

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра электротехнических комплексов

“УТВЕРЖДАЮ”

ДЕКАН ФМА

к.т.н. Вильбергер М. Е.

“ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Накопители энергии в электротранспортном комплексе

Образовательная программа: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, магистерская
программа: Повышение энергоэффективности систем электрического транспорта

Курс: 1, семестр : 2

Факультет мехатроники и автоматизации,

		Семестр
№	Вид деятельности	2
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	2
2	Всего часов	72
3	Всего занятий в контактной форме, час.	42
4	Лекции, час.	0
5	Практические занятия, час.	36
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	20
8	из них практической подготовки, час.	0
9	Аттестация, час.	2
10	Консультации, час.	4
11	Самостоятельная работа, час.	30
12	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ(Р)/реферат, подготовка к контрольной работе)	Р
13	Вид аттестации	3

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению (специальности): 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

ФГОС введен в действие приказом №700 от 08.12.2009 г., регистрационный номер: 16268, дата утверждения: 04.02.2010 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ЭТК, протокол заседания кафедры №6 от 21.06.2017

Утверждена на совете факультета мехатроники и автоматизации, протокол № 6 от 21.06.2017

Рабочую программу дисциплины разработал:

доцент, к.т.н. Штанг А. А.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Щуров Н. И.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Щуров Н. И.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Группа	Компетенции
	Индикаторы достижения компетенций
	Компетенция ФГОС: ОПК.4 способность использовать углубленные теоретические и практические знания, которые находятся на передовом рубеже науки и техники в области профессиональной деятельности
	Компетенция ФГОС: ОПК.4 способность использовать углубленные теоретические и практические знания, которые находятся на передовом рубеже науки и техники в области профессиональной деятельности
	Компетенция ФГОС: ПК.24 способность принимать решения в области электроэнергетики и электротехники с учетом энерго- и ресурсосбережения
	Компетенция ФГОС: ПК.26 способность определять эффективные производственно-технологические режимы работы объектов электроэнергетики и электротехники
	Компетенция ФГОС: ПК.5 готовность проводить экспертизы предлагаемых проектно-конструкторских решений и новых технологических решений

2. Требования НГТУ к планируемым результатам обучения, соотнесенным с индикаторами достижения компетенций

Таблица 2.1

Индикаторы достижения компетенций	Формы организации занятий
Результаты обучения	
ОПК.4.39 знать современные виды и средства пассажирского транспорта	Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.4.39 знать современные виды и средства пассажирского транспорта	Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.4.у2 уметь анализировать схемы энергоустановок и рассчитывать параметры устройств	Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.4.у2 уметь анализировать схемы энергоустановок и рассчитывать параметры устройств	Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.4.у2 уметь анализировать схемы энергоустановок и рассчитывать параметры устройств	Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.4.у2 уметь анализировать схемы энергоустановок и рассчитывать параметры устройств	Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.5.у2 уметь сопоставлять структурные схемы источников питания электротранспортных средств и выявлять наиболее рациональные решения	Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.24.31 знать критерии энергетической эффективности электротехнических объектов и систем	Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.26.33 знать особенности режимов функционирования электротехнических комплексов и их влияние на потребление энергии	Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура дисциплины

Таблица 3.1

Темы практических занятий	Часы	Из них в форме прак. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 2					
Дидактическая единица: Задачи курса и основные понятия					

1. Тема 1.1 Цели и задачи курса; этапы исторического развития применения накопителей энергии в различных областях техники и на транспортных средствах.	2	0	0	ОПК.4.3-1.9, ПК.26.3-1.3	Цели и задачи курса; этапы исторического развития различных видов накопителей энергии и применения в разных областях техники, субподсистеме электротранспортного комплекса и на транспортных средствах.
2. Тема 1.2 Современные мировые тенденции использования накопительных устройств в электротранспортных средствах. Перспективы применения различных типов накопительных элементов.	2	0	1	ОПК.4.3-1.9, ПК.26.3-1.3	Современное состояние вопроса использования накопительных устройств в электротранспортных средствах. Перспективы применения различных типов накопительных элементов в электротранспортном комплексе и на транспортных средствах. Технологии интеллектуальных сетей.
Дидактическая единица: Общие вопросы применения накопителей энергии					
3. Тема 2.1 Методы определения энергоемкости накопительного устройства в зависимости от типа и вида транспортного средства.	2	0	1	ОПК.4.У2	Расчет энергоемкости накопительного устройства в зависимости от типа и вида транспортного средства.
4. Тема 2.2 Задачи, выполняемые накопителем энергии в системе тягового электроснабжения и на электроподвижном составе (ЭПС)	2	0	1	ОПК.4.У2, ПК.26.3-1.3	автономный ход; режим частичного подзаряда при движении по маршруту; аккумулярование энергии электрических торможений; применение НЭ для собственных нужд
5. Тема 2.3 Применение накопителей энергии в системах тягового электроснабжения; решаемые основные задачи.	2	0	1	ОПК.4.У2, ПК.26.3-1.3	Снижение пиков потребления в тяговых сетях. Возможные варианты размещения НЭ в системах тягового электроснабжения (тяговая подстанция; межфидерная зона; остановочный пункт)
6. Тема 2.4 Синтез систем на возобновляемых источниках энергии (ВИЭ) и накопительных устройств	2	0	1	ОПК.4.3-1.9, ПК.26.3-1.3	Схемотехнические решения применения ВИЭ и НЭ в электротранспортных комплексах, аналоги применения в различных областях техники. Преимущества и ограничения.
Дидактическая единица: Электрохимические накопители энергии					

7. Тема 3.1 Электрохимические накопители энергии.	2	0	1	ОПК.4.3-1.9, ПК.24.3-1.1	Преимущества и недостатки. Внешние характеристики (электрохимические накопители энергии) ЭХНЭ. Сравнение ЭХНЭ различных типов: свинцовые; щелочные; литиевые и прочие. Разработки в области новых типов ЭХНЭ.
8. Тема 3.2 Особенности применения ЭХНЭ в системах тягового электрооборудования и приводах электротранспортных средств. Схемные решения.	2	0	2	ОПК.4.3-1.9, ОПК.4.У2,П К.5.У2	Знакомство с принципами выбора схемных решений установок, использующих НЭ.
Дидактическая единица: Электромеханические накопители энергии					
9. Тема 4.1 Сравнение электромеханических накопителей энергии (ЭМНЭ) с другими типами накопителей.	1	0	0	ОПК.4.3-1.9, ПК.5.У2	Эксплуатационные особенности данного типа накопителей энергии. Внешние характеристики ЭМНЭ.
10. Тема 4.2 Примеры использования и различные схемные решения ЭМНЭ в транспортных системах.	1	0	0	ОПК.4.3-1.9, ОПК.4.У2	Примеры использования и различные схемные решения ЭМНЭ в транспортных системах.
Дидактическая единица: Емкостные накопители энергии					
11. Тема 5.1 Емкостные накопители энергии.	1	0	1	ОПК.4.3-1.9, ОПК.4.У2	Основные характеристики и примеры использования.
12. Тема 5.2 Накопители на базе "классических" конденсаторов и на основе конденсаторов двойного электрического слоя.	2	0	2	ОПК.4.3-1.9, ОПК.4.У2,П К.24.3-1.1,П К.5.У2	Сравнение ЕНЭ с другими типами накопителей энергии. Характеристики ЕНЭ. Примеры применения данного вида накопителей на ЭПС.
Дидактическая единица: Накопители энергии: пневматические; индуктивные; сверхпроводящие; гибридные виды					
13. Тема 6.1 Пневмо- и гидроаккумуляторы	1	0	0	ОПК.4.3-1.9, ПК.5.У2	Область применения. Основные характеристики. Преимущества и недостатки. Примеры применения, в том числе и в электротранспортных комплексах.
14. Тема 6.2 Индуктивные и сверхпроводящие	1	0	0	ОПК.4.3-1.9, ПК.5.У2	Область применения. Основные характеристики. Преимущества и недостатки. Примеры применения, в том числе и в электротранспортных комплексах.

15. Тема 6.3 Гибридные виды накопительных устройств.	1	0	0	ОПК.4.3-1.9, ПК.24.3-1.1, ПК.5.У2	Области применения, схемные решения, распределение энергии между составляющими частями ГНЭ.
Дидактическая единица: Расчет накопителей энергии в подсистемах электротранспортных комплексов.					
16. Тема 7.1 Основные классификационные требования для выбора накопителя энергии при его проектировании в электротранспортном комплексе.	2	0	2	ОПК.4.У2, ПК.24.3-1.1, ПК.5.У2	1. Выбор типа ЭПС и режимы его работы. 2. Определение подсистемы электротранспортного комплекса (ЭТК) установка накопительного блока (система тягового электроснабжения / электроподвижной состав ЭПС). 3. Выбор типа накопителя энергии.
17. Тема 7.2 Алгоритм выбора НЭ 7.2.1 Расчет основных параметров накопителя энергии в системе электроснабжения; 7.2.2 Расчет основных параметров НЭ для применения на ЭПС.	4	0	3	ОПК.4.У2, ПК.24.3-1.1, ПК.5.У2	Расчет основных параметров накопительного устройства: а) для автономного ЭТС; б) для аккумулирования энергии рекуперации; в) для сглаживания пиков в системе тягового электроснабжения
18. Тема 7.3 Тягово-энергетический расчет ЭПС.	4	0	3	ОПК.4.У2, ПК.24.3-1.1, ПК.5.У2	Баланс энергопотребления при движении ЭПС. Расчет энергопотребления в различных режимах движения: тяга; торможение.
19. Тема 7.4 Проектирование электрической схемы системы тягового электроснабжения или транспортного средства, оснащенного накопителем энергии.	2	0	1	ОПК.4.У2	Анализ и выбор схемных решений, расчет параметров элементов схемы.

Темы для самостоятельного изучения	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 2					
Дидактическая единица: Общие вопросы применения накопителей энергии					
1. Самостоятельное изучение различных видов и типов накопителей энергии	6	0	0	ОПК.4.3-1.9	Детальный анализ различных НЭ: характеристики; режимы работы; ограничения; опыт применения в ЭТК.

3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

№	Виды самостоятельной работы	Индикаторы достижения компетенций	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 2				
1	РГЗ/Реферат	ОПК.4.У2,ПК.5.У2	20	2
Выполнение РГЗ: Штанг А. А. Моделирование тягового привода в Simulink [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / А. А. Штанг, А. В. Мятёж, М. В. Ярославцев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221609 . - Загл. с экрана.				
2	Подготовка к аттестации	ОПК.4.3-1.9,ОПК.4.У2,ПК.24.3-1.1,ПК.26.3-1.3	4	2
Подготовка к зачету: повторение теоретического материала: Штанг А. А. Моделирование тягового привода в Simulink [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / А. А. Штанг, А. В. Мятёж, М. В. Ярославцев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221609 . - Загл. с экрана.				
3	Самостоятельное изучение теоретического материала	ОПК.4.3-1.9	6	0
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.2 : Штанг А. А. Моделирование тягового привода в Simulink [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / А. А. Штанг, А. В. Мятёж, М. В. Ярославцев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221609 . - Загл. с экрана.				

3.3 Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 3.4).

Таблица 3.4

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail:stang@corp.nstu.ru
Консультирование	e-mail:stang@corp.nstu.ru
Размещение учебных материалов	ЭБС

4. Правила аттестации обучающихся по дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 2		
Практические занятия: Практика, модуль 1	5	10
Практические занятия: Практика, модуль 2	5	10

Практические занятия: Практика, модуль 3	5	10
Практические занятия: Практика, модуль 4	5	10
РГЗ/Реферат:	20	40
Зачет:	10	20
Контролирующие материалы - список вопросов		

В таблице 4.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 4.2

Коды компетенций	Индикаторы достижения компетенций	Формы контроля	
		Защита РГЗ/Р	Зачет
ОПК.4	ОПК.4 з9. знать современные виды и средства пассажирского транспорта		+
	ОПК.4 у2. уметь анализировать схемы энергоустановок и рассчитывать параметры устройств	+	+
ПК.24	ПК.24 з1. знать критерии энергетической эффективности электротехнических объектов и систем		+
ПК.26	ПК.26 з3. знать особенности режимов функционирования электротехнических комплексов и их влияние на потребление энергии		+
ПК.5	ПК.5 у2. уметь сопоставлять структурные схемы источников питания электротранспортных средств и выявлять наиболее рациональные решения		+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Бирюков В. В. Основы преобразования энергии в электротехнических системах : учебник / В. В. Бирюков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015. - 350 с. : ил., схемы, табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000222684
2. Удалов С. Н. Возобновляемые источники энергии : [учебник] / С. Н. Удалов. - Новосибирск, 2007. - 431 с., [6] л. цв. ил. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000066636
3. Основы электрического транспорта : учебник для вузов по специальности "Электрический транспорт" направления подготовки "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / [М. А. Слепцов и др.] ; под общ. ред. М. А. Слепцова. - М., 2006. - 462, [1] с. : схемы
4. ЭБС IPRbooks [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система. - [Россия], 2010. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>. - Загл. с экрана.
5. ЭБС IPRbooks [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система. - [Россия], 2010. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>. - Загл. с экрана.
6. ЭБС IPRbooks [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система. - [Россия], 2010. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>. - Загл. с экрана.

Дополнительная литература

1. Щуров Н. И. Теория электрической тяги : Учебное пособие / Н. И. Щуров; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 98 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000031434
2. Накопители энергии : учебное пособие для вузов / Д. А. Бут, Б. Л. Алиевский, С. Р. Мизюрин, П. В. Васюкевич ; под ред. Д. А. Бута. - М., 1991. - 400 с. : ил.

3. Теория и расчет тягового привода электромобилей : учебное пособие для вузов по специальности "Городской электрический транспорт " и "Электрическая тяга и автоматизация тяговых устройств" / И. С. Ефремов [и др.] ; под ред. И. С. Ефремова. - Москва, 1984. - 382, [1] с. : табл., схемы
4. Ефремов И. С. Теория и расчет электрооборудования подвижного состава городского электрического транспорта : учебник для вузов по специальности "Городской электрический транспорт" / И. С. Ефремов, Г. В. Косарев. - Москва, 1976. - 479 с.
5. Ефремов И. С. Теория и расчет троллейбусов: электрическое оборудование. Ч. 1 : учебное пособие для вузов по специальности "Городской электрический транспорт" / И. С. Ефремов, Г. В. Косарев. - Москва, 1981. - 293 с. : ил.
6. Ефремов И. С. Теория и расчет троллейбусов: электрическое оборудование. Ч. 2 : учебное пособие для вузов по специальности "Городской электрический транспорт" / И. С. Ефремов, Г. В. Косарев. - Москва, 1981. - 248 с. : ил.
7. Быков В. П. Методика проектирования объектов новой техники : учебное пособие для машиностроительных специальностей вузов / В. П. Быков. - М., 1990. - 166, [2] с. : ил.
8. Гулятьев А. Н. Разработка и исследование электрической трансмиссии аккумуляторного электромобиля с тяговым вентильным двигателем : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.09.03 / Гулятьев Александр Николаевич ; Новосиб. электротехн. ин-т. - Новосибирск, 1986. - 18 с.
9. Электромобиль : техника и экономика / под общ. ред. В. А. Щетины. - Л., 1987. - 252, [1] с.
10. Романов В. В. Химические источники тока / В. В. Романов, Ю. М. Хашев. - М., 1978. - 262, [1] с. : ил., табл., граф.
11. Химические источники тока : справочник / под ред. Н. В. Коровина, А. М. Скундина. - М., 2003. - 739 с. : ил., табл.
12. Гулиа Н. В. Накопители энергии / Н. В. Гулиа. - М., 1980. - 147, [4] с. : табл., схемы
13. Спиридонов Е. А. Повышение эффективности использования энергии в электротранспортных комплексах с накопительными устройствами : дис. ... канд. техн. наук : 05.09.03 / Спиридонов Егор Александрович ; науч. рук. Аносов В. Н. ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 165 л. : ил., табл.
14. Штанг А. А. Повышение эффективности электротранспортных систем на основе использования накопителей энергии : дис. ... канд. техн. наук : 05.09.03 / А. А. Штанг ; науч. рук. Ворфоломеев Г. Н. ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 233 л. : ил.
15. Тиристорное управление электрическим подвижным составом постоянного тока / В. Е. Розенфельд и др. ; под ред. В. Е. Розенфельда. - М., 1970. - 238, [2] с. : ил.
16. Бирзниекс Л. В. Импульсные преобразователи постоянного тока / Л. В. Бирзниекс. - М., 1974. - 254 [1] с. : ил., схемы
17. Здрок А. Г. Выпрямительные устройства стабилизации напряжения и заряда аккумуляторов / А. Г. Здрок. - М., 1988. - 142, [3] с. : ил., схемы
18. Болдов Н. А. Теория оптимальных параметров автономной электрической тяги : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Н. А. Болдов ; Моск. энерг. ин-т. - Москва, 1965. - 43, [1] с., [1] л.
19. Астахов Ю. Н. Накопители энергии в электрических системах : учебное пособие для электроэнергетических специальностей / Ю. Н. Астахов, В. А. Веников, А. Г. Тер-Газарян. - М., 1989. - 158, [1] с. : ил., табл.
20. Соколовский Г. Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием : учебник для вузов по специальности 140604 "Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов" направления подготовки 140600 "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / Г. Г. Соколовский. - М., 2006. - 264, [1] с. : ил.

8. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

8.1 Методическое обеспечение

1. Штанг А. А. Моделирование тягового привода в Simulink [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / А. А. Штанг, А. В. Мятёж, М. В. Ярославцев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221609. - Загл. с экрана.

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Пакет офисных приложений Microsoft Office
- 2 Пакет офисных приложений Microsoft Office
- 3 Операционная система Microsoft Windows
- 4 Пакет офисных приложений Microsoft Office

8.3 Информационные технологии

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине применяются элементы дистанционных образовательных технологий, а также синхронного и асинхронного взаимодействия в электронной информационно-образовательной среде НГТУ.

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Для демонстрации теоретических материалов в ходе занятий

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet)	Для практических занятий по расчету параметров накопителей энергии