



**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

Синтез энергоэффективных систем электропривода

(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)

2021

(год набора)

Брянск 2022

Синтез энергоэффективных систем электропривода

(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) «Синтез энергоэффективных систем электропривода» 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 возможные варианты синтеза энергоэффективных систем управления электроприводами и подходы научных исследований в этой области.

1. Цель освоения дисциплины.

Целью освоения дисциплины является приобретение аспирантами знаний по проблеме энергосбережения на промышленных предприятиях, способах экономии электроэнергии путем рационального построения электроприводов производственных машин и механизмов различного назначения, а также ознакомление студентов с техническими решениями по электрооборудованию, входящему в состав электроприводов, обеспечивающими высокую производительность и эффективность технологического процесса производства.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП.

Дисциплина «Синтез энергоэффективных систем электропривода» 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-4	Способность прогнозировать динамические процессы в электрической и механической подсистемах электроприводов сложных механических объектов	<p>знать: основные принципы и методики создания прогнозных вариантов электрических и механических подсистем электроприводов сложных механических объектов;</p> <p>уметь: реализовывать методы прогнозирования и расчета динамики физических процессов на основе проведенных научных исследований;</p> <p>владеть: навыками анализа результатов проведенных исследований в части выделения информации о перспективных процессах в механизмах подсистем сложного электропривода; навыками создания вспомогательного и результирующего программного обеспечения при проведении научных исследований;</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.

Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (дидактические единицы)	Форма проведения занятий
1	2	3	4
1	Актуальность проблемы энергосбережения в электроприводе.	Основные направления энергосбережения средствами электропривода и автоматизации. Цели и этапы энергетических обследований. Основные этапы энергетического аудита. Мероприятия по повышению энергоэффективности	Лекции
2	Энергетические характеристики полупроводниковых преобразователей частоты. Электромагнитная, электромеханическая и энергетическая совместимость.	Выбор двигателя и редуктора. Проверка соответствия двигателя и нагрузки. Применение энергосберегающих исполнительных двигателей. Экономия энергии за счет переключения обмоток статора «треугольник – звезда». Экономия энергии за счет ограничения длительности режима холостого хода. Энергосбережения в режимах частых пусков. Компенсация реактивной мощности.	Лекции
3	Методы и технические средства повышения энергетической эффективности регулируемых электроприводов переменного тока.	Общая характеристика регулируемых электроприводов. Частотно-регулируемый электропривод. Принципы построения преобразователей частоты. Виды преобразователей частоты. Использование активных выпрямителей. Электроприводы с тиристорными регуляторами напряжения. Регулируемые электроприводы постоянного тока. Вентильно-индукторные электроприводы.	Лекции, практика
4	Энергоэффективные системы управления тяговым асинхронным электроприводом локомотивов.	Классификация и характеристики тяговых электроприводов локомотивов. Энергетика тяговых электроприводов при различных режимах работы локомотивов. Разработка энергоэффективных алгоритмов, направленных на повышение энергетических показателей тяговых электроприводов локомотивов.	Лекции, практика
5	Методы оценки экономической эффективности энергосберегающих мероприятий.	Методические основы оценки энергетической эффективности электротехнических комплексов. Система энергоэкономических показателей. Мониторинг потребления энергоресурсов.	Лекции

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	Актуальность проблемы энергосбережения в электроприводе.	1	-	-	-	5	5	11
2	Энергетические характеристики полупроводниковых преобразователей частоты. Электромагнитная, электромеханическая и энергетическая совместимость.	1	-	-	-	10	10	21
3	Методы и технические средства повышения энергетической эффективности регулируемых электроприводов переменного тока.	2	3	-	-	15	10	30
4	Энергоэффективные системы управления тяговым асинхронным электроприводом локомотивов.	1	3	-	-	11	10	25
5	Методы оценки экономической эффективности энергосберегающих мероприятий.	1	-	-	-	10	10	21
	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	Актуальность проблемы энергосбережения в электроприводе.	1
2	2	Энергетические характеристики полупроводниковых преобразователей частоты. Электромагнитная, электромеханическая и энергетическая совместимость.	1
3	3	Методы и технические средства повышения энергетической эффективности регулируемых электроприводов переменного тока.	2
4	4	Энергоэффективные системы управления тяговым асинхронным электроприводом локомотивов.	1
5	5	Методы оценки экономической эффективности энергосберегающих мероприятий.	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	3	Методы и технические средства повышения энергетической эффективности регулируемых электроприводов переменного тока.	3
2	4	Энергоэффективные системы управления тяговым асинхронным электроприводом локомотивов.	3
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. 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>
2. 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>
3. 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>
4. 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>
5. 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>
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 «Синтез энергоэффективных систем электропривода» 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-4		
	P1	P2	P3
Актуальность проблемы энергосбережения в электроприводе.	+	+	+
Энергетические характеристики полупроводниковых преобразователей частоты. Электромагнитная, электромеханическая и энергетическая совместимость.	+	+	+
Методы и технические средства повышения энергетической эффективности регулируемых электроприводов переменного тока.	+	+	+
Энергоэффективные системы управления тяговым асинхронным электроприводом локомотивов.	+	+	+
Методы оценки экономической эффективности энергосберегающих мероприятий.	+	+	+

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-4	Способность прогнозировать динамические процессы в электрической и механической подсистемах электроприводов сложных механических объектов	P1-знает: основные принципы и методики создания прогнозных вариантов электрических и механических подсистем электроприводов сложных механических объектов;	Устный опрос (вопросы к экзамену)	Вопросы к экзамену
		P2-умеет: реализовывать методы прогнозирования и расчета динамики физических процессов на основе проведенных научных исследований;	Устный опрос (вопросы к экзамену)	Вопросы к экзамену
		P3-владеет: навыками анализа результатов проведенных исследований в части выделения информации о перспективных процессах в механизмах подсистем сложного электропривода; навыками создания вспомогательного и результирующего программного обеспечения при проведении научных исследований;	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 принципиальные 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. Основные направления энергосбережения средствами электропривода.
2. Потери скольжения в роторе асинхронного двигателя. Преимущества частотного регулирования скорости асинхронного двигателя по сравнению с другими способами.
3. Энергия потерь при пуске на холостом ходу асинхронного двигателя, ее зависимость от вида механической характеристики, времени пуска, момента инерции электропривода, вида тахограммы при разгоне, начального и конечного скольжения.
4. Основные возможности энергосбережения при работе асинхронного электропривода в установившемся режиме.
5. Способы уменьшения энергии потерь при пуске асинхронного электропривода.
6. Энергия потерь при торможении асинхронного двигателя на холостом ходу и под нагрузкой.

7. Какие показатели систем водоснабжения улучшаются при переходе от нерегулируемого электропривода насосов к частотно-регулируемому?
8. Возможности энергосбережения при внедрении для электроприводов локомотивов и тепловозов частотно-регулируемых асинхронных электроприводов.
9. Энергетическая эффективность замены двухскоростных асинхронных двигателей лифтов на односкоростные с частотным управлением. Какие еще выгоды обеспечиваются при этом?
10. Энергия потерь при плавном пуске асинхронного двигателя в системе «полупроводниковый преобразователь частоты - асинхронный двигатель».
11. Преимущества использования частотно-регулируемых асинхронных электроприводов для конвейеров и транспортеров.
12. Механизмы, для которых применение энергосберегающего алгоритма управления электроприводом является наиболее эффективным.
13. В чем заключается необходимость перехода от нерегулируемого электропривода насосных агрегатов холодного и горячего водоснабжения к частотно-регулируемому асинхронному электроприводу?
14. Преимущества применения частотно-регулируемого асинхронного электропривода перемещения электродов дуговых сталеплавильных печей вместо электроприводов постоянного тока.

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.

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, прочесть 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

Синтез энергоэффективных систем электропривода

(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)

2021

(год набора)

1. Цель освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины является освоение аспирантами: формирование теоретических и практических навыков по применению правовых нормативных документов по энергосбережению, овладение методами разработки и применения энергосберегающих электроприводов, обеспечивающих снижение мощности потерь энергии при управлении различными технологическими процессами и производственными механизмами.

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-4 - способность прогнозировать динамические процессы в электрической и механической подсистемах электроприводов сложных механических объектов.

4. Общая трудоемкость дисциплины

3 зачетные единицы (108 академических часа).

5. Форма (формы) промежуточной аттестации обучающихся

Экзамен.

6. Основные разделы дисциплины:

1. Актуальность проблемы энергосбережения в электроприводе.
2. Энергетические характеристики полупроводниковых преобразователей частоты. Электромагнитная, электромеханическая и энергетическая совместимость.
3. Методы и технические средства повышения энергетической эффективности регулируемых электроприводов переменного тока.

4. Энергоэффективные системы управления тяговым асинхронным электроприводом локомотивов.
5. Методы оценки экономической эффективности энергосберегающих мероприятий.

7. Автор:

Федяева Г.А., профессор, д.т.н.