

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электропривод и автоматика

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ И ДИАГНОСТИРОВАНИЕ
В ТЕХНИКЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА


Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.09.02.01
Трудоемкость в зачетных единицах:	2 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	2 семестр - 32 часа;
Практические занятия	не предусмотрено учебным планом
Лабораторные работы	2 семестр - 16 часов;
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	2 семестр - 93,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Лабораторная работа Расчетно-графическая работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	2 семестр - 2,5 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Осипов О.И.
	Идентификатор	R0ae5921e-OsipovOI-991bc7f4

(подпись)

О.И. Осипов

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Анучин А.С.
	Идентификатор	Rc858e9d6-AnuchinAS-5e15edb3

(подпись)

А.С. Анучин

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Анучин А.С.
	Идентификатор	Rc858e9d6-AnuchinAS-5e15edb3

(подпись)

А.С. Анучин

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение студентами основных направлений в развитии теории и техники автоматизированного электропривода, обеспечивающих наилучшие технологические и энергетические показатели промышленных установок

Задачи дисциплины

- освоение передовых научно-технических решений при реализации автоматизированного электропривода и роли в них цифровых и микропроцессорных средств управления;
- анализ состояния и динамики показателей качества автоматизированного электропривода с использованием необходимых методов и средств исследований;
- приобретение навыков принятия и обоснования технических решений при реализации современного электропривода;
- формирование критериев и показателей достижения наилучших технологических и энергетических показателей электроприводов промышленных установок.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-2 Способен оптимально выбирать существующие серийные и проектировать новые технические решения в области профессиональной деятельности в рамках сформулированной задачи	ИД-1 _{ПК-2} Знает и умеет выбирать критерии оптимальности показателей качества объекта проектирования	знать: - типовые решения в технике обеспечения ЭМС и ТД электропривода и систем их управления; - критерии оптимальности показателей качества регулировочных, статических, динамических и энергетических показателей автоматизированного электропривода при обеспечении его ЭМС и ТД. уметь: - выбирать тип и структуры управления электроприводов в зависимости от технологических режимов и программ его работы при обеспечении их ЭМС и ТД.
ПК-2 Способен оптимально выбирать существующие серийные и проектировать новые технические решения в области профессиональной деятельности в рамках сформулированной задачи	ИД-3 _{ПК-2} Владеет методами расчёта, проектирования и конструирования систем электроприводов и их элементов	знать: - методы расчёта, проектирования и конструирования систем электроприводов и их элементов с учетом обеспечения их ЭМС и ТД. уметь: - планировать и ставить задачи исследования электроприводов, выбирать методы и средства экспериментальных исследований и представлять их результаты по обеспечению ЭМС и ТД электроприводов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электропривод и автоматика (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать теорию электропривода
- знать системы управления электроприводов

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Основные источники и пути распространения ЭМП. Влияние ЭМП на работоспособность электропривода	28	2	4	4	-	-	-	-	-	-	20	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в соответствующем разделе материалу.</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], Лабораторная работа 1</p>	
1.1	Основные источники и пути распространения ЭМП. Влияние ЭМП на работоспособность электропривода	28		4	4	-	-	-	-	-	-	-	20		-
2	Способы обеспечения ЭМС элементов и систем управления электроприводом	30		6	4	-	-	-	-	-	-	-	20		-
2.1	Способы обеспечения ЭМС элементов и систем управления электроприводом	30		6	4	-	-	-	-	-	-	-	20		-

													качестве общей темы задания применяется следующая: "ЭМС и ТД асинхронного частотно-регулируемого электропривода". Темы расчетной работы в количестве 20 вариантов связаны с заданием различных статических и динамических показателей регулирования и ограничений максимально допустимых электромагнитных моментов электродвигателей. <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], Лабораторная работа 2
3	Автоматизированный электропривод как объект технического диагностирования	22	8	4	-	-	-	-	-	-	10	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], Лабораторная работа 3
3.1	Автоматизированный электропривод как объект технического диагностирования	22	8	4	-	-	-	-	-	-	10	-	[1], 51-117 [3], Лабораторная работа 3
4	Алгоритмы диагностирования электропривода	16	8	4	-	-	-	-	-	-	4	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], Лабораторная работа 4
4.1	Алгоритмы диагностирования электропривода	16	8	4	-	-	-	-	-	-	4	-	[3], Лабораторная работа 4
5	Технические средства и системы диагностирования электропривода	12	6	-	-	-	-	-	-	-	6	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 74-79
5.1	Технические средства и системы диагностирования	12	6	-	-	-	-	-	-	-	6	-	[2], 74-79

	электропривода												
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	-	-	-	2.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	32	16	-	-	-	-	-	2.5	60	33.5	
	Итого за семестр	144.0	32	16	-	-	-	-	-	2.5	93.5		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Основные источники и пути распространения ЭМП. Влияние ЭМП на работоспособность электропривода

1.1. Основные источники и пути распространения ЭМП. Влияние ЭМП на работоспособность электропривода

Общая структура электропривода. Тенденции изменения технологических требований к электроприводу и обусловленные ими изменения требований к ЭМС и диагностированию. Основные источники и пути распространения электромагнитных полей ЭМП. Их параметры и мощности излучения. Спектральный состав генерируемых ЭМП. Методы и средства экспериментального определения основных источников и путей распространения ЭМП. Влияние ЭМП на работоспособности отдельных элементов и систем управления электроприводом. Определение допустимого уровня ЭМП на входе элементов электропривода..

2. Способы обеспечения ЭМС элементов и систем управления электроприводом

2.1. Способы обеспечения ЭМС элементов и систем управления электроприводом

Проблемы монтажа и разводки цепей управления и силовых элементов электроприводов. Гальваническое разделение цепей управления электроприводом. Экранирование и скрутка проводников связи. Заземление общей точки схемы управления. Выбор фильтров в системах управления. Этапы обеспечения ЭМС промышленных электроприводов..

3. Автоматизированный электропривод как объект технического диагностирования

3.1. Автоматизированный электропривод как объект технического диагностирования

Классификация объектов диагностирования (ОД) электропривода. Примеры промышленных ОД электроприводов. Модели непрерывных комбинационных ОД. Таблицы функций неисправностей ОД. Модели непрерывных последовательностных ОД. Таблицы чувствительностей функций передачи ОД. Модели дискретных комбинационных ОД. Модели дискретных последовательностных ОД..

4. Алгоритмы диагностирования электропривода

4.1. Алгоритмы диагностирования электропривода

Минимальная совокупность элементарных проверок ОД. Графотопологический метод определения полных избыточных совокупностей элементарных проверок. Целевые функции оптимизации алгоритмов диагностирования. Алгоритмы диагностирования непрерывных комбинационных объектов электропривода. Алгоритмы диагностирования непрерывных последовательностных объектов электропривода. Алгоритмы диагностирования дискретных комбинационных объектов электропривода. Алгоритмы диагностирования дискретных последовательностных объектов электропривода..

5. Технические средства и системы диагностирования электропривода

5.1. Технические средства и системы диагностирования электропривода

Классификация технических средств диагностирования. Технические требования к средствам диагностирования. Внешние аппаратные средства диагностирования электроприводов. Системы диагностирования промышленных электроприводов. Особенности технической эксплуатации, исследования и проблемы диагностирования промышленных электроприводов. Электромагнитная совместимость элементов

электропривода и способы ее обеспечения. Системы сервисного обслуживания электроприводов. Функции защит и технической диагностики электропривода. Этапы ввода в эксплуатацию, исследования и обеспечения работоспособности электропривода..

3.3. Темы практических занятий

не предусмотрено

3.4. Темы лабораторных работ

1. Исследование систем обеспечения ЭМС и ТД на примере лабораторной работы №5 «Система векторного управления асинхронным электроприводом без датчика скорости»;
2. Исследование систем обеспечения ЭМС и ТД на примере лабораторной работы №4 «Система векторного управления асинхронным электроприводом с датчиком скорости»;
3. Исследование систем обеспечения ЭМС и ТД на примере лабораторной работы №2. «Система двухзонного регулирования скорости электропривода»;
4. Исследование систем обеспечения ЭМС и ТД на примере лабораторной работы №1 «Электропривод постоянного тока с однозонным регулированием скорости».

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основные источники и пути распространения ЭМП. Влияние ЭМП на работоспособность электропривода"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Способы обеспечения ЭМС элементов и систем управления электроприводом"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Автоматизированный электропривод как объект технического диагностирования"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Алгоритмы диагностирования электропривода"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)					Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	
Знать:							
критерии оптимальности показателей качества регулировочных, статических, динамических и энергетических показателей автоматизированного электропривода при обеспечении его ЭМС и ТД	ИД-1ПК-2		+	+			Лабораторная работа/Исследование систем обеспечения ЭМС и ТД на примере лабораторной работы №2. «Система двухзонного регулирования скорости электропривода»
типовые решения в технике обеспечения ЭМС и ТД электропривода и систем их управления	ИД-1ПК-2	+					Лабораторная работа/Исследование систем обеспечения ЭМС и ТД на примере лабораторной работы №1 «Электропривод постоянного тока с однозонным регулированием скорости»
методы расчёта, проектирования и конструирования систем электроприводов и их элементов с учетом обеспечения их ЭМС и ТД	ИД-3ПК-2		+	+	+	+	Расчетно-графическая работа/ЭМС и ТД асинхронного частотно-регулируемого электропривода
Уметь:							
выбирать тип и структуры управления электроприводов в зависимости от технологических режимов и программ его работы при обеспечении их ЭМС и ТД	ИД-1ПК-2			+	+		Лабораторная работа/Исследование систем обеспечения ЭМС и ТД на примере лабораторной работы №3 «Система векторного управления асинхронным электроприводом с датчиком скорости»
планировать и ставить задачи исследования электроприводов, выбирать методы и средства экспериментальных исследований и представлять их результаты по обеспечению ЭМС и ТД электроприводов	ИД-3ПК-2				+	+	Лабораторная работа/Исследование систем обеспечения ЭМС и ТД на примере лабораторной работы №4 «Система векторного управления асинхронным электроприводом без датчика скорости»

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

2 семестр

Форма реализации: Защита задания

1. Исследование систем обеспечения ЭМС и ТД на примере лабораторной работы №1 «Электропривод постоянного тока с однозонным регулированием скорости» (Лабораторная работа)
2. Исследование систем обеспечения ЭМС и ТД на примере лабораторной работы №2. «Система двухзонного регулирования скорости электропривода» (Лабораторная работа)
3. Исследование систем обеспечения ЭМС и ТД на примере лабораторной работы №3 «Система векторного управления асинхронным электроприводом с датчиком скорости» (Лабораторная работа)
4. Исследование систем обеспечения ЭМС и ТД на примере лабораторной работы №4 «Система векторного управления асинхронным электроприводом без датчика скорости» (Лабораторная работа)
5. ЭМС и ТД асинхронного частотно-регулируемого электропривода (Расчетно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №2)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Анучин А.С.- "Системы управления электроприводов", Издательство: "МЭИ", Москва, 2019
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012581.html>;
2. Осипов, О. И. Частотно-регулируемый асинхронный электропривод : Учебное пособие по курсу "Типовые решения и техника современного электропривода" по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / О. И. Осипов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2004 . – 80 с. - ISBN 5-7677-0291-8 .;
3. Осипов, О. И. Цифровые замкнутые системы управления электроприводом : лабораторный практикум по курсу "Типовые решения в технике электропривода" по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / О. И. Осипов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2017 . – 68 с. - ISBN 978-5-7046-1851-5 .
http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=9212.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
6. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
7. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
8. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
9. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
10. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-200/6, Лаборатория общего практикума по электроприводу	стол, стул, шкаф, доска меловая, лабораторный стенд
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Е-200/3, Кабинет сотрудников каф. "АЭП"	стол, стул, шкаф, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	М-212, Аудитория каф. "АЭП"	стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, тумба

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Электромагнитная совместимость и диагностирование в технике электропривода

(название дисциплины)

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Исследование систем обеспечения ЭМС и ТД на примере лабораторной работы №1 «Электропривод постоянного тока с однозонным регулированием скорости» (Лабораторная работа)
- КМ-2 Исследование систем обеспечения ЭМС и ТД на примере лабораторной работы №2. «Система двухзонного регулирования скорости электропривода» (Лабораторная работа)
- КМ-3 Исследование систем обеспечения ЭМС и ТД на примере лабораторной работы №3 «Система векторного управления асинхронным электроприводом с датчиком скорости» (Лабораторная работа)
- КМ-4 Исследование систем обеспечения ЭМС и ТД на примере лабораторной работы №4 «Система векторного управления асинхронным электроприводом без датчика скорости» (Лабораторная работа)
- КМ-5 ЭМС и ТД асинхронного частотно-регулируемого электропривода (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	12	14	16
1	Основные источники и пути распространения ЭМП. Влияние ЭМП на работоспособность электропривода						
1.1	Основные источники и пути распространения ЭМП. Влияние ЭМП на работоспособность электропривода		+				
2	Способы обеспечения ЭМС элементов и систем управления электроприводом						
2.1	Способы обеспечения ЭМС элементов и систем управления электроприводом			+			+
3	Автоматизированный электропривод как объект технического диагностирования						
3.1	Автоматизированный электропривод как объект технического диагностирования			+	+		+
4	Алгоритмы диагностирования электропривода						
4.1	Алгоритмы диагностирования электропривода				+	+	+
5	Технические средства и системы диагностирования электропривода						

5.1	Технические средства и системы диагностирования электропривода				+	+
	Вес КМ, %:	20	20	20	20	20