців та центрування отворів; чорнова обробка (точіння); фрезерування канавок під шпонку; нарізання різьби; шліфування (чистова обробка). Схеми обробки станини. Обробка розточення станини та замкових поверхонь, фрезерування лап, свердлування отворів та нарізання різьби. Основні елементи підшипникового щита, вимоги до нього. Основні операції обробки підшипникового щита.	6, 7, 13, 14

1	2	3	4	5
27	ЛЗ	2	Дослідження технології виготовлення деталей станини та її зварювання.	6, 7
28	ЛЗ	2	Дослідження технології механічної обробки (виготовлення) станини та підшипникових щитів машин постійного струму.	6,7
29	Л	2	Тема 3. Технологія виготовлення котушок обмотки якоря. Загальні вимоги до технології. Правлення та відрізка заготованок. Основні операції виготовлення «жорстких» котушок з проводу прямокутного перерізу. Основні операції виготовлення «м'яких» котушок з проводу круглого перерізу. Види ізоляції та її використання для ізолювання котушок якоря. Тема 4. Технологія виготовлення котушок обмоток головних та додаткових полюсів. Технологія виготовлення котушок з ізолюваного проводу круглого перерізу. Технологія виготовлення котушок з ізолюваного проводу прямокутного перерізу. Технологія виготовлення котушок з голої мідної шини (смуги) при намотуванні на ребро та плазом.	6, 7, 13, 14
30	ЛЗ	2	Дослідження технології виготовлення котушок обмотки якоря.	6, 7
31	ЛЗ	2	Дослідження технології виготовлення котушок головних та додаткових полюсів.	6, 7
32	Л	2	Тема 5. Технологія виготовлення колектора. Основні вимоги до колекторів. Технологія виготовлення колекторних пластин, включаючи «півники». Технологія виготовлення колекторних прокладень та манжет. Калібрування колекторних пластин. Складання колекторних пластин та прокладень в кільце. Опресування та термічна обробка. Механічна обробка комплекту пластин (отримання «ластівчиного хвоста»). Виготовлення корпусу та натискного конуса. Складання колектора, термічна обробка та його розгін. Випробовування колекторів.	6, 7, 13, 14
33	ЛЗ	2	Дослідження технології виготовлення колекторів аркового типу.	6, 7
34	Л	2	Тема 6. Технологія складання якоря необмотаного та укладання обмотки якоря. Підготовка листів осердя якоря для складання, шихтування листів осердя на вал та опресування. Фіксація осердя якоря на валу. Встановлення колектора. Обробка пазів осердя якоря. Підготовка осердя якоря для укладання обмотки. Ізолювання пазів осердя якоря. Вкладання котушок обмотки якоря відповідно схеми обмотки. Кріплення обмотки якоря в пазовій частини за допомогою клинів або бандажу, накладення склобандажу на лобові частини обмотки якоря. З'єднання кінців котушок обмотки за допомогою паяння або зварювання. Тема 7. Технологія просочення та сушіння обмотки якоря. Технології просочення обмоток електричних машин. Технологія та устаткування для вакуум-нагнітального просочення якорів. Сушіння (запівка) якорів. Контроль та випробовування обмотки якоря. Остаточна обробка якорів. Продороження колектора. Балансування якоря.	6, 7, 13, 14
35	Л	2	Тема 8. Технологія складання статора (магнітної системи) машин постійного струму. Пакування головних та додаткових полюсів. Кріплення головних та додаткових полюсів в станині. Складання схеми з'єднання обмоток головних та додаткових полюсів. Контроль та випробовування магнітної системи. Виготовлення щіткотримачів, остову траверси та бракетів. Складання траверси, встановлення щіток та їх притирання.	6, 7, 13, 14

1	2	3	4	5
36	ЛЗ	2	Дослідження технології з'єднання кінців котушок обмотки якоря з колекторними пластинами.	6, 7
37	ЛЗ	2	Дослідження технології пакування полюсів та складання магнітної системи якоря машин постійного струму.	6,7
38	Л	2	Тема 10. Технологія складання машин постійного струму та їх випробування. Устаткування необхідне для складання машини. Установка підшипників. Заведення якоря в розточку магнітної системи. Виставлення величини повітряного проміжку. Установлення траверси та підшипникових щитів. Контроль та остаточне випробування машини постійного струму. Армування машини.	6, 7, 13, 14
39	ЛЗ	2	Захист студентами лабораторних робіт.	
40	ПЗ	2	Контрольна робота №2	
Разом (годин)		80		

САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва видів самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу	8
2	Підготовка до лабораторних занять	8
3	Підготовка до практичних занять	9
4	Виконання курсового проекту	45
	Разом	70

ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Курсовий проект

«ПРОЄКТУВАННЯ ДВИГУНА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ» [8], [9]

Назва індивідуального завдання та (або) його розділів	Терміни виконання (на якому тижні)
1. Видача завдання. Визначення головних розмірів.	1
2. Розрахунок обмотки якоря. Побудова схеми обмотки якоря.	2
3. Розрахунок зубцевої зони якоря.	4
4. Розрахунок основних розмірів колектора і вибір щіток.	5
5. Визначення розмірів магнітопроводу статора. Розрахунок МРС на неробочому ході.	7
6. Розрахунок МРС при навантаженні та обмотки збудження.	8
7. Розрахунок комутаційних параметрів і додаткових полюсів. Визначення маси активних матеріалів.	9
10. Визначення ККД двигуна. Розрахунок і побудова характеристик двигуна.	10
11. Тепловий та вентиляційний розрахунки двигуна.	11
12. Розробка конструкції, механічні розрахунки, деталювання.	12
13. Виконання кресленика двигуна постійного струму.	13
14. Розробка технології виготовлення окремих деталей та вузлів.	14
15. Оформлення курсового проекту.	15
16. Захист КП.	16

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

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

При викладанні лекцій використовується інформаційно-рецептивний метод та метод проблемного викладу. На лабораторних та практичних заняттях – репродуктивний та евристичний методи. При виконанні індивідуального завдання застосовуються елементи дослідницького методу.

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль реалізується у формі опитування на лекціях та практичних заняттях, захисту лабораторних робіт, проведення контрольних (модульних) робіт. Контроль виконання курсового проєкту включає поточний контроль за виконанням розділів проєкту та захист перед комісією.

Контроль складової робочої програми, яка освоюється під час самостійної роботи студента, проводиться: з лекційного матеріалу – перевіркою конспектів; з лабораторних занять – за допомогою захисту лабораторних робіт.

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

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

Семестровий контроль проводиться в усній формі.

Студент вважається допущеним до екзамену з навчальної дисципліни за умови захисту усіх лабораторних робіт та курсового проєкту, передбачених навчальною програмою з дисципліни.

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

Робочою програмою передбачено: 16 лекцій (Л), 16 практичних занять (ПЗ), два з яких відводяться під контрольні роботи (КР); 8 лабораторних занять (ЛЗ) – одне з яких одне відводиться для захисту лабораторних робіт; курсовий проєкт (КП).

Таблиця 1. Розподіл балів для оцінювання успішності студента

Контрольна робота	Лабораторні роботи	КП	Екзамен	Сума
20	21	29	30	100

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

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.

<http://web.kpi.kharkov.ua/elmash/sklad-kafedri/>

<http://web.kpi.kharkov.ua/elmash/metodichne-zabezpechennya/>

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова література

1. Проектирование электрических машин: учебник для вузов / под. редакцией Копылова И. П. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2011.

2. Гольдберг О.Д. Проектирование электрических машин : учебник / О.Д. Гольдберг, Я.С. Гурин, И.С. Свириденко. – 2-е изд., перераб. – М. : Высш. шк., 2001.

3. Рабинович И. Н. Проектирование электрических машин постоянного тока / И. Н. Рабинович, И. Г. Шубов. – Л. : Энергия, 1967.

4. Гурин Я. С., Курочкин М. Н. Проектирование машин постоянного тока. - М.: Госэнергоиздат, 1961.
5. Морозов А. Г. Расчет электрических машин постоянного тока. – М. : Высш. шк., 1972.
6. Юхимчук В.Д. Технологія виробництва електричних машин: підручник / В. Д. Юхимчук. – Х.: Тім Пабліш Груп, 2014.
7. Сибикин М.Ю. Технология электромашиностроения: учеб. пособие / М.Ю. Сибикин, Ю.Д. Сибикин. – М. : Высш. шк., 2009.
8. Осташевский Н.А., Юхимчук В.Д., Юрьева Е.Ю, Кузьменко Л.В., Лапцевич Ф.Ф. Двигатели постоянного тока: учебно-методическое пособие по курсовому проектированию для студентов электромашиностроительного факультета. – Харьков: ХДПУ, 1998.
9. Осташевський М.О., Юхимчук В.Д., Юр'єва О.Ю. Конструювання двигунів постійного струму / За ред.. Осташевського М.О.: Навч.-метод. Посібник з курсового проектування для студентів електромашинобудівного факультету. – Харків: НТУ "ХП", 2002
10. Шлыгин В. В. Прочностные и размерные расчеты электрических машин. – М.; Л.: Госэнергоиздат, 1963.

Допоміжна література

11. 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.Н., 2017.
12. Проектирование электрических машин : учебное пособие / П. С. Сергеев, Н. В. Виноградов, Ф. А. Горяинов ; ред. П. С. Сергеев. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Энергия, 1970.
13. Виноградов Н.В. Производство электрических машин: учебное пособие для высших технических учебных заведений. М. – Л.: Государственное энергетическое издательство (Госэнергоиздат), 1961.
14. Антонов М. В., Герасимова Л. С. Технология производства электрических машин. – М.: Энергоиздат, 1982.
15. Умовні графічні позначення елементів на електротехнічних схемах : методичні вказівки з електротехніки для викладачів і студентів електротехнічних спеціальностей / уклад. В. Д. Юхимчук. – Харків: НТУ «ХП», 2009.
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.

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

<http://web.kpi.kharkov.ua/elmash/>