



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический
университет» (БГТУ)

Факультет энергетики и электроники

(наименование факультета/института)

Электронные, радиоэлектронные и электротехнические системы

(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

по учебной работе и цифровизации

_____ **В.А. Шкаберин**

« ____ » _____ 20 ____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

учебной дисциплины

Системы тягового электропривода локомотивов

(наименование дисциплины)

13.06.01 Электро- и теплотехника

(код и наименование специальности или направления подготовки)

Электротехнические комплексы и системы

(направленность (профиль)/ специализация образовательной программы)

высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

(уровень образования)

Исследователь. Преподаватель-исследователь

(квалификация, присваиваемая по специальности или направлению подготовки)

Очная

(форма обучения)

2020

(год набора)

Брянск 2022

Системы тягового электропривода локомотивов

(наименование дисциплины)

13.06.01 Электро- и теплотехника

(код и наименование специальности или направления подготовки)

Электротехнические комплексы и системы

(направленность (профиль)/ специализация образовательной программы)

Разработал:

Профессор кафедры «ЭРЭиЭС»,

Д.Т.Н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Г.А. Федяева

(И.О. Фамилия)

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Электронные, радиоэлектронные и
электротехнические системы

(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)

«10» марта 2022 г., протокол № 6/2

Заведующий кафедрой

К.Т.Н., доцент

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

А.А. Малаханов

(И.О. Фамилия)

© Федяева Г.А., 2022

© ФГБОУ ВО «Брянский государственный
технический университет», 2022

Предисловие.

Рабочая программа предназначена для методического сопровождения преподавания дисциплины (модуля) «Системы тягового электропривода локомотивов» аспирантам очной формы обучения по направлению подготовки кадров высшей квалификации 13.06.01 «Электро- и теплотехника» (профиль: Электротехнические комплексы и системы). Она представляет собой вариативную дисциплину, позволяющую изучить все аспекты построения систем тягового электропривода локомотивов.

1. Цель освоения дисциплины.

Целью освоения дисциплины являются освоения аспирантами принципов действия и конструктивного исполнения тяговых электроприводов локомотивов постоянного и переменного тока; принципов построения и расчета тяговых электроприводов, методов его управления и использования в энергетических и вспомогательных системах современных и перспективных локомотивов, правил эксплуатации и обслуживания электроприводов локомотивов, методов настройки его характеристик и характеристик его систем управления.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП.

Дисциплина «Системы тягового электропривода локомотивов» в соответствии с учебным планом направления подготовки аспирантов 13.06.01 «Электро- и теплотехника» относится к вариативной части подготовки (Б.1) и является дисциплиной по выбору.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных аспирантами в результате освоения образовательной программы высшего образования второго уровня (магистратура, специалитет), элективных дисциплин по направленности ОПОП ВО третьего уровня (аспирантура).

Дисциплина направлена на сдачу кандидатского минимума, осуществление научно-исследовательской деятельности аспиранта по направленности программы аспирантуры и подготовку научного доклада о результатах НКР (диссертации).

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Компетенции и требования к освоению дисциплины

Коды компетенций по ФГОС ВО	Наименование компетенции	Результат освоения
1	2	3
Профессиональные компетенции		
ПК-2	Способность проводить теоретические и экспериментальные научные исследования с целью совершенствования и разработки принципиально новых систем и алгоритмов управления электроприводов	<p>знать: основные методы и подходы проведения теоретических и экспериментальных исследований в области электротехнических комплексов и систем с использованием передовых технологий;</p> <p>уметь: критически анализировать существующие системы и алгоритмы управления электроприводом; находить пути модернизации существующих систем управления электроприводом при помощи как теоретических, так и экспериментальных исследований;</p> <p>владеть: методами теоретической и экспериментальной оценки систем и алгоритмов управления электроприводов.</p>
ПК-3	Способность разрабатывать более совершенные методы и методики создания и отработки функциональных схем и алгоритмов управления электроприводов	<p>знать: общие закономерности развития науки и современное состояние исследований в области научной специальности «Электротехнические комплексы и системы».</p> <p>уметь: анализировать и сопоставлять результаты собственных исследований с современными представлениями научного сообщества в области своей научной специальности.</p> <p>владеть: современными методами обработки и верификации научной информации</p>

4. Объем дисциплины и виды учебной работы.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
Аудиторные занятия (всего)	12	12
В том числе:		
Лекции (Л)	6	6
Практические занятия (ПЗ)	6	6
Семинары (С)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	51	51
В том числе:		
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графические работы	-	-
Реферат	-	-
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>		
Подготовка к занятиям	30	30
Самоподготовка	21	21
Вид промежуточной аттестации:		
- зачет	-	-
- экзамен	45	45
Общая трудоемкость: 108 часов; 3 зачетных единиц	108	108

5. Содержание дисциплины.

5.1. Содержание разделов дисциплины.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (дидактические единицы)	Форма проведения занятий
1	2	3	4
1	Тяговый электропривод локомотива как единая управляемая тепло-электромеханическая система.	Анализ применяющихся на практике существующих тяговых электроприводов (ТЭП) локомотивов. Методы и теоретическая база исследования ТЭП локомотивов. Классификация систем управления тяговыми асинхронными двигателями. Изучение типовых функциональных схем ТЭП локомотивов.	Лекции
2	Электрооборудование локомотива с тяговым приводом постоянного и переменного тока и микропроцессорной системой регулирования и управления	Энергетические цепи тепловоза с тяговыми двигателями постоянного и переменного тока. Алгоритмы управления тяговыми двигателями в электрических передачах переменного и постоянного тока. Работа тягового электродвигателя в тяговом и тормозном режимах. Регулировочные, электромеханические и ограничительные характеристики тягового и тормозного режимов работы двигателя.	Лекции
3	Системы поосного управления тяговым приводом современных локомотивов с электроприводом пе-	Алгоритм работы системы поосного управления асинхронными тяговыми двигателями. Использование инверторов в системе поосного управления.	Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (дидактические единицы)	Форма проведе- ния заня- тий
1	2	3	4
	ременного тока		
4	Электрооборудование тепловоза с тяговым приводом переменного тока и микропроцессорной системой регулирования и управления	Моделирование режимов работы (в том числе нестационарных) тягового асинхронного электропривода локомотива с использованием программного комплекса MATLAB. Получение характеристик и анализ тяговых свойств тягового привода с асинхронным электродвигателем при различных режимах работы.	Лекции, практика
5	Методы совершенствования регулирования тягового привода для предупреждения нестационарных режимов.	Исследование методов повышения тяговых свойств локомотива. Нестационарные режимы и оптимальное использование сил сцепления. Анализ и разработка вариантов механической части локомотива с целью улучшения использования условий сцепления. Исследование особенностей аварийных режимов тягового электропривода с асинхронными двигателями.	Лекции, практика

5.2. Лабораторные работы.

Лабораторные работы по данной дисциплине не предусмотрены.

5.3. Семинары

Семинары по данной дисциплине не предусмотрены.

5.4. Разделы дисциплины и виды занятий (в часах).

Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	С	СРС	ЭКЗ	Всего часов
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Тяговый электропривод локомотива как единая управляемая тепло-электромеханическая система.	1	-	-	-	5	5	11
2	Электрооборудование локомотива с тяговым приводом постоянного и переменного тока и микропроцессорной системой регулирования и управления	1	-	-	-	5	5	11
3	Системы поосного управления тяговым приводом современных локомотивов с электроприводом переменного тока	1	-	-	-	11	10	22
4	Электрооборудование тепловоза с тяговым приводом переменного тока и микропроцессорной системой регулирования и управления	2	2	-	-	15	15	34
5	Методы совершенствование регулирования тягового привода для предупреждения нестационарных режимов.	1	4	-	-	15	10	30
	ИТОГО	6	6	0	0	51	45	108

6. Лекции, практические занятия, лабораторные работы.

6.1. Лекции.

Тематика лекций и их трудоемкость

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика лекций	Трудоемкость (час.)
1	2	3	4
1	1	Тяговый электропривод локомотива как единая управляемая тепло-электромеханическая система.	1
2	2	Электрооборудование локомотива с тяговым приводом постоянного и переменного тока и микропроцессорной системой регулирования и управления	1
3	3	Системы поосного управления тяговым приводом современных локомотивов с электроприводом переменного тока	1
4	4	Электрооборудование тепловоза с тяговым приводом переменного тока и микропроцессорной системой регулирования и управления	2
5	5	Методы совершенствование регулирования тягового привода для предупреждения нестационарных режимов.	1
		ИТОГО	6

6.2. Практические занятия.

Тематика практических занятий и их трудоемкость

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (час.)
1	2	3	4
1	4	Электрооборудование тепловоза с тяговым приводом переменного тока и микропроцессорной системой регулирования и управления	2
2	5	Методы совершенствования регулирования тягового привода для предупреждения нестационарных режимов.	4
ИТОГО			6

6.3. Образовательные технологии.

В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:

Вид учебной работы	Виды образовательных технологий
Лекции	Проблемная лекция Лекция с разбором конкретных ситуаций Лекция-беседа Лекция-обсуждение
Практические занятия	Решение практических задач
Самостоятельная работа	Информационные компьютерные технологии Изучение литературы
Консультации	Управление процессом освоения учебной информации, применения знаний на практике, поиска новой учебной информации
Текущий контроль, экзамен	Устный опрос, прием экзаменов по билетам

7. Самостоятельная работа студентов.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Вид самостоятельной работы
1.	1	Изучения конспекта лекций и дополнительной литературы из списка.
2.	2	Изучения конспекта лекций и дополнительной литературы из списка.
3.	3	Изучения конспекта лекций и дополнительной литературы из списка.
4.	4	Изучения конспекта лекций и дополнительной литературы из списка.
5.	5	Изучения конспекта лекций и дополнительной литературы из списка.
6.	1 - 5	Подготовка к экзамену
ИТОГО: 51 час		

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература:

1. Бирюков В.В. Тяговый электрический привод [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Бирюков, Е.Г. Порсев. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013. — 314 с. — 978-5-7782-2263-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45180.html>
2. Красовский А.Б. Расчет характеристик электропривода [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению домашнего задания по курсу «Основы электропривода» / А.Б. Красовский. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2011. — 40 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31221.html>
3. Управление электроприводами [Электронный ресурс] : методические указания к курсовой работе для студентов направления подготовки 140400 «Электроэнергетика и электротехника» профиля подготовки «Электропривод и автоматика» очной и очно-заочной форм обучения / . — Электрон. текстовые данные. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014. — 81 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/57622.html>
4. Мещеряков В.Н. Энергосберегающие системы электропривода переменного тока с частотным управлением для механизмов с вентиляторным статическим моментом [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Н. Мещеряков. — Электрон. текстовые данные. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 50 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17682.html>
5. Васильев Б.Ю. Электропривод. Энергетика электропривода [Электронный ресурс] : учебник / Б.Ю. Васильев. — Электрон. текстовые данные. — М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2015. — 272 с. — 978-5-91359-155-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/53868.html>
6. Греков Э.Л. Исследование системы автоматического управления электроприводом постоянного тока [Электронный ресурс] : учебное пособие / Э.Л. Греков, В.Б. Фатеев. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2011. — 108 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30057.html>
7. Панкратов В.В. Автоматическое управление электроприводами. Часть I. Регулирование координат электроприводов постоянного тока [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Панкратов. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013. — 200 с. — 978-5-7782-2223-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45357.html>

8. Шеин А.Б. Методы проектирования электронных устройств [Электронный ресурс] / А.Б. Шеин, Н.М. Лазарева. — Электрон. текстовые данные. — М. : Инфра-Инженерия, 2013. — 456 с. — 978-5-9729-0041-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13540.html>
9. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB. SimPowerSystems и Simulink [Электронный ресурс] / И.В. Черных. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Профобразование, 2017. — 288 с. — 978-5-4488-0085-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63804.html>
10. Герман-Галкин С.Г. Matlab & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК.- СПб.: Корона - Век, 2008.

б) дополнительная литература:

1. Ванурин, В.Н. Электрические машины [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 304 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72974>. — Загл. с экрана.
2. Епифанов, А.П. Электрические машины [Электронный ресурс] : учеб. / А.П. Епифанов, Г.А. Епифанов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 300 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/95139>. — Загл. с экрана.
3. Шлейников В.Б. Электроснабжение цеха промышленного предприятия [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Б. Шлейников. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2012. — 115 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30147.html> Системы подчиненного регулирования электроприводов переменного тока с вентильными преобразователями /О.В. Слежановский, Л.Х. Дацковский, И.С. Кузнецов и др. М.: Энергоатомиздат, 1983.
4. Элементы привода приборов. Расчет, конструирование, технологии [Электронный ресурс] : монография / В.Е. Старжинский [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Белорусская наука, 2012. — 769 с. — 978-985-08-1429-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12331.html>
5. Никитин Ю.Р. Диагностирование мехатронных систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.Р. Никитин, И.В. Абрамов. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2013. — 116 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13859.html>
6. Поздеев А.А. Электромагнитные и электромеханические процессы в частотно регулируемых асинхронных электроприводах. Чебоксары.: Изд-во Чуваш. гос. ун-та, 1998.
7. Усольцев, А.А. Электрические машины. Учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2013. — 416 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/40871>. — Загл. с экрана.
8. Скорняков, В.А. Электрические машины: учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2012. — 152 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/45443>. — Загл. с экрана.

9. Розанов, Ю.К. Силовая электроника: учебник для вузов [Электронный ресурс] : учеб. / Ю.К. Розанов, М.В. Рябчицкий, А.А. Кваснюк. — Электрон. дан. — Москва : Издательский дом МЭИ, 2016. — 632 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72283>. — Загл. с экрана.
10. Фролов, В.Я. Устройства силовой электроники и преобразовательной техники с разомкнутыми и замкнутыми системами управления в среде Matlab-Simulink [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.Я. Фролов, В.В. Смородинов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 332 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93780>. — Загл. с экрана.
11. Белоус, А.И. Полупроводниковая силовая электроника [Электронный ресурс] / А.И. Белоус, С.А. Ефименко, А.С. Турцевич. — Электрон. дан. — Москва : Техносфера, 2013. — 216 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/73530>. — Загл. с экрана.

8.2. Перечень ресурсов сети «Интернет», необходимых для изучения дисциплины:

1. Электронная библиотечная система ЛАНЬ <https://e.lanbook.com>;
2. Электронная библиотечная система IPRBooks <http://www.iprbookshop.ru>;
3. mark.lib.tu-bryansk.ru/marcweb2 - электронная библиотечная система БГТУ;
4. lib.tu-bryansk.ru - сайт библиотеки БГТУ со ссылками на внешние ЭБС;
5. Электронная информационно-образовательная среда (ЭИОС) БГТУ;
6. www.tu-bryansk.ru - официальный сайт БГТУ;
7. edu.tu-bryansk.ru - система электронной поддержки учебных курсов на базе программного обеспечения Moodle со встроенной подсистемой тестирования;

8.3. Перечень минимально необходимого программного обеспечения:

Операционные системы и офисные пакеты (ОС WINDOWS, Linux),
MATLAB (учебная версия),
Universal Mechanism,
МКЭ пакеты.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Для обучения дисциплине «Системы тягового электропривода локомотивов» необходимы:

- 1) помещение для проведения практических занятий (ауд. 70а, ауд. 70б);
- 2) помещение для промежуточной аттестации, в том числе итоговой аттестации (ауд. 93);
- 3) помещение для самостоятельной работы, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации (ауд. 70б);

Перечисленные специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.

10.1. Методические рекомендации для преподавателей.

Методика чтения лекций.

Лекции являются одним из основных методов обучения и должны решать следующие задачи:

- изложение наиболее важного материала программы курса, освещающего основные моменты;
- установление связи изучаемых тем курса с дисциплинами профессионального цикла направления подготовки;
- развитие у аспирантов теоретического понятийного мышления;
- формирование у аспирантов потребности к самостоятельной работе над учебной и научной литературой.

Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее основных положений. Рекомендуется на первой лекции довести до внимания аспирантов структуру курса и его разделы, а в дальнейшем указывать название каждого раздела, суть и его задачи, а, закончив изложение, подводить итог по этому разделу.

Содержание лекций

Содержание лекций определяется настоящей рабочей программой. Желательно, чтобы каждая лекция охватывала и исчерпывала определенную тему и представляла собой логически законченное изложение. Лучше сократить тему и не допускать перерыва ее в таком месте, когда основная идея еще полностью не раскрыта. В случае, если материал невозможно изложить в рамках одной лекции, то на следующей лекции в начале следует сделать краткий обзор материала предыдущей лекции с целью установления логической связи между лекциями.

Рассмотрение теоретических основ функционирования конкретного устройства или прибора необходимо сопровождать представлением временных диаграмм с помощью презентационного оборудования или на доске.

Следует уделять внимание практическим аспектам. Излагаемая формульная база должна быть напрямую привязана к расчетной практике. При подготовке лекций необходимо пользоваться современной литературой или средствами интернет. Содержание и доработку лекционного курса рекомендуется пересматривать раз в год.

Практические занятия

Практические занятия необходимо проводить в форме рассмотрения и решения задач и (или) семинаров по тематике, представленной в данной рабочей программе.

10.2. Методические рекомендации для обучающихся.

Для успешного освоения дисциплины необходима регулярная и планомерная работа с конспектом лекций, рекомендуемой литературой, интернетом и типовыми задачами.

Лекционные занятия

Рекомендуется сразу же после окончания лекции просматривать конспект для определения материала, вызывающего затруднения для понимания. После этого необходимо обратиться к рекомендуемой в настоящей программе литературе с целью более углубленного изучения проблемного вопроса. В общем случае работа лишь с одним литературным источником часто является недостаточной для полного понимания. В этом случае рекомендуется просматривать несколько учебников для выбора того, который наиболее полно и доступно освещает изучаемый материал. В случае если проблемы с пониманием остались, необходимо обратиться к преподавателю на ближайшей лекции с заранее сформулированными вопросами.

Для успешного освоения лекционного курса рекомендуется регулярно повторять изученный материал, и проверять свои знания, отвечая на контрольные вопросы в рекомендуемых учебных пособиях.

Практические занятия

На практических занятиях следует уделять внимание применению методик расчета, изложенных на лекциях в реальной расчетной практике. Особое внимание нужно уделять работе с формульной базой, а также обращать внимание на полученные результаты расчета с целью контроля их достоверности с точки зрения физических соображений. Работа на практических занятиях не должна быть механической, поскольку в ряде случаев для расчета нужно применить последовательно несколько расчетных выражений, что в ряде случаев требует творческого подхода.

По работе с литературой

Перед изучением литературы аспиранту рекомендуется ознакомиться с информацией по изучаемой теме предложенной автором дисциплины. Это позволит исключить лишний объем информации и сосредоточиться лишь на необходимом материале. Кроме этого следует уточнить у преподавателя, какой именно литературный источник из приведенного списка наиболее полно раскрывает рассматриваемый вопрос.

По подготовке к экзамену

При подготовке к экзамену основное внимание нужно обратить на понимание материала, изучаемого в данной дисциплине. Сама форма поведения экзамена (возможность использования при подготовке лекций и литературы) обесценивает механическое запоминание сложных формул. В то же время основные понятия дисциплины в рамках экспресс-опроса должны воспроизводиться без использования литературы и других подручных средств.

10.3. Методические рекомендации для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья могут применяться следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

- для слабовидящих:
 - обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
 - для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;
 - задания для выполнения, а также инструкция о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);
- для глухих и слабослышащих:
 - обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости аспирантам предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
 - для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих все контрольные задания по желанию аспирантов могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все аспиранты обучаются в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

11. Фонд оценочных средств

11.1. Этапы формирования компетенций

Этапы формирования компетенций (разделы дисциплины)	Показатель освоения (коды)					
	ПК-2			ПК-3		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3
Тяговый электропривод локомотива как единая управляемая тепло-электромеханическая система.	+	+	+	+	+	+
Электрооборудование локомотива с тяговым приводом постоянного и переменного тока и микропроцессорной системой регулирования и управления	+	+	+	+	+	+
Системы поосного управления тяговым приводом современных локомотивов с электроприводом переменного тока	+	+	+	+	+	+
Электрооборудование тепловоза с тяговым приводом переменного тока и микропроцессорной системой регулирования и управления	+	+	+	+	+	+
Методы совершенствование регулирования тягового привода для предупреждения нестационарных режимов.	+	+	+	+	+	+

11.2. Индексированные показатели и критерии оценивания результатов

Коды компетенций по ФГОС ВО	Наименование компетенции	Показатель освоения	Оценочные средства текущего контроля	Оценочные средства промежуточного контроля
Профессиональные компетенции				
ПК-2	Способность проводить теоретические и экспериментальные научные исследования с целью совершенствования и разработки принципиально новых систем и алгоритмов управления электроприводов	P1-знает: основные методы и подходы проведения теоретических и экспериментальных исследований в области электротехнических комплексов и систем с использованием передовых технологий;	Устный опрос (вопросы к экзамену)	Вопросы к экзамену
		P2-умеет: критически анализировать существующие системы и алгоритмы управления электроприводом; находить пути модернизации существующих систем управления электроприводом при помощи как теоретических, так и экспериментальных исследований;	Устный опрос (вопросы к экзамену)	Вопросы к экзамену
		P3-владеет: методами теоретической и экспериментальной оценки систем и алгоритмов управления электроприводов.;	Устный опрос (вопросы к экзамену)	Вопросы к экзамену

Коды компетенций по ФГОС ВО	Наименование компетенции	Показатель освоения	Оценочные средства текущего контроля	Оценочные средства промежуточного контроля
Профессиональные компетенции				
ПК-3	Способность разрабатывать более совершенные методы и методики создания и отработки функциональных схем и алгоритмов управления электроприводов	Р1-знает: общие закономерности развития науки и современное состояние исследований в области научной специальности «Электротехнические комплексы и системы».	Устный опрос (вопросы к экзамену)	Вопросы к экзамену
		Р2-умеет: анализировать и сопоставлять результаты собственных исследований с современными представлениями научного сообщества в области своей научной специальности.	Устный опрос (вопросы к экзамену)	Вопросы к экзамену
		Р3-владеет: современными методами обработки и верификации научной информации	Устный опрос (вопросы к экзамену)	Вопросы к экзамену

11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Шкала оценивания

Уровень освоения обучающимся учебного материала определяется оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций

Оценку «отлично» заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные учебной программой, изучивший основную и знакомый с дополнительной литературой. Во время экзамена обучающийся должен подробно ответить на два теоретических вопроса билета.

Оценку «хорошо» заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполнивший предусмотренные учебной программой задания, изучивший основную литературу. Во время экзамена обучающийся должен подробно ответить на один теоретический вопрос билета и частично на другой.

Оценку «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, обнаруживший знание основного учебного материала в полном объеме, необходимом для дальнейшей учебы и работы по профессии, выполнивший предусмотренные учебной программой задания, знакомый с основной литературой. Во время экзамена обучающийся должен подробно ответить хотя бы на один теоретический вопрос билета или частично на оба вопроса.

Оценку «неудовлетворительно» заслуживает обучающийся, обнаруживший пробелы в знаниях основного учебного материала, допустивший принци-

пильные ошибки при выполнении предусмотренных программой заданий. Во время экзамена обучающийся частично отвечает на один вопрос билета.

Процедура промежуточной аттестации – письменный экзамен.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену по дисциплине

1. Состав и структура системы тягового электропривода (ТЭП) с двигателями постоянного тока (ДПТ).
2. Состав и структура системы (ТЭП) с асинхронными тяговыми двигателями (АТД).
3. Основные особенности ТЭП локомотивов.
4. Силовая электрическая часть ТЭП с ДПТ.
5. Силовая электрическая часть ТЭП с АТД.
6. Механическая часть ТЭП локомотивов.
7. Реализация силы тяги локомотива, характеристика сцепления.
8. Системы управления (СУ) ТЭП локомотивов с ДПТ.
9. Системы управления (СУ) ТЭП локомотивов с АТД.
10. Системы защиты от буксования и юза локомотивов средствами управления ТЭП. Проблема реализации локомотивами предельных тяговых усилий.
11. Для чего в электропередачах используется инвертор?
12. Для чего в энергетической цепи переменного тока используются промежуточные накопители энергии?
13. При каком возбуждении тягового двигателя постоянного тока его электро-механическая характеристика удовлетворяет условиям тяги?
14. В чем преимущества тягового двигателя постоянного тока с независимым возбуждением и асинхронного двигателя для условий тяги?
15. Как определяется жесткость электро-механической характеристики двигателя?
16. Почему на локомотивах используется асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором?
17. Каковы функции центрального процессора в микропроцессорной системе управления и регулирования?
18. Какие регуляторы напряжения реализованы в микропроцессорной системе управления и регулирования?
19. Сколько модулей ШИМ содержит микропроцессорная система управления и регулирования?
20. Какие модули содержит микропроцессорная система управления и регулирования?
21. Каковы функции микропроцессорной системы управления и регулирования тепловоза

22. Какими средствами регулируется напряжение тягового генератора на тепловозах с микропроцессорной системой регулирования и управления с микропроцессорной системой регулирования и управления.
23. Какими средствами регулируется напряжение стартер-генератора на тепловозах с микропроцессорной системой регулирования и управления.
24. Какими средствами в электрической передаче переменного тока формируется вращающееся магнитное поле асинхронного тягового двигателя?
25. При использовании ли на тепловозах микропроцессорной системы управления в цепи обмотки возбуждения тягового генератора устанавливается управляемый или неуправляемый выпрямитель?
26. Каково назначение синхронного возбуждателя ли на тепловозах с микропроцессорной системой управления и регулирования?
27. Как изменится напряжение тягового синхронного генератора тепловоза с микропроцессорной системой управления и регулирования при увеличении скважности ШИМ напряжения возбуждения синхронного возбуждателя.
28. Как будет изменяться ток якоря тягового электродвигателя постоянного тока последовательного возбуждения при развитии боксования колесной пары, т.е. при увеличении частоты ее вращения?
29. Для чего на тепловозе с микропроцессорной системой управления и регулирования устанавливается система аварийного возбуждения?
30. Для чего в электрических цепях используются реле боксования разной чувствительности?
31. Как изменяется напряжение тягового генератора при штатном режиме работы его системы возбуждения и увеличении тока тягового электродвигателя.
32. Какие электромагнитные устройства используются в электрических передачах переменного-постоянного тока с аналоговой системой регулирования для измерения тока тяговых электродвигателей и напряжения тягового генератора?
33. Какое возбуждение имеют тяговые электродвигатели при работе в режиме электрического торможения?
34. Векторные системы управления тяговыми двигателями используются в электрических передачах переменного-постоянного или переменного тока?
35. Что представляет собой микропроцессорная система с поосным управлением силой тяги?

12. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Изучение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья организуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся-

ся.

При проведении учебных занятий обеспечивается соблюдение следующих требований:

- учебные занятия проводятся для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся в ходе учебных занятий;
- присутствие ассистента из числа работников БГТУ или привлеченных лиц, оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с педагогическим работником и т. п.);
- обучающиеся с учетом их индивидуальных особенностей могут пользоваться необходимыми им техническими средствами;
- материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, при отсутствии лифтов аудитория должна располагаться на первом этаже; наличие специальных кресел и других приспособлений).

Университетом созданы специальные условия для получения высшего образования обучающимися с ОВЗ:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- наличие альтернативной версии официального сайта организации в сети "Интернет" для слабовидящих;
- размещение в доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, местах и в адаптированной форме (с учетом их особых потребностей) справочной информации о расписании учебных занятий (информация должна быть выполнена крупным рельефно-контрастным шрифтом (на белом или желтом фоне) и продублирована шрифтом Брайля);
- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;
- обеспечение выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);
- обеспечение доступа обучающегося, являющегося слепым и использующего собаку-проводника, к зданию организации;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- дублирование звуковой справочной информации о расписании учебных занятий визуальной (установка мониторов с возможностью трансляции субтитров (мониторы, их размеры и количество необходимо определять с учетом размеров помещения);

– обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения Университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, локальное понижение стоек-барьеров; наличие специальных кресел и других приспособлений).

13. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА

В соответствии с Федеральным законом от 31.07.2020г. № 304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся» воспитание - «деятельность, направленная на развитие личности, создание условий для самоопределения и социализации обучающихся на основе социокультурных, духовно-нравственных ценностей и принятых в российском обществе правил и норм поведения в интересах человека, семьи, общества и государства, формирование у обучающихся чувства патриотизма, гражданственности, уважения к памяти защитников Отечества и подвигам Героев Отечества, закону и правопорядку, человеку труда и старшему поколению, взаимного уважения, бережного отношения к культурному наследию и традициям многонационального народа Российской Федерации, природе и окружающей среде».

В учебном процессе воспитательная работа с обучающимися реализуется средствами учебных дисциплин.

Воспитательная деятельность в ходе преподавания дисциплины направлена на формирование у обучающегося системы убеждений, нравственных норм и общекультурных качеств, на оказание им помощи в жизненном самоопределении, нравственном, гражданском и профессиональном становлении, на создание условий для самореализации личности. Воспитательная работа также ориентирует обучающихся на будущую профессиональную деятельность, формируя не только личностные, но и профессионально значимые качества.

Воспитательные задачи во время учебных занятий выполняются в скрытой (контекстной) и открытой (целенаправленной) формах. Скрытая форма воспитательной работы представляет собой воздействие всего хода педагогического процесса на становление личностных качеств обучающихся. Например, соблюдение педагогическим работником трудовой дисциплины, демонстрация преданности науке, заинтересованность в успехе обучающихся, правильная речь, хорошие манеры и т. п. имеют положительное воспитательное значение и формируют у обучающихся добросовестность, исполнительность, трудолюбие, ответственность и другие положительные качества. Обучающиеся неосознанно перенимают данные черты у педагогического работника.

Воспитание в открытой форме – это целенаправленное воздействие содержанием учебной дисциплины на становление личности обучающегося. Например, решение проблем и исследовательская работа формируют у обучающихся умение аргументировать, самостоятельно мыслить, вкус к научному поиску, развивают творчество, профессиональные умения, и т. п.

АННОТАЦИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Системы тягового электропривода локомотивов

(наименование дисциплины)

13.06.01 Электро- и теплотехника

(код и наименование специальности или направления подготовки)

Электротехнические комплексы и системы

(направленность (профиль)/ специализация образовательной программы)

высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

(уровень образования)

Исследователь. Преподаватель-исследователь

(квалификация, присваиваемая по специальности или направлению подготовки)

Очная

(форма обучения)

2020

(год набора)

1. Цель освоения дисциплины.

Целью изучения дисциплины освоения аспирантами принципов действия и конструктивного исполнения тяговых электроприводов локомотивов постоянного и переменного тока; принципов построения и расчета тяговых электроприводов, методов его управления и использования в энергетических и вспомогательных системах современных и перспективных локомотивов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Дисциплина входит в обязательную часть образовательной программы и реализуется на 2 курсе в 3 семестре.

3. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины

ПК-2 – способность проводить теоретические и экспериментальные, научные исследования с целью совершенствования и разработки принципиально новых систем и алгоритмов управления электроприводов;

ПК-3 – способность разрабатывать более совершенные методы и методики создания и отработки функциональных схем и алгоритмов управления электроприводов.

4. Общая трудоемкость дисциплины

3 зачетные единицы (108 академических часа).

5. Форма (формы) промежуточной аттестации обучающихся

Экзамен.

6. Основные разделы дисциплины:

1. Тяговый электропривод локомотива как единая управляемая тепло-

электромеханическая система.

2. Электрооборудование локомотива с тяговым приводом постоянного и переменного тока и микропроцессорной системой регулирования и управления
3. Системы поосного управления тяговым приводом современных локомотивов с электроприводом переменного тока
4. Электрооборудование тепловоза с тяговым приводом переменного тока и микропроцессорной системой регулирования и управления
5. Методы совершенствование регулирования тягового привода для предупреждения нестационарных режимов.

7. Автор:

Федяева Г.А., профессор, д.т.н.