



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

КГЭУ

АКТУАЛИЗИРОВАНО
решением ученого совета ИЭЭ
протокол №7 от 16.04.2024

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора

Института электроэнергетики и
электроники

Р.В. Ахметова

«28» июня 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электромагнитная совместимость на электротранспорте

Направление подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность(и)
(профиль(и)) 13.04.02 Проектирование и эксплуатация
электротехнического оборудования электромобилей,
беспилотного транспорта и зарядной
инфраструктуры

Квалификация магистр

г. Казань, 2022

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО По направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень магистратура) (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144)

Программу разработал(и):
доцент кафедры, к.т.н. _____ Хизбуллин Роберт Накибович

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Электротехнические комплексы и системы, протокол №22 от 10.06.2022

Зав. кафедрой _____ Павлов П.П.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры
Электротехнические комплексы и системы, протокол №22 от 10.06.2022

Зав. кафедрой _____ Павлов П.П.

Программа одобрена на заседании методического совета института
Электроэнергетики и электроники, протокол №10 от 14.06.2022

Зам. директора института

Электроэнергетики и электроники _____ /Филипова Ф.М./

Программа принята решением Ученого совета института Электроэнергетики
и электроники протокол №11 от 28.06.2022

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Электромагнитная совместимость на электротранспорте» является изучение элементов управления и силовых преобразователей электропривода электроподвижного состава и его силовых частей, получение навыков применения профессиональных компетенций при исследовании, моделировании и проектировании электроподвижного состава.

Задачами дисциплины являются:

- подготовить студентов к проектно-конструкторской деятельности в области управления электроприводом ЭПС;
- дать информацию о способах и методах оптимального проектирования и расчета элементов электромеханических систем ЭПС;
- проектировать сложные технические объекты ЭТ с применением современных научных методов проектирования электромеханических элементов и систем.

Компетенции, формируемые у обучающихся, запланированные результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
Профессиональные компетенции (ПК)		
ПК-1 Способен проектировать объекты систем высокоскоростного наземного транспорта	ПК-1.1 Проводит научно-техническое обоснование выбора оптимального проектного решения	<i>Знать:</i> - принципы построения и проектирования систем высокоскоростного наземного транспорта <i>Уметь:</i> - использовать нормативно-технические документы в области проектно-конструкторской деятельности всех систем высокоскоростного наземного транспорта <i>Владеть:</i> - методами анализа и научно-технического обоснования оптимального проектного решения для элементов и систем высокоскоростного наземного транспорта.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Электромагнитная совместимость на электротранспорте относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника.

Код компетенции	Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.	Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.
ПК-1		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ПК-1	Электромагнитная совместимость на транспорте	

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: элементы электроподвижного состава;

основные требования к конструкции элементы электроподвижного состава;

Уметь: проектировать элементы силовых электронных устройств и тягового электропривода ЭПС.

Владеть: основами компьютерного моделирования для оптимального проектировании элементов ЭПС.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 216 часов, из которых 53 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 16 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 32 час., групповые и индивидуальные консультации 2 час., прием экзамена (КПА), зачета с оценкой - 1 час., самостоятельная работа обучающегося 128 час. Практическая подготовка по виду профессиональной деятельности составляет 6 часов

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр	
		р	
		2	
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	216	216	
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	53	53	
Лекционные занятия (Лек)	16	16	
Практические занятия (Пр)	32	32	
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	2	2	
Консультации (Конс)	2	2	
Контактные часы во время аттестации (КПА)	1	1	
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС), в том числе:	128	128	
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (экзамен)	35	35	
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	Эк	Эк	

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Распределение трудоемкости (в часах) по видам учебной работы, включая СРС										Формируемые результаты обучения	Литература	Формы текущего контроля	Формы промежуточной	Максимальное количество баллов
	Семестр	Занятия лекционного типа	Занятия практического / семинарского типа	Лабораторные работы	Групповые консультации	Самостоятельная работа студента, в т.ч.	Контроль самостоятельной работы (КСР)	подготовка к промежуточной аттестации	Сдача зачета / экзамена	Итого					

Раздел 1. Оптимальное проектирование силовых электронных элементов и устройств

1. Проектирование силовых электронных устройств, применяемых на высокоскоростном электрическом транспорте	2	4	8			30					42	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л1.5	Уст.опрос		15
---	---	---	---	--	--	----	--	--	--	--	----	--	-----------	--	----

Раздел 2. Оптимальное проектирование и расчет тяговых электродвигателей

2. Оптимальное проектирование и расчет тяговых электродвигателей	2	4	8			30					42	Л1.3, Л1.4, Л2.1, Л2.4, Л2.2, Л1.1, Л1.6,	Уст.опрос практ		15
--	---	---	---	--	--	----	--	--	--	--	----	---	--------------------	--	----

Раздел 3. Оптимальное проектирование системы управления двигателями постоянного тока

3. Оптимальное проектирование системы управления двигателями постоянного тока	2	4	8			38			1		51	Л1.6, Л1.5, Л2.2, Л2.4, Л1.3, Л1.3, Л2.1, Л1.1, Л1.4, Л2.5, Л2.6	Уст.опрос практ		15
---	---	---	---	--	--	----	--	--	---	--	----	--	--------------------	--	----

Раздел 4. Оптимальное проектирование системы управления асинхронными двигателями															
4. Расчет и проектирование трехфазного АД. Импульсное регулирование скорости АД	2	4	8			30	2			46		Л1.3, Л1.6, Л1.5, Л2.7, Л2.8, Л2.5, Л2.6, Л1.1, Л2.1, Л2.2, Л2.4	Уст.опрос практ	15	
Контактные часы во время аттестации	2						2	35	1	6				Экз	40
ИТОГО		16	32			128	2	35	1	216					100

3.3. Тематический план лекционных занятий

Номер раздела дисциплины	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
1	Проектирование силовых электронных устройств, применяемых в электрическом транспорте	4
2	Оптимальное проектирование и расчет тяговых электродвигателей	4
3	Оптимальное проектирование системы управления двигателями постоянного тока	4
4	Оптимальное проектирование системы управления асинхронными двигателями	4
Всего		16

3.4. Тематический план практических занятий

Номер раздела дисциплины	Темы практических занятий	Трудоемкость, час.
1	Расчет и проектирование схемы однофазного преобразователя с двигателем постоянного тока независимого возбуждения	8
2	Расчет и проектирование тягового двигателя по заданным характеристикам	8
3	Расчет и проектирование трехфазного управляемого преобразователя с двигателем постоянного тока независимого возбуждения	8
4	Расчет и проектирование трехфазного АД. Импульсное регулирование скорости АД	8
Всего		32

3.5. Тематический план лабораторных работ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

3.6. Самостоятельная работа студента

Номер раздела дисциплины	Вид СРС	Содержание СРС	Трудоемкость, час.
1	Основные уравнения и режимы работы двигателей постоянного тока независимого возбуждения	Самостоятельная работа	15
1	Способы регулирования частоты вращения асинхронных электродвигателей		15
2	Моделирование ЭМС при работе тягового двигателя постоянного тока	Самостоятельная работа	15
2	Моделирование ЭМС при работе тягового двигателя асинхронного тока	Самостоятельная работа	15
3	Импульсные преобразователи низкого напряжения	Самостоятельная работа	19
3	Импульсные преобразователи высокого напряжения	Самостоятельная работа	19
4	Инверторы	Самостоятельная работа	30
Всего			128

4. Образовательные технологии

При реализации дисциплины «Электромагнитная совместимость на электротранспорте» по образовательной программе «Проектирование и эксплуатация электротехнического оборудования электромобилей, беспилотного транспорта и зарядной инфраструктуры»

направления подготовки магистратуры 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

В образовательном процессе используются:

- дистанционные курсы (ДК), размещенные на площадке LMS Moodle, URL: <https://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=3143>

5. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, включает индивидуальный и (или) групповой опрос (устный или письменный), защиты лабораторных работ; решение практических заданий.

Итоговой оценкой результатов освоения дисциплины является оценка, выставленная во время промежуточной аттестации обучающегося (экзамен) с учетом результатов текущего контроля успеваемости. Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится письменно и устно по билетам, в виде тестирования, др. Экзаменационный билет (30 билетов) содержит два вопроса теоретического характера, требующие расширенного ответа.

На экзамен выносятся теоретические задания, проработанные в течение семестра на учебных занятиях и в процессе самостоятельной работы обучающихся.

Обобщенные критерии и шкала оценивания уровня сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции) по итогам освоения дисциплины:

Планируемые результаты обучения	Обобщенные критерии и шкала оценивания результатов обучения			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
Наличие навыков (владение опытом)	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов
Характеристика сформированности компетенции (индикатора)	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных)	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практи-	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для

достижения компетенции)	задач	ческих (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству	стандартных практических (профессиональных) задач	решения сложных практических (профессиональных) задач
Уровень сформированности компетенции (индикатора)	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ПК-1	ПК-1.1	Знать				
		- принципы построения и проектирования систем высокоскоростного наземного транспорта	Свободно и в полном объеме описывает все принципы построения и проектирования систем высокоскоростного наземного транспорта	Достаточно полно описывать принципы построения и проектирования систем высокоскоростного наземного транспорта	Плохо описывает принципы построения и проектирования систем высокоскоростного наземного транспорта	Не знает принципы построения и проектирования систем высокоскоростного наземного транспорта
		Уметь				

1	Липай Б. Р., Соломин А. Н., Тыричев П. А., Маслов С. И.	Проектирова ние электрическ их и электронных аппаратов :	учебное пособие - практикум	Казань : КГЭУ	2018	URL: https://lib.kgeu.ru/irbis64r_plus/index.html	
2	Розанов Ю. К., Рябчицкий М. В., Кваснюк А. А.	Силовая электроника	учебник	М.: Издательск ий дом МЭИ	2016	https://e.lanbook.com/book/72283	
3	Муромцев, Д. Ю.	Математиче ское обеспечение САПР	учебное пособие для вузов	СПб. : Лань	2014	URL: https://e.lanbook.com/book/42192	
4	Липай Б. Р.	Компьютерн ые модели электромеха нических систем. Модели основных компонент о в электромеха нических систем	учебное пособие	М.: Издательск ий дом МЭИ	2019	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013519.html	
5	Головицына М. В.	Автоматизир ованное проектирова ние промышлен ных изделий	учебное пособие для вузов	М. : Националь ный Открытый Университ ет "ИНТУИТ"	2016	https://e.lanbook.com/book/100573	
6	Гольдберг О.Д., Хелемская С.П.	Электромех аника	учебник для вузов	М.: Академия	2010		28

Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Розанов Ю. К., Воронин П. А., Рывкин С. Е., Чаплыгин Е. Е.	Справочник по силовой электронике	справочное издание	М.: Издательский дом МЭИ	2019	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012512.html	1
2	Бакиров А. Р., Васильев А. Е., Курир В. И.	Асинхронные электрические машины	метод. указания к выполнению контр. работ и курсового проекта	Казань: КГЭУ	2004		653
3	Копылов И. П.	Электрические машины	учебник для вузов	М.: Энергоатомиздат	1986		7
4	Иванов-Смоленский А. В.	Электрические машины	учебное пособие	М.: Энергия	1980		37
5	Грищенко А. В., Стрекопытов В. В.	Электрические машины и преобразователи подвижного состава	учебник	М.: Академия	2005		11
6	Кацман М. М.	Электрический привод	учебник для вузов	М.: Академия	2005		12
7	Кацман М. М.	Электрические машины	учебник	М.: Академия	2008		45

8	Розанов Ю. К., Рябчицкий М. В., Кваснюк А. А.	Силовая электроника	учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Электротехника, электромеханика и электротехнологии"	М.: Издательский дом МЭИ	2007	99
---	---	---------------------	--	-----------------------------	------	----

6.2. Информационное обеспечение

6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Курс Moodle	https://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=3143

6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п		Адрес	Режим доступа
1	Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru	http://elibrary.ru
2	Национальная электронная библиотечка	https://rusneb.ru/	https://rusneb.ru/
3	Техническая библиотека	http://techlibrary.ru	http://techlibrary

6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п		Адрес	Режим доступа
1	Гарант	http://www.garant.ru/	http://www.garan
2	ИСС «Кодекс» / «Техэксперт»	http://app.kgeu.local/Home/Ap	http://app.kgeu.lo
3	«Консультант плюс»	http://www.consultant.ru/	http://www.cons

6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Способ распространения (лицензионное/свободно)	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 7 Профессиональная (Starter)	Пользовательская операционная система	№2011.25486 от 28.11.2011
2	Adobe Acrobat	Пакет программ	https://get.adobe.com/ru/reader/
3	LMS Moodle	Современное программное обеспечение	https://download.moodle.org/releases/latest/

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для СРС	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
1	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения практических и лабораторных занятий	36 посадочных мест, интерактивная доска, лаб.стенд со стрелочными индикаторами (4шт.), регулятор напряжения (2шт), трехфазный синхронный генератор (2шт.), генератор постоянного тока, двигатель постоянного тока, макет
2	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	36 посадочных мест, экран стационарный), проектор подвесной, монитор ЭЛТ, лабораторный стенд НТЦ-23, электромашинный агрегат, препарированные двигатели ДПТ (2шт), асинхронные двигатели (3 шт), лабораторный стенд с АДКЗР
3	Самостоятельная работа обучающегося	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, мультимедийный проектор, экран, программное обеспечение

8. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья. Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www/kgeu.ru. Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом.

При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1	3.6	29.03.2024	В рамках реализации стратегического проекта КГЭУ вносим дополненные темы «Способы регулирования частоты вращения асинхронных электродвигателей», «Моделирование ЭМС при работе тягового двигателя асинхронного тока», «Импульсные преобразователи высокого напряжения» в тематический план самостоятельных работ	Павлов П.П.	Ахметова Р.В.
2					
3					

Структура дисциплины «Электромагнитная совместимость на электротранспорте»
для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		2
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	216	216
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	15	15
Лекционные занятия (Лек)	4	4
Практические занятия (Пр)	6	6
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	4	4
Контактные часы во время аттестации (КПА)	1	1
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС), в том числе:	193	193
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (экзамен)	8	8
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	Эк	Эк