

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 УЧЕБНОЙ 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	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	4
10	Самостоятельная работа, час.	30
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ
12	Вид аттестации	3

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

ФГОС введен в действие приказом №1500 от 21.11.2014 г. , дата утверждения: 11.12.2014 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 20.06.2017

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

Программу 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

Компетенция ФГОС: ОПК.4 способность использовать углубленные теоретические и практические знания, которые находятся на передовом рубеже науки и техники в области профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:	
39. знать современные виды и средства пассажирского транспорта	
у2. уметь анализировать схемы энергоустановок и рассчитывать параметры устройств	
Компетенция ФГОС: ПК.24 способность принимать решения в области электроэнергетики и электротехники с учетом энерго- и ресурсосбережения; в части следующих результатов обучения:	
31. знать критерии энергетической эффективности электротехнических объектов и систем	
Компетенция ФГОС: ПК.26 способность определять эффективные производственно-технологические режимы работы объектов электроэнергетики и электротехники; в части следующих результатов обучения:	
33. знать особенности режимов функционирования электротехнических комплексов и их влияние на потребление энергии	
Компетенция ФГОС: ПК.5 готовность проводить экспертизы предлагаемых проектно-конструкторских решений и новых технологических решений; в части следующих результатов обучения:	
у2. уметь сопоставлять структурные схемы источников питания электротранспортных средств и выявлять наиболее рациональные решения	

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
Накопители энергии в электротранспортном комплексе	
ОПК.4.39 знать современные виды и средства пассажирского транспорта	
1. о проблемах и перспективах использования накопителей энергии в электротранспортном комплексе и на электротранспортных средствах	Практические занятия; Самостоятельная работа
2. принципы работы и основные характеристики наиболее распространенных типов накопителей энергии	Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.4.у2 уметь анализировать схемы энергоустановок и рассчитывать параметры устройств	
3. проводить расчеты энергоемкости накопителя энергии с целью реализации режима автономного хода; проводить оптимизацию массогабаритных показателей блоков накопителей	Практические занятия; Самостоятельная работа
4. проводить расчеты буферного накопительного устройства, позволяющего снизить пики электропотребления или аккумулировать энергию электрического торможения	Практические занятия; Самостоятельная работа
5. рассчитывать электромагнитные процессы в электрических приводах с накопителями энергии и электротранспортные комплексы, оснащенные устройствами для накопления энергии	Практические занятия; Самостоятельная работа
6. различные варианты схемных решений электротранспортных средств, включающих накопительные устройства	Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.5.у2 уметь сопоставлять структурные схемы источников питания электротранспортных средств и выявлять наиболее рациональные решения	
7. проводить и обосновывать выбор типа накопителя энергии при проектировании его для различных видов электротранспортных средств	Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.24.31 знать критерии энергетической эффективности электротехнических объектов и систем	
8. методы оценки энергоемкости накопительных устройств	Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.26.33 знать особенности режимов функционирования электротехнических комплексов и их влияние на потребление энергии	

9. об истории развития различных видов накопителей энергии и применении их в различных областях техники; о перспективах развития различных типов накопителей энергии	Практические занятия; Самостоятельная работа
--	---

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	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.	0	2	1, 9	Цели и задачи курса; этапы исторического развития различных видов накопителей энергии и применения в разных областях техники, subsystem 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.	1	2	1, 9	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.	1	2	5, 6	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)	1	2	6, 9	автономный ход; режим частичного подзаряда при движении по маршруту; аккумулялирование энергии электрических торможений; применение НЭ для собственных нужд
5. Тема 2.3 Применение накопителей энергии в системах тягового электроснабжения; решаемые основные задачи.	1	2	5, 9	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	1	2	1, 9	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.	1	2	2, 8	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 электроснабжения и приводах электротранспортных средств. Схемные решения.	2	2	2, 6, 7	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.	0	1	2, 7	Эксплуатационные особенности данного типа накопителей энергии. Внешние характеристики ЭМНЭ
10. Тема 4.2 Примеры использования и различные схемные решения ЭМНЭ в транспортных системах.	0	1	2, 6	Примеры использования и различные схемные решения ЭМНЭ в транспортных системах.
Дидактическая единица: Емкостные накопители энергии				
11. Тема 5.1 Емкостные накопители энергии.	1	1	2, 6	Основные характеристики и примеры использования.
12. Тема 5.2 Накопители на базе "классических" конденсаторов и на основе конденсаторов двойного электрического слоя.	2	2	2, 6, 7, 8	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	0	1	2, 7	Область применения. Основные характеристики. Преимущества и недостатки. Примеры применения, в том числе и в электротранспортных комплексах.
14. Тема 6.2 Индуктивные и сверхпроводящие	0	1	2, 7	Область применения. Основные характеристики. Преимущества и недостатки. Примеры применения, в том числе и в электротранспортных комплексах.
15. Тема 6.3 Гибридные виды накопительных устройств.	0	1	2, 7, 8	Области применения, схемные решения, распределение энергии между составляющими частями ГНЭ.
Дидактическая единица: Расчет накопителей энергии в субподсистемах электротранспортных комплексов.				

16. Тема 7.1 Основные классификационные требования для выбора накопителя энергии при его проектировании в электротранспортном комплексе.	2	2	5, 7, 8	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.	3	4	3, 5, 6, 7, 8	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.	3	4	4, 5, 6, 7, 8	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.	1	2	5, 6	Анализ и выбор схемных решений, расчет параметров элементов схемы.

Таблица 3.2

Темы для самостоятельного изучения	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 2				
Дидактическая единица: Общие вопросы применения накопителей энергии				
1. Самостоятельное изучение различных видов и типов накопителей энергии	0	6	1, 2	Детальный анализ различных НЭ: характеристики; режимы работы; ограничения; опыт применения в ЭТК.

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 2				
1	РГЗ	3, 4, 5, 7	20	2
Выполнение РГЗ: Штанг А. А. Моделирование тягового привода в Simulink [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / А. А. Штанг, А. В. Мятаж, 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	1, 2, 6, 8, 9	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. Мятаж, 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	1, 2	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.				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

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

6. Правила аттестации обучающихся по учебной 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. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 2		
<i>Практические занятия:</i> Практика, модуль 4	5	10
<i>Практические занятия:</i> Практика, модуль 3	5	10
<i>Практические занятия:</i> Практика, модуль 2	5	10
<i>Практические занятия:</i> Практика, модуль 1	5	10
<i>РГЗ:</i>	20	40
<i>Зачет:</i>	10	20
Контролирующие материалы - список вопросов		

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Защита РГЗ	Зачет
ОПК.4	з9. знать современные виды и средства пассажирского транспорта		+
	у2. уметь анализировать схемы энергоустановок и рассчитывать параметры устройств	+	+
ПК.24	з1. знать критерии энергетической эффективности электротехнических объектов и систем		+
ПК.26	з3. знать особенности режимов функционирования электротехнических комплексов и их влияние на потребление энергии		+

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://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2007/udalov.pdf>
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. Сидорович В. Мировая энергетическая революция [Электронный ресурс]: как возобновляемые источники энергии изменят наш мир/ В. Сидорович— Электрон. текстовые данные.— М.: Альпина Паблишер, 2016.— 208 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/43701.html>.— ЭБС «IPRbooks»
5. Дэниел Ергин В поисках энергии [Электронный ресурс]: ресурсные войны, новые технологии и будущее энергетики/ Ергин Дэниел— Электрон. текстовые данные.— М.: Альпина Паблишер, 2016.— 712 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/42039.html>.— ЭБС «IPRbooks»
6. Попель О.С. Возобновляемая энергетика в современном мире [Электронный ресурс]: учебное пособие/ О.С. Попель, В.Е. Фортов— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2015.— 450 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/57009.html>.— ЭБС «IPRbooks»

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 спец. "Гор. электр. трансп. " и "Электр. тяга и автоматизация тяговых устройств" / И. С. Ефремов и др. ; под ред. И. С. Ефремова. - М., 1984. - 382, [1] с. : табл., схемы
4. Ефремов И. С. Теория и расчет электрооборудования подвижного состава городского электрического транспорта : Учебник для вузов по спец. "Гор. электр. трансп. ". - М., 1976. - 479 с.
5. Ефремов И. С. Теория и расчет троллейбусов: электрическое оборудование. Ч. 1 : учебное пособие для вузов по спец. "Городской электрический транспорт" / И. С. Ефремов, Г. В. Косарев. - М., 1981. - 293 с. : ил.
6. Ефремов И. С. Теория и расчет троллейбусов: электрическое оборудование. Ч. 2 : учебное пособие для вузов по спец. "Городской электрический транспорт" / И. С. Ефремов, Г. В. Косарев. - М., 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. - М., 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.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Штанг А. А. Моделирование тягового привода в Simulink [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / А. А. Штанг, А. В. Мятеж, 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 Microsoft Office
- 2 Microsoft Office
- 3 Microsoft Windows
- 4 Microsoft Office

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

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

Кафедра электротехнических комплексов

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФМА
к.т.н., доцент М.Е. Вильбергер
“ ____ ” _____ ____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Накопители энергии в электротранспортном комплексе

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

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Накопители энергии в электротранспортном комплексе приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (зачет)
ОПК.4 способность использовать углубленные теоретические и практические знания, которые находятся на передовом рубеже науки и техники в области профессиональной деятельности	з9. знать современные виды и средства пассажирского транспорта	Дидактическая единица:1 Задачи курса и основные понятия 1.1 Тема 1.1 Цели и задачи курса; этапы исторического развития применения накопителей энергии в различных областях техники и на транспортных средствах. 1.2 Тема 1.2 Современные мировые тенденции использования накопительных устройств в электротранспортных средствах. Перспективы применения различных типов накопительных элементов. Дидактическая единица:3 Электрохимические накопители энергии 3.7 Тема 3.1 Электрохимические накопители энергии. 3.8 Тема 3.2 Особенности применения ЭХНЭ в системах тягового электроснабжения и приводах электротранспортных средств. Схемные решения. 4.9 Тема 4.1 Сравнение электрохимических накопителей энергии (ЭМНЭ) с другими типами накопителей. Дидактическая единица:4 Электрохимические накопители энергии 4.10 Тема 4.2 Примеры использования и различные схемные решения ЭМНЭ в транспортных системах. Дидактическая единица:5 Емкостные накопители энергии 5.11 Тема 5.1 Емкостные накопители энергии. 5.12 Тема 5.2 Накопители на базе "классических" конденсаторов и на основе конденсаторов двойного электрического слоя. Дидактическая единица:6 Накопители энергии: пневматические; индуктивные; сверхпроводящие; гибридные виды 6.15 Тема 6.3 Гибридные виды накопительных устройств.	РГЗ, сравнительный анализ различных типов накопителей энергии для применения в электротранспортном комплексе	Зачет, вопросы 1-7, 9,13,15-16,19-22, 29-30
ОПК.4	у2. уметь анализировать схемы энергоустановок и рассчитывать параметры устройств	Дидактическая единица:2 Общие вопросы применения накопителей энергии 2.3 Тема 2.1 Методы определения энергоемкости накопительного устройства в зависимости от типа и вида транспортного средства. 2.4 Тема 2.2 Задачи, выполняемые накопителем энергии в системе тягового электроснабжения и на электроподвижном составе (ЭПС) Дидактическая единица:3 Электрохимические накопители энергии 3.8 Тема 3.2 Особенности	РГЗ, расчет накопительного блока на электроподвижной состав, установление энергоемкости, определение расхода энергии на движение, определение динамических показателей и расчет тягового	Зачет, вопросы 17, 23-26, 36-44

		применения ЭХНЭ в системах тягового электроснабжения и приводах электротранспортных средств. Схемные решения. Дидактическая единица:4 Электромеханические накопители энергии 4.10 Тема 4.2 Примеры использования и различные схемные решения ЭМНЭ в транспортных системах. Дидактическая единица:5 Емкостные накопители энергии 5.11 Тема 5.1 Емкостные накопители энергии. 5.12 Тема 5.2 Накопители на базе "классических" конденсаторов и на основе конденсаторов двойного электрического слоя. Дидактическая единица:7 Расчет накопителей энергии в субподсистемах электротранспортных комплексов. 7.16 Тема 7.1 Основные классификационные требования для выбора накопителя энергии при его проектировании в электротранспортном комплексе. 7.17 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. 7.18 Тема 7.3 Тягово-энергетический расчет ЭПС. 7.19 Тема 7.4 Проектирование электрической схемы для внедрения НЭ в электротранспортный комплекс или на ЭПС.	привода с накопителем энергии	
ПК.24 способность принимать решения в области электроэнергетики и электротехники с учетом энерго- и ресурсосбережения	з1. знать критерии энергетической эффективности электротехнических объектов и систем	Дидактическая единица:3 Электрохимические накопители энергии 3.7 Тема 3.1 Электрохимические накопители энергии. Дидактическая единица:5 Емкостные накопители энергии 5.12 Тема 5.2 Накопители на базе "классических" конденсаторов и на основе конденсаторов двойного электрического слоя. Дидактическая единица:6 Накопители энергии: пневмо; индуктивные; сверхпроводящие; гибридные виды 6.15 Тема 6.3 Гибридные виды накопительных устройств.	РГЗ, расчет накопительного блока	Зачет, вопросы 10-12, 28,31-35
ПК.26 способность определять эффективные производственно-технологические режимы работы объектов электроэнергетики и электротехники	з3. знать особенности режимов функционирования электротехнических комплексов и их влияние на потребление энергии	Дидактическая единица:1 Задачи курса и основные понятия 1.1 Тема 1.1 Цели и задачи курса; этапы исторического развития применения накопителей энергии в различных областях техники и на транспортных средствах. 1.2 Тема 1.2 Современные мировые тенденции использования накопительных устройств в электротранспортных средствах. Перспективы применения различных типов накопительных элементов. Дидактическая единица:2 Общие вопросы применения накопителей энергии 2.4 Тема 2.2 Задачи, выполняемые накопителем энергии в системе тягового электроснабжения и на электроподвижном составе (ЭПС)		Зачет, вопросы 1-9, 18

ПК.5 готовность проводить экспертизы предлагаемых проектно-конструкторских решений и новых технологических решений	у2. уметь сопоставлять структурные схемы источников питания электротранспортных средств и выявлять наиболее рациональные решения	Дидактическая единица:4 Электромеханические накопители энергии 4.9 Тема 4.1 Сравнение электромеханических накопителей энергии (ЭМНЭ) с другими типами накопителей. Дидактическая единица:5 Емкостные накопители энергии 5.12 Тема 5.2 Накопители на базе "классических" конденсаторов и на основе конденсаторов двойного электрического слоя. Дидактическая единица:6 Накопители энергии: пневмо; индуктивные; сверхпроводящие; гибридные виды 6.15 Тема 6.3 Гибридные виды накопительных устройств.	РГЗ, выбор и определение накопителя энергии	Зачет, вопросы 10-13, 14,27,29 - 30
--	--	--	---	-------------------------------------

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 2 семестре - в форме зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.4, ПК.24, ПК.26, ПК.5.

Зачет проводится в устной форме по билетам. Билет содержит 3 вопроса из списка: 1 вопрос из диапазона вопросов 1-14, 2 вопрос из диапазона вопросов 15-35, 3 вопрос – задача (вопросы 36-44). В случае несогласия студента с оценкой студенту могут быть заданы дополнительные устные вопросы из списка. Вопросы к зачету приведены в паспорте зачета.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 2 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (РГЗ). Требования к выполнению РГЗ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.4, ПК.24, ПК.26, ПК.5, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

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

Паспорт зачета

по дисциплине «Накопители энергии в электротранспортном комплексе», 2 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме по билетам. Билет содержит 3 вопроса из списка: 1 вопрос из диапазона вопросов 1-14, 2 вопрос из диапазона вопросов 15-35, 3 вопрос – задача (вопросы 36-44). В случае несогласия студента с оценкой студенту могут быть заданы дополнительные устные вопросы из списка.

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет Мехатроники и автоматизации

Билет № _____

к зачету по дисциплине «Накопители энергии в электротранспортном комплексе»

1. Вопрос: варианты размещения накопителей энергии в системах тягового электроснабжения преимущества и ограничения.
2. Вопрос: характеристики, условия работы, области применения электрохимических накопителей энергии.
3. Задача. Определить энергоемкость емкостного накопителя энергии на гибридный автомобиль массой 1,5 т, для прохождения пути в 100 км, если усредненный КПД преобразователя и накопителя 0,80. Крейсерская скорость электромобиля составляет 60 км/ч ($w'0 = 15 \text{ Н/кН}$). Удельное энергопотребление соответствует среднему значению потребления электромобиля.

Утверждаю: зав. кафедрой ЭТК _____ Щуров Н.И.
(подпись)

_____ 201_ г.
(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на билет (тест) для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет *менее 10 баллов*.
- Ответ на билет (тест) для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-

следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет *10–13 баллов*.

- Ответ на билет (тест) для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет *14–17 баллов*.
- Ответ на билет (тест) для зачета билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет *18–20 баллов*.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 10 баллов (из 20 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к зачету по дисциплине

«Накопители энергии в электротранспортном комплексе»

1. Роль и место накопителей энергии на транспортных средствах.
2. История применения накопителей энергии в составе транспортных средств в XIX веке. Примеры использования накопителей энергии на транспорте.
3. История применения накопителей энергии в составе транспортных средств в XX веке. Примеры использования накопителей энергии на транспорте.
4. История применения накопителей энергии в системах тягового электроснабжения в период с конца XIX в. до современного периода НТР. Примеры использования различных видов накопителей энергии в системе тягового электроснабжения.
5. Мировые тенденции применения накопителей энергии в электротранспортных средствах.
6. Предпосылки использования накопителей энергии на транспорте и стоп факторы.
7. Предпосылки использования накопителей энергии в системах тягового электроснабжения. Задачи, выполняемые накопителями энергии в системе тягового электроснабжения.
8. Варианты размещения накопителей энергии в системах тягового электроснабжения преимущества и ограничения.
9. Комбинированные источники энергии в системе тягового электроснабжения. Изменение систем электроснабжения с учетом внедрения ВИЭ.
10. Примеры использования накопителей энергии на транспорте (примеры на основе ЭХНЭ).
11. Примеры применения накопителей энергии на транспорте (примеры на основе ЕНЭ).
12. Примеры использования накопителей энергии на транспорте (примеры на основе ГНЭ и комбинированных источников).
13. Примеры применения накопителей энергии на транспорте (примеры на основе МНЭ и ЭМНЭ).
14. Примеры использования накопителей энергии на транспорте (примеры на основе пневматических накопителей энергии).
15. Виды гибридных транспортных средств с накопителями энергии. Их классификация,

- сравнение, примеры (схемы последовательного, параллельного и смешанных гибридов).
Преимущества и недостатки различных схем гибридных транспортных средств.
16. Дать классификацию накопителей энергии.
17. Классификация первичных источников энергии гибридных транспортных средств.
Преимущества и недостатки различных типов ПИЭ.
18. Требования предъявляемые к накопителям энергии, устанавливаемым на электроподвижной состав.
19. Методика определения энергоемкость накопителей энергии устанавливаемого на ЭПС (для аккумуляирования режима торможения).
20. Методика определения энергоемкость накопителей энергии устанавливаемого на ЭПС (для частично автономного хода со станциями подзарядки на маршруте).
21. Методика определения энергоемкость накопителей энергии устанавливаемого на ЭПС (для автономного хода).
22. Сравнить различные виды транспорта (трамвай, троллейбус, метро, электробус) с позиций эффективности применения накопителей энергии на подвижном составе. Преимущества и недостатки.
23. Сравнить преимущества и недостатки различных типов накопителей энергии с позиций применения на электроподвижном составе.
24. Сопоставить преимущества и недостатки различных типов накопителей энергии с позиций применения в электротранспортном комплексе.
25. Метод определения мощности накопителя энергии, для поддержания заданного динамического режима работы ЭПС.
26. Метод определения мощности первичного источника энергии для комбинированной энергетической установки в составе электротранспортного средства.
27. Характеристики, условия работы, области применения электромеханических накопителей энергии.
28. Характеристики, условия работы, области применения электрохимических накопителей энергии.
29. Характеристики, условия работы, примеры применения пневматических накопителей энергии.
30. Характеристики, условия работы, примеры применения индуктивных накопителей энергии.
31. Характеристики, условия работы, области применения гибридных видов накопителей энергии.
32. Характеристики, условия работы, области применения емкостных накопителей энергии.
33. Характеристики, условия работы, области применения систем ДВС-генератор.
34. Характеристики, условия работы, области применения топливных элементов.
35. Характеристики, условия работы, области применения конденсаторов двойного электрического слоя. Отличия от электролитических конденсаторов и аккумуляторных батарей.
36. Рассчитать параметры электромеханического накопителя энергии для аккумуляирования 5 МДж электрической энергии, если известно, что максимальная скорость вращения не может превышать 12 000 об/мин. Накопитель устанавливается на трамвай КТМ-5.
37. Рассчитать энергоемкость буферного накопителя энергии, устанавливаемого на вагон метрополитена (вагон серии 81-717/ полная масса 53050 кг.), если накопительное торможение происходит с 70 км/ч до полной остановки (КПД $\eta_{зп}=0,93$; $\eta_{тэд}=0,95$).
38. Рассчитайте пиковую мощность разряда накопителя энергии, установленного на ЭПС, если масса гибридного автомобиля 2 т, а максимальная скорость 120 км/ч; $w'_{0a} = 17 \text{ Н/кН}$; $w'_{0b} = 0,0028 \text{ Н/кН}$; ускорение $a=3 \text{ м/с}^2$.
39. Определить энергоемкость накопителя энергии, при установке его на троллейбусе массой 18,3 тонны. При питании от НЭ троллейбус должен пройти путь в 500 м. (уклонов нет). Скорость движения по перегону 36 км/ч.

40. Определить энергоемкость емкостного накопителя энергии на гибридный автомобиль массой 1,5 т, для прохождения пути в 100 км, если усредненный КПД преобразователя и накопителя 0,80. Крейсерская скорость электромобиля составляет 60 км/ч ($w_0 = 15 \text{ Н/кН}$). Удельное энергопотребление соответствует среднему значению потребления электромобиля.
41. Определить энергоемкость емкостного накопителя энергии на гибридный автомобиль массой 2,2 т, для прохождения пути в 350 км, если усредненный КПД преобразователя и накопителя 0,85. Крейсерская скорость электромобиля составляет 75 км/ч ($w_0 = 17 \text{ Н/кН}$).
42. Рассчитать энергоемкость буферного накопителя энергии, устанавливаемого на трамвай массой $m=28,5$ т, если накопительное торможение происходит с 60 км/ч до полной остановки.
43. Рассчитать параметры емкостного накопителя энергии для аккумулирования 3 МДж электрической энергии, если известно, что максимальное напряжение, выдаваемое генератором в режиме торможения, не превышает 800 В. Накопитель устанавливается на троллейбус типа ЗиУ-682.
44. Рассчитать энергоемкость буферного накопителя энергии, устанавливаемого на троллейбус массой $m=16$ т, если накопительное торможение происходит с 60 км/ч до принудительного замещения электрического торможения механическим (8 км/ч). Потери в ТЭД $\eta_{\text{тэд}}=0,92$ и ЗП составляют $\eta_{\text{зп}}=0,87$

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Накопители энергии в электротранспортном комплексе», 2 семестр

1. Методика оценки

Объем и характер научно-исследовательской задачи выбирается таким, чтобы каждый студент при достаточном внимании к систематическому изучению курса был в состоянии самостоятельно разрешить все вопросы задания.

Время, затраченное на выполнение расчетно-графического задания (РГЗ), не превышает 14...20 часов самостоятельной работы студента.

Исходными данными для выполнения РГЗ включает два подраздела основных подраздела:

- письменная работа в реферативной форме;
- расчетная часть, в рамках которой студент проводит выбор места подсистемы тягового электроснабжения или ЭПС.

I часть РГЗ (Реферат). Реферат может быть написан, как по теме предложенной руководителем, так и по теме выбранной студентом самостоятельно, при предварительном согласовании с ведущим преподавателем. При выполнении первой части РГЗ студенты должны произвести поиск источников литературы по выбранной теме, выполнить систематизацию, обобщение информации и представить объективную оценку.

Перед выдачей задания на РГЗ или реферат проводится лекция-беседа со всей группой, где излагается содержание и объем проекта, последовательность выполнения работ, требования, предъявляемые к работе и её оформлению, перечень литературы, справочных материалов и другие вопросы.

Обязательные структурные части реферативной части РГЗ:

- 1) титульные листы (общие к I и II частям);
- 2) содержание (общие по I и II части);
- 3) введение
- 4) текстовое изложение материала, разбитое на пункты и подпункты с необходимыми ссылками на источники информации, использованные автором (анализ по выбранной теме желательно проводить в следующем порядке: историческая справка о применении накопителя энергии; первые упоминания о разработке или использовании накопителя энергии; принципы работы; внешние характеристики и условия работы, области применения данного вида накопителей энергии; преимущества и недостатки; примеры применения в том числе в составе электротранспортного комплекса и ЭПС; мировые тенденции развития, выбранного типа накопителя);

- 5) заключение;

Примечание: список использованных библиографических источников и приложения (необязательная часть), включающие: таблицы, диаграммы, графики, рисунки, схемы (приводятся в конце II части).

Краткие требования к оформлению. Реферат с рекомендуемым объемом – 15 страниц машинописного текста. Основной текст 12 или 14 Times New Roman, интервал единичный или полуторный. Отступы от границы листа левый 25 мм; правый 15 мм; верхний и нижний интервал 20 мм. Рисунки и схемы должны быть четкими, графичными, снабжены подписями или ссылками по тексту. Введение, заключение, список использованных источников,

формируются на отдельных страницах. Разделы и подразделы записываются с отступом в один 1,5 интервал, полужирным шрифтом. Реферат и расчеты, проектируемых накопителей энергии предоставлять в оформленном и сброшюрованном виде, в мультифоре с боковой шнуровкой.

Оцениваемые позиции:

1. Новизна текста: умение работать с исследованиями, критической литературой, систематизировать и структурировать материал; обоснованность авторской позиции, самостоятельность оценок и суждений; стилевое единство текста.
2. Степень раскрытия сущности вопроса: соответствие содержания теме; полнота и глубина знаний по теме; умение обобщать, делать выводы, сопоставлять различные точки зрения по одному вопросу (проблеме).
3. Обоснованность выбора источников: оценка использованных библиографических источников: привлечены ли наиболее известные работы по теме исследования (в т.ч. журнальные публикации последних лет, последние статистические данные, сводки, справки и т.д.).
4. Соблюдение требований к оформлению: насколько верно оформлены ссылки на библиографические источники; оценка грамотности и культуры изложения (в т.ч. орфографической, пунктуационной, стилистической культуры), владение терминологией.

II Расчет накопительного устройства, внедряемого в электротранспортную систему (с локализацией на электроподвижном составе или системе тягового электроснабжения). Исходными данными для выполнения II Части РГЗ являются тип ЭПС, масса, вместимость, требования к динамическим характеристикам (максимальная скорость, максимальное ускорение), условия работы. Студенту ставится задача определить основные параметры блока накопителей: мощность, энергоемкость, вариант схмотехнического решения, описать алгоритмы работы системы управления.

На протяжении всего срока выполнения РГЗ проводятся в соответствии с расписанием консультации. Студенты должны приходить на консультации с заранее подготовленными вопросами. Во время консультаций преподаватель задает студенту вопросы, заставляя его тем самым продумать методику расчёта. Одновременно преподаватель обязательно просматривает выполненную часть работы, отмечает у себя в ведомости выполнение этапов РГЗ для учёта выполнения графика самостоятельной работы студентами.

Рекомендуемое время выполнения РГЗ двенадцатая-четырнадцатая рабочая недели, когда студент передает преподавателю всю работу в законченном и оформленном виде для проверки и подписи.

Защита РГЗ проводится в устной форме. В ходе защиты работы студенту может быть предложено: пояснить последовательность расчета; решить задачу на практическое применение основных расчетных формул.

Оцениваемые позиции:

- Своевременность выполнения задания;
- Полнота выполнения задания;
- Точность и правильность расчета;
- Выполнение общепринятых правил по оформлению формул и графиков в тексте задания;
- Полнота пояснений к выполненным расчетам, соответствие текста пояснений научному стилю речи;
- Ответы на вопросы в ходе защиты работы.

Обязательные структурные части РГЗ:

- 1) титульный лист;
- 2) содержание;
- 3) принятые исходные данные: технические характеристики подвижного состава;
- 4) расчетная часть

(должна содержать основные расчетные соотношения в, таблицы, графическую часть):

4.1) определение динамических показателей движения электротранспортного средства с учетом максимального разгона до принятой максимальной скорости движения; предложение по выбору электродвигателя и определению максимальной мощности буферного накопителя энергии;

4.2) предварительный расчет энергоемкости накопительного блока;

4.3) определение энергии на преодоление основного сопротивления движению;

4.4) расчет пусковой диаграммы, построение характеристик $V(F)$; $U(f)$;

4.5) построение тормозной диаграммы;

4.6) построение кривых движения;

4.7) определение расхода энергии на движение;

4.8) уточнение энергоемкости накопителя;

4.9) выбор модели, типа накопителя энергии;

4.10) конфигурация отдельных накопительных элементов в единый энергетический модуль (на основе установленных пусковых и тормозных токов; рабочего и максимального уровня напряжения);

5) заключение;

6) список использованных библиографических источников (по I и II частям);

7) приложения (доп. таблиц, диаграмм, графиков, рисунков, схемы (необязательная часть)).

2. Критерии оценки

Предусматривается устная защита РГЗ.

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ, тема не раскрыта, расчеты выполнены неверно, оценка составляет менее 20 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ выполнены формально: если тема освещена лишь частично, допущены фактические ошибки в содержании или при ответе на дополнительные вопросы, во время защиты отсутствует вывод; в расчете допущены ошибки, существенно искажающие полученные результаты, в ходе анализа источников энергии не раскрыты принципы их выбора. Оценка составляет 20-24 балла.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если основные требования к РГЗ и его защите выполнены, но при этом допущены недочеты: имеются неточности в изложении материала, в расчетах допущены незначительные ошибки, сравнительный анализ источников энергии выполнен недостаточно подробно, отсутствует логическая последовательность в суждениях, имеются упущения в оформлении, на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы. Оценка составляет 25-35 баллов.
- Работа считается выполненной на продвинутом уровне, если выполнены все основные требования к РГЗ и его защите, обозначена проблема и обоснована её актуальность, проведен краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему с учетом современных исследований и тенденций, логично изложена позиция автора, четко сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, соблюдены требования к оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы при защите; без ошибок выполнены расчеты, дано детальное описание процессов функционирования тягового привода с накопителем энергии. Оценка составляет 36-40 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем РГЗ

Пример Ч I № 1 Анализ электрохимических накопителей энергии.

Пример Ч I № 2 Щелочные электрохимических накопителей энергии.

Пример Ч I № 3 Анализ конденсаторов двойного электрического слоя.

Пример Ч I № 4 Пневматические накопители энергии.

Пример Ч II № 1 Проектирование электробуса массой 18 т., максимальная скорость перемещения 70 км/ч.

Пример Ч II №2 Проектирование троллейбуса модель Тролза-5265 "Мегаполис" с внедрением буферного накопителя энергии для аккумуляирования энергии в режиме торможения.

Пример Ч II № 3 Переоснащение автомобиля «Соболь-Бизнес» в электромобиль с запасом автономного хода в 200 км.

Пример Ч II № 4 Проектирование электромобиля снаряженной массой 2,5 т. вместимостью 5 человек, максимальная скорость перемещения 130 км/ч, с ускорением до 100 км/ч за 9 сек.