

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

Навчально-науковий інститут енергетики, електроніки та електромеханіки.

Кафедра «Електричні машини»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри «Електричні машини» _____ В.І. Мілих
(підпис)

24 вересня 2020 року. Протокол №3

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ КОМП'ЮТЕРНІ РОЗРАХУНКИ
ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН»

рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

галузь знань – 14 Електрична інженерія

спеціальність – 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма – Електромеханіка

Профільований пакет дисциплін 01 "Електричні машини"

вид дисципліни – вибіркова освітні компоненти / профільна підготовка

форма навчання – денна

Харків – 2020 рік

ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

Робоча програма з навчальної дисципліни

**ДВВ: «ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ КОМП'ЮТЕРНІ РОЗРАХУНКИ
ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН»**

Розробник:

завідувач кафедри електричних машин,
доктор техн. наук, проф.

В.І. Мілих

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

Протокол від 24 серпня 2020 року № 3

Завідувач кафедри «Електричні машини»

В.І. Мілих

ЛИСТ ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕННЯ РОБОЧОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ

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

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

Метою робочої програми навчальної дисципліни є підготовка бакалаврів за освітньою програмою «Електромеханіка» у межах спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», що передбачає формування бази теоретичних та практичних знань із електромагнітних комп'ютерних розрахунків електричних машин, засвоєння програмної автоматизації таких розрахунків, а також поглиблення на цієї основі знання основ теорії і принципів роботи та особливостей їх конструкції.

Компетентності: Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми процесу вивчення і удосконалення електричних машин на основі комп'ютерних розрахунків та дослідження їх магнітних полів та електромагнітних параметрів методом скінчених елементів у сукупності з програмним комплексом FEMM. Здатність застосовувати чисельні методи для визначення електромагнітних параметрів та характеристик основних типів електричних машин за результатами моделювання їх магнітного поля.

Результати навчання: Вміти застосовувати чисельні методи дослідження магнітного поля електричних машин; вміти використовувати сучасні програмні комплекси чисельного моделювання магнітного поля для розрахунків електромагнітних параметрів та характеристик електричних машин при їх проектуванні.

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Вивчення цієї дисципліни безпосередньо спирається на:	На результати вивчення цієї дисципліни безпосередньо спираються:
Вища математика ч.1-ч.4 Фізика ч.1-ч.3 Електротехнічні матеріали Теоретичні основи електротехніки. ч.1 Інформаційні технології в електричних машинах Електричні машини Теорія електромагнітних полів та процесів в електротехніці	Проектування асинхронних машин Проектування електричних машин в САПР Проектування та технологія виготовлення синхронних машин великої потужності Основи наукових досліджень Проектування та технологія виробництва машин постійного струму Проектування і технологія виробництва електричних мікромашин Електричні машини з постійними магнітами Науково-дослідна робота Дипломне проектування

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)								
5	120/4	64	56	32	32	-	Р	2	-	+	

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

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п.	Види навчальних занять (Л, ЛЗ)	Кількість годин	Назви змістових модулів. Найменування тем та питань кожного заняття. Завдання на самостійну роботу.	Рекомендована література
Змістовий модуль № 1 – створення та розрахунки простих магнітних систем				
1	Л	2	<p>Тема 1. Вступ. Загальні відомості про основні методи електромагнітних розрахунків електричних машин. Система рівняння електромагнітного поля. Квазістаціонарне електромагнітне поле. Нестационарне електромагнітне поле. Основні величини, за допомогою яких описується електромагнітне поле. Векторний магнітний потенціал. Поняття про граничні умови, їх призначення та види. Чисельні методи розрахунку. Метод скінчених елементів. Класифікація та характеристика програмних комплексів, що використовуються для моделювання магнітних полів. Програмний комплекс FEEM, його складові та можливості.</p>	1,2,5
2	Л	2	<p>Тема 2. Основи роботи з програмою FEMM та її можливості для розрахунку квазістаціонарного магнітного поля. Магнітний передпроцесор. Запуск програми FEMM в роботу. Призначення клавіатури і кнопок інтерфейсу програми на робочому екрані комп'ютера, функції діалогових вікон і команди керування. Створення елементів геометричної та фізичної моделей електротехнічних пристроїв. Ідентифікація властивостей блоків та кіл у програмі FEMM. Опрацювання отриманих результатів у програмі FEMM: визначення електромагнітних величин, побудова картин поля, графіків розподілу магнітних величин.</p>	2,5,7
3	Л	2	<p>Тема 3. Визначення електромагнітних параметрів електротехнічних пристроїв за результатами розрахунку магнітного поля програмою FEMM. Отримання часових функцій цих параметрів та принципи їх гармонічного аналізу.</p>	1,2,5
4	Л	2	<p>Тема 4. Автоматизація розрахунків магнітних полів програмою FEMM за допомогою програми на алгоритмічній мові Lua. Принципи створення скриптів Lua та робота з ними. Основні функції скриптів для побудови фізико-геометричних моделей електротехнічних пристроїв та визначення їх електромагнітних параметрів.</p>	1,2, 4,5,6
5	Л	2	<p>Тема 5. Постановка задачі і принципи створення розрахункових фізико-геометричних моделей трансформаторів для розрахунку їх магнітних полів. Вихідна інформація та результати розрахунку.</p>	2,4, 8,9
6	Л	2	<p>Тема 6. Визначення електромагнітних параметрів та характеристик трансформаторів за результатами розрахунку магнітного поля.</p>	1,2, 6,8

Змістовий модуль № 2 – створення та розрахунки електричних машин				
7	Л	2	Тема 7. Постановка задачі і принципи створення розрахункової фізико-геометричної моделі машин постійного струму для розрахунку їх магнітних полів. Вихідна інформація та результати розрахунку.	2,4, 8,9
8	Л	2	Тема 8. Визначення електромагнітних параметрів та характеристик машин постійного струму за результатами розрахунку магнітного поля.	1,2, 6,8
9	Л	2	Тема 9. Постановка задачі і принципи створення розрахункової фізико-геометричної моделі трифазних асинхронних двигунів для розрахунку їх магнітних полів. Вихідна інформація та результати розрахунку.	2,4, 8,9
10	Л	2	Тема 10. Визначення електромагнітних параметрів та характеристик трифазних асинхронних двигунів за результатами розрахунку магнітного поля.	1,2, 6,8
11	Л	2	Тема 11. Постановка задачі і принципи створення розрахункової фізико-геометричної моделі трифазних синхронних двигунів для розрахунку їх магнітних полів. Вихідна інформація та результати розрахунку.	2,4, 8,9
12	Л	2	Тема 12. Визначення електромагнітних параметрів та характеристик трифазних синхронних двигунів за результатами розрахунку магнітного поля.	1,2, 6,8
13	Л	2	Тема 13. Постановка задачі і принципи створення розрахункової фізико-геометричної моделі трифазних синхронних генераторів для розрахунку їх магнітних полів. Вихідна інформація та результати розрахунку.	2,4, 8,9
14	Л	2	Тема 14. Визначення електромагнітних параметрів та характеристик трифазних синхронних генераторів за результатами розрахунку магнітного поля.	1,2, 6,8
15	Л	2	Тема 15. Принципи використання різних варіантів граничних умов на межах розрахункових зон для їх зменшення при аналізі магнітних полів електротехнічних пристроїв. Розрахунки гармонічних магнітних полів при наявності електропровідних елементів конструкції.	1, 2
16		2	Контрольна робота 2	
			Лабораторні заняття	
1	ЛЗ	2	Тема 1. Запуск програми FEMM в роботу. Створення базових елементів комп'ютерної графіки на екрані монітора в програмному середовищі FEMM. Створення фізико-геометричної моделі простішої магнітної системи, яка складається з феромагнітного осердя і котушки, на основі координатних точок. Розрахунок магнітного поля та опрацювання отриманих результатів у програмі FEMM: визначення електромагнітних величин, побудова картин поля, графіків розподілу магнітних величин.	1,2,5
2	ЛЗ	2	Тема 2. Створення фізико-геометричної моделі котушки з феромагнітним осердям з прямокутної форми на основі копіювання елементів графіки. Побудова дуг і окружностей. Створення фізико-геометричної моделі магнітної системи з циліндроподібною структурою. Розрахунок магнітного поля та опрацювання отриманих результатів у програмі FEMM.	2,5,7
3	ЛЗ	2	Тема 3. Визначення точкових і інтегральних електромагнітних параметрів електротехнічних пристроїв за результатами розрахунку магнітного поля програмою FEMM. Принцип формування часових функцій цих параметрів та здійснення їх гармонічного аналізу.	1,2,5

4	ЛЗ	2	Тема 4. Відпрацювання правил створення скриптів на алгоритмічній мові Lua для автоматизації розрахунків магнітних полів програмою FEMM. Апробація основних функцій скриптів для побудови фізико-геометричних моделей електротехнічних пристроїв та визначення їх електромагнітних параметрів.	1,2, 4,5,6
5	ЛЗ	2	Тема 5. Створення розрахункових фізико-геометричних моделей трансформаторів в програмному середовищі FEMM. Формування вихідної інформації та виконання розрахунку магнітного поля.	2,4, 8,9
6	ЛЗ	2	Тема 6. Визначення електромагнітних параметрів та характеристик трансформаторів за результатами розрахунку магнітного поля.	1,2, 6,8
7	ЛЗ	2	Тема 7. Створення розрахункових фізико-геометричних моделей машин постійного струму в програмному середовищі FEMM. Формування вихідної інформації та виконання розрахунку магнітного поля.	2,4, 8,9
8	ЛЗ	1	Тема 8. Визначення електромагнітних параметрів та характеристик машин постійного струму за результатами розрахунку магнітного поля.	1,2, 6,8
		1	Контрольна робота 1	
9	ЛЗ	2	Тема 9. Створення розрахункових фізико-геометричних моделей трифазних асинхронних в програмному середовищі FEMM. Формування вихідної інформації та виконання розрахунку магнітного поля трифазних асинхронних двигунів для розрахунку їх магнітних полів. Вихідна інформація та результати розрахунку.	2,4, 8,9
10	ЛЗ	2	Тема 10. Визначення електромагнітних параметрів та характеристик трифазних асинхронних двигунів за результатами розрахунку магнітного поля.	1,2, 6,8
11	ЛЗ	2	Тема 11. Створення розрахункових фізико-геометричних моделей трифазних синхронних двигунів в програмному середовищі FEMM. Формування вихідної інформації та виконання розрахунку магнітного поля синхронних двигунів для розрахунку їх магнітних полів. Вихідна інформація та результати розрахунку.	2,4, 8,9
12	ЛЗ	2	Тема 12. Визначення електромагнітних параметрів та характеристик трифазних синхронних двигунів за результатами розрахунку магнітного поля.	1,2, 6,8
13	ЛЗ	2	Тема 13. Створення розрахункових фізико-геометричних моделей трифазних синхронних генераторів в програмному середовищі FEMM. Формування вихідної інформації та виконання розрахунку магнітного поля трифазних синхронних генераторів для розрахунку їх магнітних полів. Вихідна інформація та результати розрахунку.	2,4, 8,9
14	ЛЗ	2	Тема 14. Визначення електромагнітних параметрів та характеристик трифазних синхронних генераторів за результатами розрахунку магнітного поля.	1,2, 6,8
15	ЛЗ	2	Тема 15. Розрахунки магнітних полів електротехнічних об'єктів з використанням різних граничних умов для зменшення розмірів розрахункових зон. Розрахунки гармонічних магнітних полів при наявності електропровідних елементів конструкції.	1, 2
16	ЛЗ	2	Захист лабораторних робіт.	
Разом (годин)				64

САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва видів самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу	16
2	Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях	8
3	Виконання індивідуального розрахункового завдання	24
4	Інші види самостійної роботи	8
	Разом	56

ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

РОЗРАХУНКОВА РОБОТА

Чисельно-польовий розрахунок параметрів та характеристик електричних машин

№ з/п	Назва індивідуального завдання та (або) його розділів	Терміни виконання (на якому тижні)
	1. Видача-отримання завдання	2
	2. Підготовка вихідних даних заданого варіанту електричних машин	4
	3. Формування графічної моделі електричної машини в програмному середовищі	6
	4. Розрахунок магнітних полів електричних машин	7
	5. Визначення електромагнітних параметрів, розрахунок і побудова характеристик електричної машини за результатами розрахунку магнітного поля	14
	6. Оформлення звіту	15
	7. Захист завдання	16

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 з виконаних індивідуальних завдань, проведення контрольних робіт.

Контроль складової робочої програми, яка засвоюється під час самостійної роботи студента, проводиться:

- з лекційного матеріалу – шляхом перевірки конспектів;
- з лабораторних та індивідуальних занять – шляхом перевірки виконаних завдань.

Семестровий контроль проводиться у формі іспиту відповідно до навчального плану в обов'язку навчального матеріалу, визначеного навчальною програмою та у визначені терміни.

Семестровий контроль може проводитися в усній формі по екзаменаційних білетах.

Аспірант вважається допущеним до семестрового контролю з навчальної дисципліни за умови повного відпрацювання та захисту усіх завдань індивідуального завдання, передбачених навчальною програмою з дисципліни.

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

Робочою програмою передбачено 15 лекцій та 15 практичних занять, дві контрольні роботи (КР) і одно індивідуальне розрахункове завдання (Р). Іспит є обов'язковим, кількість балів поточного контролю - 60, кількість балів семестрового контролю - 40.

Встановлено такі значення проміжних балів:

- за написання контрольних робіт максимум 30 проміжних балів;
- за виконання кожної задачі розрахункового завдання максимум 7,5 проміжних балів.

Розподіл балів для оцінювання поточної успішності студента

Назва показників	Поточний контроль		Семестровий контроль	Всього за семестр
	КР	Р		
Підсумкові бали	60		40	100
Макс. проміжні бали	30	30		
Кільк. од. обліку у семестрі	2	1		
Макс. проміжних балів, всього	30	30		60
Коеф. перерахунку	1			
Макс. кільк. підсумкових балів	30	30	40	100

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
75 ... 81	C	
64 ... 74	D	
60 ... 63	E	задовільно
35 ... 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
1 ... 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НД

Складові частини комплексу навчально-методичного забезпечення навчальної дисципліни: план лекцій, методичне забезпечення до лабораторних робіт та інші методичні матеріали оприлюднені на офіційному сайті університету <http://web.kpi.kharkov.ua/elmask/pro-kafedru/>

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

(перелік інформаційних ресурсів)

1. Офіційний сайт кафедри «Електричні машини» НТУ «ХПІ». Режим доступу: <http://web.kpi.kharkov.ua/elmask>
2. Цифровий репозитарій НТУ «ХПІ». Режим доступу: <http://web.kpi.kharkov.ua>

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова література

1. Мілих В. І. Електромагнітні поля, параметри та процеси в електротехнічних пристроях : підручник / В. І. Мілих. Харків : ФОП Панов А. М., 2020. 396 с.
2. Finite Element Method Magnetics: OldVersions. FEMM 4.2 11Oct2010 Self-Installing Executable. URL: <http://www.femm.info/wiki/OldVersions/> (accessed 15.06.2017).
3. Bianchi Nicola. Electrical Machine Analysis Using Finite Elements (Copyrighted Material) / Nicola Bianchi // CRC Press, Taylor & Francis Group, University of West Florida, 2005. – 276 p.
4. R. Ierusalimschy, L. H. de Figueiredo, and W. Celes, *Reference Manual of the Programming Language Lua 4.0* <http://www.lua.org/manual/4.0/>
5. Мілих В. І. Інструкція до роботи з програмою FEMM / В. І. Мілих, Л.В. Шилкова. – Харків : НТУ «ХПИ», кафедра електричних машин, 2021, рукопис.
6. Мілих В. І. Процедури – скрипти lua для обробки даних в программе FEMM / В. І. Мілих, Л.В. Шилкова. – Харків : НТУ «ХПИ», кафедра електричних машин, 2020, рукопис.

Допоміжна література

7. Приступ А.Г., Червяков А.В. Моделирование магнитных полей в программе FEMM / Учебно-методическое пособие, Новосибирск, издательство НГТУ, 2012 г. - 92 с.
8. Мілих В.І. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка: підручник / В.І. Мілих, О.О. Шавьолкін. – К.: Каравела, 2018. – 688 с.
9. 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. – 482 с.
10. Милых В. И. Теория и практика электромагнитных полей и процессов в электротехнике : учебное пособие / В. И. Милых. – Харьков : ФЛП Панов А. Н., 2018. – 374 с.
11. Мілих В.І. Проектування трифазних асинхронних двигунів з короткозамкненою обмоткою ротора: Навчальний посібник / В.І. Мілих. – Харків: НТУ «ХПИ», 2009. – 96 с.
12. Милых В. И. Численно-полевые расчеты и анализ электромагнитных и силовых параметров и процессов в турбогенераторах : монография / Харьков : ФЛП Панов А. Н., 2017. – 204 с.
13. Розрахунки електромагнітних полів електротехнічних пристроїв : Завдання і методичні вказівки до курсової роботи з курсу «Теорія електромагнітних полів та процесів в електротехніці» для студентів усіх форм навчання спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Укладач В. І. Мілих. – Харків: НТУ «ХПИ», 2020. – 45 с.

Допоміжна наукова література

14. Милых В.И., Полякова Н.В. Определение электромагнитных параметров электрических машин на основе численных расчетов магнитных полей // *Електротехніка і електромеханіка*.-2006.-№2.-С.40-46. <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/4194>
15. Милых В.И., Ткаченко С.В. Силовые взаимодействия в линейном электродвигателе для источников сейсмических колебаний. // *Електротехніка і електромеханіка*.-2008.-№6.-С.36-39.
16. Милых В.И., Иваненко В.Н. Гречко Н.В. Математическое моделирование режимов работы вентильно-индукторного генератора // *Електротехніка і електромеханіка*. – 2009. – №1. – С.20-24.
17. Милых В.И., Ткаченко С.В. Анализ магнитного поля в линейном электродвигателе для источников сейсмических колебаний // *Електротехніка і електромеханіка*.-2009.-№2.-С.43-47.
18. Милых В.И., Высочин А.И. Расчет трехмерного распределения магнитного поля мощного турбогенератора в режиме холостого хода / *Електротехніка і електромеханіка*.-2011.-№3.-С.30-32.
19. Милых, В.И., Полякова Н.В. Система направлений и фазовых соотношений электромагнитных величин при численных расчетах магнитных полей в турбогенераторе // *Електротехніка і електромеханіка*.-2011.-№5.-С.33-38.
20. Милых, В.И., Полякова Н.В. Организация численного расчета магнитного поля турбогенератора в режиме нагрузки с обеспечением заданных его выходных параметров // *Електротехніка і електромеханіка*.-2012.-№1.-С.36-41.
21. Милых В.И., Полякова Н.В. Гармонический анализ электромагнитных величин трехфазной обмотки статора турбогенератора на основе классических и численно-полевых методов // *Технічна електродинаміка*.– 2013.–№3.–С.40-49.
22. Милых В.И., Полякова Н.В. Силовые взаимодействия в турбогенераторе в различных стационарных режимах работы // *Технічна електродинаміка*.– 2013.–№5.–С.47-54.
23. Милых В.И., Полякова Н.В. Расчетный и гармонический анализ магнитных полей в активной зоне турбогенератора в режиме нагрузки // *Електротехніка і електромеханіка*.-2013.- №6.- С.40-45.
24. Милых В.И., Полякова Н.В. Динамика силовых действий в турбогенераторах с разными зубцово-пазовыми структурами в номинальном режиме работы // *Технічна електродинаміка*.– 2014.–№3.–С.56-63.
25. Милых В.И., Полякова Н.В. Численно-полевые расчеты электромагнитных параметров турбогенераторов // *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Збірник наукових праць. Серія: Електричні машини та електромеханічне перетворення енергії. – Х.: НТУ «ХПІ». – 2014. – № 38 (1081). – С.3-18.
26. Милых В.И., Полякова Н.В. Автоматизированное формирование расчетных моделей турбогенераторов для программной среды FEMM // *Електротехніка і електромеханіка*. – 2015. – № 4. – С. 7-14.
27. Милых В.И., Полякова Н.В. Автоматизированные расчеты в программной среде FEMM динамики электромагнитных процессов турбогенераторов // *Електротехніка і електромеханіка*.– 2015.– № 6.– С.14-20.
28. Милых В.И., Полякова Н.В. Определение электромагнитных параметров и фазовых соотношений в турбогенераторах автоматизированным расчетом магнитного поля в программной среде FEMM // *Електротехніка і електромеханіка*.– 2016.– № 1.– С.20-26.
29. Милых В. И. Численно-полевой анализ магнитного поля трехфазного асинхронного двигателя в статике и динамике / В. И. Милых, Л. В. Шилкова // *Вісник НТУ «ХПІ»*. Серія: "Електричні машини та електромеханічне перетворення енергії". – Х. : НТУ «ХПІ», 2016. – № 11 (1183). – С. 80–87.
30. Милых В. И. Автоматизированное формирование расчетных моделей трехфазных асинхронных двигателей для программной среды FEMM / В. И. Милых // *Вісник НТУ*

«ХПІ». Серія: "Електричні машини та електромеханічне перетворення енергії". – Х. : НТУ «ХПІ», 2017. – № 1 (1223). – С. 03–15.

31. Милых В. И. Численно-полевой анализ силовых действий в трехфазном асинхронном двигателе в статике и динамике / В. И. Милых // *Електротехнічні та комп'ютерні системи*. – 2017. – № 25(101). – С. 206–215.

32. Милых В. И. Численно-полевой анализ адекватности проектных данных трехфазных асинхронных двигателей и метод их уточнения на этой основе // *Технічна електродинаміка*. – 2018. – №1. – С.47-55.

33. Милых В. И. Численно-полевой анализ временных функций и гармонического состава ЭДС в обмотках трехфазного асинхронного двигателя // *Технічна електродинаміка*. – 2018. – №3. –С.56-65.

34. Мілих В. І. Система автоматизованого формування розрахункових моделей електричних машин для програмного середовища FEMM // *Технічна електродинаміка*. – 2018. – №4. –С.74-78.

35. Милых В. И., Дзенис С. Е. Сравнительный численно-полевой анализ мощности магнитных потерь в двигателе постоянного тока // *Технічна електродинаміка*. – 2019. – №2. – С.23-33. DOI:

36. Мілих В. І., Ревуженко С. А. Теорія і практика чисельно-польового визначення електромагнітних характеристик турбогенераторів при їх роботі в енергосистемі / В. І. Мілих, С. А. Ревуженко // *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: "Електричні машини та електромеханічне перетворення енергії". – Х. : НТУ «ХПІ», 2019. – № 4 (1329). – С. 03–15.

37. Мілих В. І., Шилкова Л. В. Чисельно-польовий аналіз потужності магнітних втрат в трифазному індукторі магнітного поля / В. І. Мілих, Л. В. Шилкова // *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: "Електричні машини та електромеханічне перетворення енергії". – Х. : НТУ «ХПІ», 2019. – № 4 (1329). – С. 99-106.

38. Милых В. И. Сравнительный анализ мощности магнитных потерь в сердечнике статора турбогенератора с аксиальными вентиляционными каналами в его ярме и зубцах / В. И. Милых, С. А. Ревуженко // *Вестник НТУ «ХПІ»*, Серія: *Електрические машины и электромеханическое преобразование энергии*. – Харьков: НТУ «ХПІ». – 2019. – № 20 (1345). – С. 167-171.

39. Милых В.И., Шилкова Л.В. Численно-полевой анализ характеристик трехфазного индуктора магнитного поля для обработки различных веществ при стабилизации его тока // *Електротехніка і електромеханіка*. – 2019.– № 6.– С.27-34..

40. Милых В.И. Характеристики цилиндрического индуктора вращающегося магнитного поля технологического назначения при его питании от сети с заданным напряжением / В.И. Милых, Л.В. Шилкова // *Електротехніка і електромеханіка*, 2020, № 2, С. 43-49.