



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

**АКТУАЛИЗИРОВАНО**  
решением ученого совета ИЭЭ  
протокол №7 от 16.04.2024

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института Электроэнергетики и  
электроники

\_\_\_\_\_ Ившин И.В.

«\_\_» октября 2020г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Проектирование элементов электроподвижного состава**

**Направление подготовки** 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

**Направленность (профиль)** Эксплуатация высокоскоростного электроподвижного  
состава

**Квалификация**

магистр

г. Казань, 2020

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО магистратуры направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России № 147 от 22.03.2018 г.)

Программу разработал:

доцент, к.т.н. \_\_\_\_\_ Хизбуллин Р.Н.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика «Электротехнические комплексы и системы», протокол № 4 от 28.10.2020 г.

Зав. кафедрой ЭТКС Павлов П.П.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры «Электротехнические комплексы и системы», протокол № 4 от 28.10.2020 г.

Зав. кафедрой ЭТКС Павлов П.П.

Программа одобрена на заседании методического совета ИЭЭ, протокол № 3 от 28.10.2020 г.

Заместитель директора ИЭЭ \_\_\_\_\_ / Ахметова Р.В./

Программа принята решением Ученого совета ИЭЭ протокол № 4 от 28.10.2020 г.

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Проектирование элементов электроподвижного состава» 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	Код и наименование	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	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы построения и проектирования систем высокоскоростного наземного транспорта</li> </ul> <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать нормативно-технические документы в области проектно-конструкторской деятельности всех систем высокоскоростного наземного транспорта</li> </ul> <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами анализа и научно-технического обоснования оптимального проектного решения для элементов систем высокоскоростного наземного транспорта.</li> </ul>

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Проектирование элементов электроподвижного состава относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника.

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

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 проектирования 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
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	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	Семестр	Распределение трудоемкости (в часах) по видам учебной работы, включая СРС									Формируемые результаты обучения	Литература	Формы текущего контроля	Формы промежуточной	Максимальное количество баллов
		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						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						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
<b>ИТОГО</b>		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	30
2	Моделирование тягового двигателя	Самостоятельная работа	30
3	Импульсные преобразователи напряжения	Самостоятельная работа	38
4	Инверторы	Самостоятельная работа	30
Всего			128

### 4. Образовательные технологии

При реализации дисциплины «Преобразовательные устройства электромеханических комплексов и систем» по образовательной программе «Эксплуатация высокоскоростного электроподвижного состава» 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 LMSMoodle, 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

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



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: <a href="https://lib.kgeu.ru/irbis64r_plus/index.html">https://lib.kgeu.ru/irbis64r_plus/index.html</a>	
2	Розанов Ю. К., Рябчицкий М. В., Кваснюк А. А.	Силовая электроника	учебник	М.: Издательск ий дом МЭИ	2016	<a href="https://e.lanbook.com/book/72283">https://e.lanbook.com/book/72283</a>	
3	Муромцев, Д. Ю.	Математиче ское обеспечение САПР	учебное пособие для вузов	СПб. : Лань	2014	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/42192">https://e.lanbook.com/book/42192</a>	
4	Липай Б. Р.	Компьютерн ые модели электромеха нических систем. Модели основных компоненто в электромеха нических систем	учебное пособие	М.: Издательск ий дом МЭИ	2019	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013519.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013519.html</a>	
5	Головицына М. В.	Автоматизир ованное проектирова ние промышлен ных изделий	учебное пособие для вузов	М. : Националь ный Открытый Университ ет "ИНТУИТ"	2016	<a href="https://e.lanbook.com/book/100573">https://e.lanbook.com/book/100573</a>	
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	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012512.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012512.html</a>	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	<a href="https://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=3143">https://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=3143</a>

### 6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п		Адрес	Режим доступа
1	Научная электронная библиотека	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
2	Национальная электронная библиоотека	<a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a>	<a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a>
3	Техническая библиотека	<a href="http://techlibrary.ru">http://techlibrary.ru</a>	<a href="http://techlibrary">http://techlibrary</a>

### 6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п		Адрес	Режим доступа
1	Гарант	<a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a>	<a href="http://www.garan">http://www.garan</a>
2	ИСС «Кодекс» / «Техэксперт»	<a href="http://app.kgeu.local/Home/Ar">http://app.kgeu.local/Home/Ar</a>	<a href="http://app.kgeu.lo">http://app.kgeu.lo</a>
3	«Консультант плюс»	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>	<a href="http://www.cons">http://www.cons</a>

### 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	<a href="https://get.adobe.com/ru/reader/">https://get.adobe.com/ru/reader/</a>
3	LMS Moodle	Современное программное обеспечение	<a href="https://download.moodle.org/releases/latest/">https://download.moodle.org/releases/latest/</a>

## 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](http://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.

## Лист регистрации изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины на 20\_\_ /20\_\_  
учебный год

В программу вносятся следующие изменения:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

*Указываются номера страниц, на которых  
внесены изменения,  
и кратко дается характеристика этих  
изменений*

Программа одобрена на заседании кафедры –разработчика «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.,  
протокол № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Павлов П.П.

Программа одобрена методическим советом института \_\_\_\_\_  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Зам. директора по УМР \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

*Подпись, дата*

Согласовано:

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

*Подпись, дата*



Структура дисциплины «Проектирование элементов электроподвижного состава»  
для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		2
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	216	216
<b>КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:</b>	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
<b>САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС), в том числе:</b>	193	193
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (экзамен)	8	8
<b>ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ</b>	Эк	Эк

*Приложение к рабочей программе  
дисциплины*



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования**

КГЭУ

**«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
по дисциплине**

Проектирование элементов электроподвижного состава

Направление подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) Эксплуатация высокоскоростного электроподвижного состава

Квалификация

магистр

г.Казань, 2020

Оценочные материалы по дисциплине «Проектирование элементов электроподвижного состава»-комплект контрольно-измерительных материалов, предназначенных для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенции(й):

ПК-1 Способен проектировать объекты систем высокоскоростного наземного транспорта

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

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание процесса обучения по дисциплине. При текущем контроле успеваемости используются следующие оценочные средства: доклад, устный опрос, лабораторная работа практические занятия, контрольно самостоятельная работа.

Промежуточная аттестация имеет целью определить уровень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за 2семестр. Форма промежуточной аттестации зачет.

Оценочные материалы включают задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, разработанные в соответствии с рабочей программой дисциплины.

### 1.Технологическаякарта

Семестр2

Номер раздела/темы дисциплины	ВидСРС	Наименованиеоценочногосредства	Код индикаторадостижениякомпетенций	Уровеньосвоениядисциплины,ба			
				неудов	удов-но	хоро	отлич
				незачте	зачтено		
				низкий	нижесреднего	средний	высокий
Текущийконтрольуспеваемости							
1	Основные уравнения и режимы работы двигателей	Уст.опрос, лаб.	ПК-1	Менее 14	15-17	20-22	23-25
2	Моделирование тягового двигателя	Уст.опрос, практ	ПК-1	Менее 14	15-17	20-22	23-25
3	Импульсные преобразователи напряжения	Уст.опрос	ПК-1	менее 14	15-17	20-22	23-25
4	Инверторы	Уст.опрос	ПК-1	Менее 14	15-17	20-22	23-25

Всегобаллов	0-56	60-68	80-88	92-100
-------------	------	-------	-------	--------

## 2.Переченьоценочныхсредств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткаяхарактеристикаоценочногосредства	Оценочныматериалы
Доклад(дкл.)	Составление доклада по заданной	Темыдокладов
Устныйопрос(Уопр)	Устный опрос на лекции по вопросам, изученным на предыдущей лекции.	Конспектлекций
Лабораторнаяработа(Лаб)	Лабораторная работа выполняется согласно методическим указаниям по выполнению лабораторной работы в соответствии с индивидуальным	Заданияклабораторнымрабо там.
Практическиезанятия(Практ)	Практическое занятие выполняется согласно методическим указаниям по выполнению практической работы в соответствии с индивидуальным	Заданиякпрактическимзанят иям.
Контрольносамостоятельнаяработа (КСР)	КСР выполняется согласно методическим указаниям по выполнению КСР в соответствии с	ЗаданиякКСР.

## 3.Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Наименование оценочного средства	Раздел 1 Практические занятия по теме Расчет и проектирование схемы однофазного преобразователя с двигателем постоянного тока независимого возбуждения
Представление и содержание оценочных материалов	<p>Задача 1.            Рассчитать эквивалентную индуктивность и необходимую индуктивность дросселя, включенного в цепь двигателя ДК211. Технические данные двигателя 150 кВт, <math>U_{ном}=275</math> В, <math>n=1500</math> об/мин, <math>p=4</math>, <math>I_{ном}=40</math> А.</p> <p>Задача 2            Частота вращения ДПТ независимого возбуждения <math>n=1800</math> об/мин, <math>P=15</math> кВт, <math>U=380</math> В. Напряжение регулируется трехфазным преобразователем в цепи якоря. Источник переменного тока соединен в «звезду», напряжение на его выходе <math>U_{л}=208</math> В, частота <math>f=50</math> Гц, <math>R_{я}=245</math> Ом. Определить: угол регулирования преобразователя в цепи якоря <math>\alpha</math>, при условии, что ДПТ имеет номинальную мощность и частоту вращения; скорость <math>X</math> при том значении угла <math>\alpha</math>, и что ток <math>I</math> в цепи якоря составляет 10% от номинального.</p>

<p>Критерии оценки и шкала оценивания в баллах</p>	<p>При выставлении баллов за выполнение задания учитываются следующие критерии:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Правильность выполнения практического задания</li> <li>2. Владение методами и технологиями, запланированными в рабочей программе дисциплины</li> <li>3. Демонстрация способности участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем</li> </ol> <p>В 4-5 баллов оценивается правильно выполненное задание, которое показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, твердые навыки решения практических задач и умение проводить анализ полученных результатов.</p> <p>В 3 балла оценивается правильно выполненное задание, которое показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области достаточные навыки решения практических задач и умение проводить анализ полученных результатов. Однако допускаются некоторые неточности в анализе.</p> <p>В 2 балла оценивается выполненное задание, которое показывает</p>
<p>Наименование оценочного средства</p>	<p>Раздел 2 Практические занятия по теме: Расчет и проектирование тягового двигателя по заданным характеристикам</p>
<p>Представление и содержание оценочных материалов</p>	<p>Задача 1. Трехфазный асинхронный двигатель с фазным ротором имеет следующие данные: максимальное значение магнитной индукции в воздушном зазоре <math>B_{\delta} = 1,5</math> Тл, диаметр рачотки статора <math>D_1 = 180</math> мм длина сердечника статора <math>l_1 = 141</math> мм равная <math>0,8D_1</math> число полюсов в обмотках статора и ротора <math>2p = 4</math>, число последовательно соединенных витков в фазных обмотках статора <math>w_1 = 48</math> и ротора <math>w_2 = 8</math>, обмоточные коэффициенты для основной гармоники статора <math>k_{об1}</math> и ротора <math>k_{об2}</math> принять равными <math>k_{об1} = k_{об2} = 0,93</math>.</p> <p>Требуется определить фазные значения ЭДС в обмотке статора <math>E_1</math> и в обмотке фазного ротора при неподвижном его состоянии <math>E_2</math> и вращающемся со скольжением <math>s=8\%</math>, частоту тока в неподвижном и вращающемся роторе. Частота тока в питающей сети <math>f_1 = 50</math> Гц</p> <p>Задача 2 Синхронный трехфазный двигатель при напряжении сети <math>U_c = 380</math> В развивает номинальную мощность <math>P_n = 10</math> кВт, вращаясь с частотой <math>n_n = 2920</math> об/мин и потребляя ток <math>I_n = 18,6</math> А при коэффициенте мощности <math>\cos\varphi_n = 0,913</math>.</p> <p>В режиме холостого хода двигатель потребляет из сети мощность <math>P_0 = 325</math> Вт при токе <math>I_0 = 5,04</math> А. Активное сопротивление обмотки статора <math>r_1 = 0,326</math> Ом, механические потери мощности <math>\Delta P_{мех} = 130</math> Вт. Схема соединения обмотки статора — «звезда».</p> <p>Определить потери мощности в меди статора и ротора, потери в стали, добавочные потери при нагрузке, коэффициент полезного действия, электромагнитный момент, момент на валу для номинального режима работы двигателя.</p> <p>Задача 3. Трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором серии 4Л имеет следующие данные:</p> <p><math>P_{ном} = 4</math> кВт,  <math>n_{2ном} = 2880</math> об/мин, <math>\eta_{ном} = 86,5\%</math>, <math>\cos\varphi_1 = 0,89</math>, <math>I_n / I_{ном} = 7,5</math>,  <math>M_n / M_{ном} = 2</math>, <math>M_{max} / M_{ном} = 2,5</math>, <math>U_1 = 220/380</math> В. Определить высоту оси вращения <math>h</math>, число полюсов <math>2p</math>, скольжение при номинальной нагрузке <math>s_{ном}</math>, момент на валу <math>M_{ном}</math>, начальный пусковой <math>M_n</math> и</p>

<p>Критерии оценки и шкала оценивания в баллах</p>	<p>При выставлении баллов за выполнение задания учитываются следующие критерии:</p> <p>1. Правильность выполнения практического задания</p> <p>2. Владение методами и технологиями, запланированными в рабочей программе дисциплины</p> <p>3. Демонстрация способности участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем</p> <p>В 4-5 баллов оценивается правильно выполненное задание, которое показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, твердые навыки решения практических задач и умение проводить анализ полученных результатов.</p> <p>В 3 балла оценивается правильно выполненное задание, которое показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области достаточные навыки решения практических задач и умение проводить анализ полученных результатов. Однако допускаются некоторые неточности в анализе.</p> <p>В 2 балла оценивается выполненное задание, которое показывает</p>
<p>Наименование оценочного средства</p>	<p>Раздел 3 Практическое занятие по теме: Расчет и проектирование трехфазного управляемого преобразователя с двигателем постоянного тока независимого возбуждения</p>
<p>Представление и содержание оценочных материалов</p>	<p>Задача 1. Имеется трехфазный мостовой выпрямитель с выходным напряжением <math>U_q = 48</math> В.</p> <p><i>Определите</i>, как изменится выходное напряжение <math>U_q</math>, если:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• а) напряжение сети возрастет в 1,2 раза;</li> <li>• б) частота сети возрастет в 1,2 раза;</li> <li>• в) оборвется одна из фаз на вход</li> </ul> <p>Задача 2К выходу однофазного мостового выпрямителя подключен ZC-фильтр с коэффициентом сглаживания <math>q = 70</math>.</p> <p><i>Определите</i>, во сколько раз изменится сглаживающее действие фильтра, сети его подключить к выходу трехфазного однофазного выпрямителя.</p> <p>Задача 3. В однофазной мостовой схеме выпрямления все диоды имеют одинаковые вольт-ампер-ные характеристики.</p> <p><i>Определите</i> частоту первой гармоники пульсаций на нагрузке, если частота сети равна <math>f_c = 50</math> Гц.</p> <p>Задача 4. Однофазный мостовой неуправляемый выпрямитель с выходными параметрами: <math>U_q = 30</math> В, <math>I_o = 10</math> А работает на активную нагрузку.</p> <p><i>Определите</i> минимально допустимые параметры вентиля (/пр) и выберите силовой вентиль.</p>

<p>Критерии оценки и шкала оценивания в баллах</p>	<p>При выставлении баллов за выполнение задания учитываются следующие критерии:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Правильность выполнения практического задания</li> <li>2. Владение методами и технологиями, запланированными в рабочей программе дисциплины</li> <li>3. Демонстрация способности участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем</li> </ol> <p>В 4-5 баллов оценивается правильно выполненное задание, которое показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, твердые навыки решения практических задач и умение проводить анализ полученных результатов.</p> <p>В 3 балла оценивается правильно выполненное задание, которое показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области достаточные навыки решения практических задач и умение проводить анализ полученных результатов. Однако допускаются некоторые неточности в анализе.</p> <p>В 2 балла оценивается выполненное задание, которое показывает</p>
<p>Наименование оценочного средства</p>	<p>Раздел 4 Практическое занятие по теме: Расчет и проектирование трехфазного АД. Импульсное регулирование скорости АД</p>
<p>Представление и содержание оценочных материалов</p>	<p>Задача 1. Трехфазный асинхронный двигатель общепромышленного назначения с фазным ротором имеет следующие данные: напряжение <math>U_n = 220</math> В; схема соединения обмотки статора — «треугольник»; числа витков фаз обмоток статора и ротора соответственно <math>W_1 = 192</math> и <math>W_2 = 36</math>; обмоточные коэффициенты <math>k_{01} = 0,932</math> и <math>k_{02} = 0,955</math>; активные и индуктивные сопротивления на фазу <math>r_1 = 0,46</math> Ом, <math>r_2 = 0,02</math> Ом, <math>x_1 = 2,24</math> Ом, <math>x_2 = 0,08</math> Ом; число пар полюсов <math>p = 3</math>. Определить: 1) ток статора <math>I_{1п}</math> и ротора <math>I_{2п}</math>, вращающий момент <math>M_{п}</math> и коэффициент мощности <math>\cos \varphi_n</math> при пуске двигателя с замкнутой накоротко обмоткой ротора; 2) ток статора <math>I_1</math> и ротора <math>I_2</math>, электромагнитный момент <math>M_{эм}</math> при работе двигателя со скольжением <math>s = 3\%</math> (обмотка ротора замкнута накоротко); 3) величину добавочного сопротивления <math>r_{доб}</math>, которое необходимо ввести в цепь ротора, чтобы получить пусковой момент <math>M_{п}</math>, равный максимальному значению <math>M_{max}</math>, а также пусковые токи в обмотках при этом сопротивлении; 4) критическое скольжение и максимальный момент при условии <math>r_{доб} = 0</math>. Током холостого хода пренебречь.</p> <p>Задача 2. Трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором <math>2p=4</math> работает от сети переменного тока напряжением <math>U_{1н} = 380</math> В частотой <math>f_1 = 50</math> Гц. При номинальной нагрузке ротор двигателя вращается с частотой <math>n_{ном} = 1440</math> об/мин; перегрузочная способность двигателя <math>\lambda_m = 2,2</math>, а кратность пускового момента <math>M_n / M_{ном} = 1,4</math>. Рассчитать значения параметров и построить механическую характеристику двигателя в относительных единицах <math>M_* = f(s)</math>, если электромагнитная мощность в режиме номинальной нагрузки равна <math>P_{эм} = 7,5</math> кВт. Определить, при каком снижении напряжения относительно номинального двигатель утратит способность пуска с номинальным моментом на валу и при каком снижении напряжения он утратит перегрузочную способность</p>

<p>Критерии оценки и шкала оценивания в баллах</p>	<p>При выставлении баллов за выполнение задания учитываются следующие критерии:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Правильность выполнения практического задания</li> <li>2. Владение методами и технологиями, запланированными в рабочей программе дисциплины</li> <li>3. Демонстрация способности участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем</li> </ol> <p>В 4-5 баллов оценивается правильно выполненное задание, которое показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, твердые навыки решения практических задач и умение проводить анализ полученных результатов.</p> <p>В 3 балла оценивается правильно выполненное задание, которое показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области достаточные навыки решения практических задач и умение проводить анализ полученных результатов. Однако допускаются некоторые неточности в анализе.</p> <p>В 2 балла оценивается выполненное задание, которое показывает достаточные знания основных процессов изучаемой предметной области</p>
--	--

#### 4.Оценочныматериалыпромежуточнойаттестации

<p>Наименование оценочного средства</p>	<p>Экзамен</p>
---	----------------



<p>Представление и содержание оценочных материалов</p>	<p>Экзаменационный билет (30 билетов) содержит два вопроса теоретического характера, требующий расширенного ответа..</p> <p>Перечень теоретических вопросов:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Динамические характеристики.</li> <li>2Статические характеристики.</li> <li>3.Статические характеристики асинхронного ЭД.</li> <li>4. Динамические характеристики асинхронных ЭД.</li> <li>5. Схемы управления ЭД постоянного тока</li> <li>6. Пуск ЭД постоянного тока.</li> <li>7.Торможение ЭД постоянного тока.</li> <li>8. Механические переходные процессы в простейшей системе привода.</li> <li>9 Схемы управления асинхронными короткозамкнутыми ЭД</li> <li>10.Пуск асинхронного ЭД.</li> <li>11Торможение Эд противовключением. Динамическое торможение ЭД.</li> <li>12. Работа асинхронного ЭД в режиме низких скоростей.</li> <li>13.Регуляторы в схемах управления электроприводом.</li> <li>14 Датчики тока.</li> <li>15Датчики скорости.</li> <li>16 Регулируемый электропривод с обратными связями по току и скорости.</li> <li>17 Регулируемый Электропривод с отрицательной ОС по скорости.</li> <li>18. Схема регулируемого электропривода с ОС по скорости и току якоря.</li> <li>19. Схема регулируемого электропривода с ОС по скорости и току с отсечкой.</li> <li>20 Система подчиненного регулирования.</li> <li>21Настройка ПИ-регулятора тока на технический оптимум.</li> <li>22 Настройка ПИ-регулятора скорости на симметричный оптимум.</li> <li>23 Системы регулируемого электропривода с асинхронным коротко-замкнутым двигателем.</li> <li>24Частотное управление.</li> <li>25 Схема частотного регулируемого электропривода с IR-компенсацией.</li> <li>26 Системы векторного управления асинхронным ЭД.</li> <li>27 Принципы векторного управления.</li> <li>28 Схема векторного управления на базе асинхронного электродвигателя.</li> <li>29 Оптимальное проектирование системы управления двигателями постоянного тока</li> <li>30 Оптимальное проектирование системы управления асинхронными двигателями</li> <li>31 Проектирование силовых электронных устройств, применяемых на высокоскоростно м электрическом транспорте</li> </ol> <p style="text-align: center;">Примеры экзаменационных билетов</p> <p style="text-align: center;"><b>Билет 1</b></p> <p>Вопрос 1. Динамические характеристики асинхронных ЭД.</p> <p>Вопрос 2. Системы векторного управления асинхронным ЭД.</p>
--	---

При выставлении баллов за ответы на теоретический вопрос билета учитываются следующие критерии:

- 1. Логичность и последовательность ответа*
- 2. Владение специальными терминами и использование их при ответе.*
- 3. Умение объяснять, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы*

*От 20 до 25 баллов оценивается ответ, который показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа.*

*От 10 до 20 баллов оценивается ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна – две неточности в ответе.*

*От 5 до 10 баллов оценивается ответ, свидетельствующий, в основном, о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа.*

**Максимальное количество баллов за теоретический вопрос – 20**

**Максимальное количество баллов за экзамен - 40**