

«

»

“ ”

“ ”

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Гибридные транспортные средства**

: 13.04.02

: 2, : 3

		<b>3</b>
<b>1</b>	( )	2
<b>2</b>		72
<b>3</b>	, .	42
<b>4</b>	, .	0
<b>5</b>	, .	36
<b>6</b>	, .	0
<b>7</b>	, .	20
<b>8</b>	, .	2
<b>9</b>	, .	4
<b>10</b>	, .	30
<b>11</b>	( , , )	
<b>12</b>		

( ): 13.04.02

1500 21.11.2014 ., : 11.12.2014 .

: 1, ,

( ): 13.04.02

, 6 20.06.2017

, 6 21.06.2017

:

, . . . . .

:

, . . . . .

:

. . . . .

# 1.

1.1

<b>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:</b>	
5.	
6.	
<b>Компетенция ФГОС: ПК.26 способность определять эффективные производственно-технологические режимы работы объектов электроэнергетики и электротехники; в части следующих результатов обучения:</b>	
3.	
<b>Компетенция ФГОС: ПК.5 готовность проводить экспертизы предлагаемых проектно-конструкторских решений и новых технологических решений; в части следующих результатов обучения:</b>	
3.	
2.	

# 2.

2.1

--	--

<b>.5. 3</b>	
1.об истории развития различных видов источников энергии в том числе гибридных истоников и их применении на транспорте	
<b>.26. 3</b>	
2.о проблемах и перспективах использования накопителей энергии в транспортных средствах; о развитии гибридных транспортных средств	
<b>.4. 6</b>	
3.рассчитывать электромагнитные процессы в электрических приводах ГТС и энергораспределение в различных звеньях энергоустановок	
4.проводить расчеты энергоемкости накопителя энергии с целью реализации режима автономного хода	
5.рассчитывать буферное накопительное устройство, позволяющего снизить пики электропотребления или аккумулировать энергию в режиме электрического торможения	
6.проводить расчеты первичного источника энергии гибридного транспортного средства; определение мощности ДВС	
7.уметь проводить и обосновывать выбор накопителя энергии при проектировании его для различных видов электротранспортных средств	
<b>.4. 5</b>	
8.различные варианты схемных решений гибридных электротранспортных средств	

<b>.5. 3</b>	
9.принципы работы и основные характеристики наиболее распространенных типов накопителей энергии и автономных источников питания	
<b>.5. 2</b>	
10.проводить выбор различных конфигураций гибридных энергетических установок с накопителями энергии различного типа и автономных источников питания	

**3.**

3.1

<b>: 3</b>				
:				
1. 1.1 ;	0	2	1, 2	;
2. 1.2	0	2	1, 2	.
:				
4. 2.1 ( )	0	2	3, 7, 8	: ; ;
5. 2.2	2	2	3, 8	.
6. 2.3 ,	1	2	1, 8	; ;
:				

7.	3.1	0	3	1,2	( ) : - ,
8.	3.2	0	2	1, 10, 8, 9	.
) : (					
9.	4	0	2	7, 8, 9	.
) : (					
10.	5	2	3	10, 8, 9	( ) .
) : ( )					
11.	6. " "	2	2	10, 7, 8, 9	.
) : (					
12.	7.1	0	1	10, 7, 9	, ' .
) :					
13.	7.2	2	2	3, 7	.

14.	7.3	1	1	6, 8	
15.	7.4	1	1	3, 6, 8, 9	
16.	7.5	2	2	5, 6, 7, 8	
17.	7.6	1	1	3, 4, 5, 6	
18.	7.7	2	2	3, 5, 7, 8	
19.	7.9	2	2	4, 7, 8, 9	
20.	7.10	2	2	3, 8	

3.2

<b>: 3</b>				
:				
1.	0	6	2, 9	

4.

<b>: 3</b>				
1		3, 4, 5, 6, 7	18	2
<p> : . . . . . , 2004. - 98 . . . . .  : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000031434">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000031434</a> . . . . .  Simulink [ ]: - / . . . . . , . . . . .  , . . . . . ; . . . . . , [2015]. - :  <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221609">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221609</a>. - . . . . . </p>				
2		3, 4, 5, 6, 7	2	0

<p>": " " : /  . . . . - ; [ : . . . , . . . ] . - , 2017. - 13, [3] . :  .. - : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235425">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235425</a>  Simulink [ ] : - / . . . , . . .  . . . . : . . . . - . - , [2015]. - :  <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221609">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221609</a> . -</p>			
3		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	4 2
<p>": " " : /  . . . . - ; [ : . . . , . . . ] . - , 2017. - 13, [3] . : .. - :  <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235425">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235425</a>  Simulink [ ] : - / . . . , . . .  ; . . . . - . - , [2015]. - :  <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221609">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221609</a> . -  . . . . : . . . . - . - , 2004. -  98 . : . - : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000031434">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000031434</a></p>			
4		2, 9	6 0
<p>, 3.2 : " " :  . . . . - ; [ : . . . , . . . ] . - , 2017. - 13, [3] . : .. - :  <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235425">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235425</a>  Simulink [ ] : - / . . . , . . .  ; . . . . - . - , [2015]. - :  <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221609">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221609</a> . -  . . . . : . . . . - . - , 2004. -  98 . : . - : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000031434">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000031434</a></p>			

5.

( . 5.1).

5.1

	e-mail:stang@corp.nstu.ru
	e-mail:stang@corp.nstu.ru
	;

6.

( ), - 15- ECTS.

. 6.1.

6.1

: 3		
Практические занятия: Первичные источники энергии ГТС	4	7

<i>Практические занятия:</i> Общие вопросы устройства и проектирования ГТС	2	5
<i>Практические занятия:</i> Вторичные источники энергии	4	8
<i>Практические занятия:</i> Задачи курса и основные понятия	2	5
<i>Практические занятия:</i> Расчет параметров гибридной энергетической установки ЭТС	8	15
<i>РГЗ:</i>	20	40
<i>Зачет:</i>	10	20

6.2

6.2

.4	5.	+	+
	6.	+	+
.26	3.		+
.5	3.		+
	2.	+	+

1

7.

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](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. Анализ и проектирование гибридных трансмиссий транспортных средств на основе планетарных механизмов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ С.А. Харитонов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2010.— 96 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30912.html>.— ЭБС «IPRbooks»

1. 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.
2. Арслангулов У.Ю. Перспективы мирового транспортного сектора [Электронный ресурс]: монография/ У.Ю. Арслангулов— Электрон. текстовые данные.— М.: Энергия, Институт энергетической стратегии, 2009.— 51 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/4292.html>.— ЭБС «IPRbooks»
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. Гультаев А. Н. Разработка и исследование электрической трансмиссии аккумуляторного электромобиля с тяговым вентильным двигателем : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.09.03 / Гультаев 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. Бирзниецс Л. В. Импульсные преобразователи постоянного тока / Л. В. Бирзниецс. - 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.

1. Электронный лектор [Электронный ресурс] : автоматизированная обучающая система. - Новосибирск : НГТУ, 2016-2017. - Режим доступа: <http://el.nstu.ru/>. - Загл. с экрана.

2. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>

3. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>

4. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>

5. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>

6. :

## 8.

### 8.1

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](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000031434)

2. Обучающая система "Электронный лектор" : методические указания для преподавателей / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. А. Штанг, М. В. Ярославцев]. - Новосибирск, 2017. - 13, [3] с. : ил. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000235425](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235425)

3. 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](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221609). - Загл. с экрана.

### 8.2

1 Microsoft Office

2 Matlab Simulink

3 Microsoft Windows

## 9.

1	(	)

1	(	Internet )



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

#### **Гибридные транспортные средства**

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 Гибридные транспортные средства приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.4 способность использовать углубленные теоретические и практические знания, которые находятся на передовом рубеже науки и техники в области профессиональной деятельности	у5. уметь составлять структурные схемы энергетических установок электротранспортных средств и систем	Тема 2.2 Методы определения энергоемкости НЭ и мощности ПИЭ в зависимости от типа и вида транспортного средства. Тема 2.3 Задачи, выполняемые НЭ и ПИЭ на транспортном средстве. Тема 6. Емкостные накопители энергии. Накопители на базе "классических" конденсаторов и на основе конденсаторов двойного электрического слоя. Тема 7.10 Проектирование электрической схемы транспортного средства комбинированным накопителем энергии. Тема 7.7 Расчет буферного накопительного устройства.	РГЗ, описание функционирования тягового привода; определение расхода энергии на движение;	Зачет, вопросы 10-13,16
ОПК.4	уб. уметь рассчитывать параметры устройств, входящих в состав энергетических установок транспортных средств	Тема 4 Сравнение электромеханических накопителей энергии (ЭМНЭ) с другими типами накопителей. Примеры использования и различные схемные решения ЭМНЭ в транспортных системах. Тема 7.1 Гибридные виды накопительных устройств. Тема 7.10 Проектирование электрической схемы транспортного средства комбинированным накопителем энергии. Тема 7.2 Основные классификационные требования для выбора накопителя энергии при его проектировании для электроподвижного состава. Тема 7.3 Расчет пиковой мощности, динамический фактор ГТС. Тема 7.6 Расчет сил сопротивления движению ГТС. Тема 7.7 Расчет буферного накопительного устройства. Тема 7.9 Расчет основных параметров накопителя энергии для реализации автономного хода.	РГЗ, сравнительный анализ накопителей, расчет тягового привода; определение динамических показателей гибридного транспортного средства;	Зачет, вопросы 9,11-12, 20,15,17-19,27-35

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	Тема 1.1 Цели и задачи курса; этапы исторического развития гибридных транспортных средств. Тема 1.2 Современное состояние вопроса использования накопительных устройств в электротранспортных средствах. Перспективы применения различных типов накопительных элементов на транспортных средствах.		Зачет, вопросы 1-3 ,8
ПК.5 готовность проводить экспертизы предлагаемых проектно-конструкторских решений и новых технологических решений	з3. знать основные схемотехнические и компоновочные решения источников питания в составе электротехнических систем, их отличительные особенности, достоинства и недостатки	Тема 1.1 Цели и задачи курса; этапы исторического развития гибридных транспортных средств. Тема 1.2 Современное состояние вопроса использования накопительных устройств в электротранспортных средствах. Перспективы применения различных типов накопительных элементов на транспортных средствах. Тема 2.3 Задачи, выполняемые НЭ и ПИЭ на транспортном средстве Тема 4 Сравнение электромеханических накопителей энергии (ЭМНЭ) с другими типами накопителей. Примеры использования и различные схемные решения ЭМНЭ в транспортных системах. Тема 5 Электрохимические накопители энергии. Особенности применения ЭХНЭ в тяговых приводах электротранспортных средств. Схемные решения. Тема 6. Емкостные накопители энергии. Накопители на базе "классических" конденсаторов и на основе конденсаторов двойного электрического слоя. Тема 7.1 Гибридные виды накопительных устройств.	РГЗ, схемы гибридных транспортнх средств	Зачет, вопросы 4-7,9,11,21-25
ПК.5	у2. уметь сопоставлять структурные схемы источников питания электротранспортных средств и выявлять наиболее рациональные решения	Тема 3.2 Первичные источники энергии ГТС	РГЗ, выбор и определение первичного источника энергии	Зачет, вопросы 4-7,10,14

## 2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 3 семестре - в форме зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.4, ПК.26, ПК.5.

Зачет проводится в письменной форме по билетам. Билет содержит 3 вопроса из списка: 1 вопрос из диапазона вопросов 1-14, 2 вопрос из диапазона вопросов 15-27, 3 вопрос – задача (вопросы 27-35). 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 3 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.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.

## Паспорт зачета

по дисциплине «Гибридные транспортные средства», 3 семестр

### 1. Методика оценки

Зачет проводится в письменной форме по билетам. Билет содержит 3 вопроса из списка: 1 вопрос из диапазона вопросов 1-14, 2 вопрос из диапазона вопросов 15-27, 3 вопрос – задача (вопросы 27-35). 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 «Гибридные транспортные средства»

---

1. Вопрос Преставать и описать работу схемы гибридного транспортного средства с последовательной схемой энергетической установки.
2. Вопрос Метод определения мощности первичного источника энергии.
3. Задача Рассчитать энергоемкость буферного накопителя энергии, устанавливаемого на трамвай массой  $m=28,5$  т, если накопительное торможение происходит с 60 км/ч до полной остановки.

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 «Гибридные транспортные средства»

1. Виды гибридных транспортных средств. Их классификация, сравнение, примеры.
2. Предпосылки использования накопителей энергии на транспорте.
3. Примеры использования накопителей энергии на транспорте.
4. Представить и описать работу схемы гибридного транспортного средства с последовательной схемой энергетической установки.
5. Преставать и описать работу схемы гибридного транспортного средства с последовательной схемой энергетической установки.
6. Преставать и описать работу схемы гибридного транспортного средства со смешанной схемой энергетической установки.
7. Преставать и описать работу схемы гибридного транспортного средства с последовательной схемой энергетической установки.
- 8.Преимущества и недостатки различных схем гибридных транспортных средств.
9. Классификация накопителей энергии.
10. Классификация первичных источников энергии гибридных транспортных средств.
11. Требования предъявляемы к накопителям, устанавливаемым на электроподвижной состав.
12. Перечислить параметры, определяющие энергоемкость накопителей энергии.
13. Преимущества и недостатки различных типов накопителей энергии.
14. Преимущества и недостатки различных типов ПИЭ.
15. Метод определения мощности накопителя энергии, для поддержания заданного динамического режима работы ЭПС.
16. Метод определения емкости накопителя энергии, размещенного на ЭПС.
17. Метод определения энергоемкости буферного накопителя на ЭПС.
18. Метод определения мощности первичного источника энергии.
19. Характеристики статических механических накопителей энергии.
20. Характеристики, условия работы, области применения электромеханических накопителей энергии.
21. Характеристики, условия работы, области применения электрохимических накопителей энергии.
22. Характеристики, условия работы, области применения гибридных видов накопителей энергии.
23. Характеристики, условия работы, области применения емкостных накопителей энергии.
24. Характеристики, условия работы, области применения систем ДВС-генератор.
25. Характеристики, условия работы, области применения топливных элементов.
26. Характеристики, условия работы, области применения конденсаторов двойного

электрического слоя. Отличия от электролитических конденсаторов и аккумуляторных батарей. Предпосылки использования гибридных накопителей их характеристики, условия работы, области применения.

27. Рассчитать параметры электромеханического накопителя энергии для аккумуляции 5 МДж электрической энергии, если известно, что максимальная скорость вращения не может превышать 10 000 об/мин. Накопитель устанавливается на трамвай КТМ-5.

28. Рассчитать энергоемкость буферного накопителя энергии, устанавливаемого на вагон метрополитена, если накопительное торможение происходит с 90 км/ч до полной остановки.

29. 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).

30. Рассчитать энергоемкость буферного накопителя энергии, устанавливаемого на трамвай массой  $m=28,5$  т, если накопительное торможение происходит с 60 км/ч до полной остановки.

31. Рассчитать параметры емкостного накопителя энергии для аккумуляции 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.

32. Рассчитайте пиковую мощность разряда накопителя энергии, установленного на ЭПС, если масса гибридного автомобиля 1,7 т, а максимальная скорость 120 км/ч;  $w'_0a = 17$  Н/кН;  $w'_0b = 0,0028v^2$  Н/кН; ускорение  $a=3$  м/с<sup>2</sup>.

33. Определить энергоемкость накопителя энергии, при установке его на троллейбусе массой 14 тонн. При питании от НЭ троллейбус должен пройти путь в 500 метров на подъеме 4 0 /00. Скорость движения по перегону 36 км/ч.

34. Определить энергоемкость емкостного накопителя энергии на гибридный автомобиль массой 1,5 т, для прохождения пути в 100 км, если усредненный КПД преобразователя и накопителя 0,8. Крейсерская скорость электромобиля составляет 75 км/ч ( $w'_0 = 15$ Н/кН). Удельное энергопотребление соответствует среднему значению потребления электромобиля.

35. 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 ( $w'_0 = 17$ Н/кН).

## **Паспорт расчетно-графического задания**

по дисциплине «Гибридные транспортные средства», 3 семестр

### **1. Методика оценки**

Объём 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 РГЗ, не превышает 12...18 часов самостоятельной работы студента.

Исходными данными для выполнения РГЗ являются тип ЭПС, его масса, вместимость, требования к динамическим характеристикам (максимальная скорость, максимальное ускорение), условия работы (область применения). Студенту ставится задача определить основные параметры элементов гибридного тягового привода: мощность ПИЭ, энергоёмкость НЭ, предложить схемное решение тягового привода и алгоритм работы системы управления.

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

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 рабочая неделя, 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) исходные данные: технические характеристики подвижного состава;
- 4) расчетная часть  
(должена 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) выбор и представление схемы гибрида;
  - 4.3) выбор и определение первичного источника энергии на ЭПС с учетом потребления энергии на собственные нужды и покрытие транспортной работы;
  - 4.4) определение энергии на преодоление основного сопротивления движению;
  - 4.5) расчет пусковой диаграммы, построение характеристик  $V(F)$ ;  $U(f)$ ;
  - 4.6) построение тормозной диаграммы;
  - 4.7) построение кривых движения;
  - 4.8) определение расхода энергии на движение;
  - 4.9) уточнение энергоемкости накопителя;
  - 4.10) выбор модели, типа накопителя энергии;
  - 4.11) конфигурация отдельных накопительных элементов в единый энергетический модуль;
- 5) заключение;
- 6) список использованной литературы;
- 7) приложения ( доп.таблиц, диаграмм, графиков, рисунков, схемы (необязательная часть)).

## 2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ, оценка составляет менее 20 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ выполнены формально: отсутствует описание процессов в структурной и принципиальной схемах тягового привода, в расчете допущены ошибки, существенно искажающие полученные результаты либо лишаящие их физического смысла, в ходе анализа источников энергии не раскрыты принципы их выбора.  
оценка составляет 20-24 балла.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если в РГЗ процессы функционирования тягового привода описаны неполно, в расчете допущены незначительные ошибки, сравнительный анализ источников энергии выполнен недостаточно подробно. оценка составляет 25-35 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если дано детальное описание процессов функционирования тягового привода по структурной и принципиальной схемам, выполнен сравнительный анализ источников энергии с детальным описанием их характеристик, преимуществ и недостатков, расчет характеристик привода выполнен без ошибок. 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

Проектирование тягового привода гибридного легкового автомобиля массой 1,9 т., вместимостью 5 человек, максимальная скорость перемещения 150 км/ч, ускорение до 100 км/ч за 8 сек.

Проектирование тягового привода гибридного автобуса малой вместимости (масса 5 т., вместимость 15 человек), максимальная скорость 90 км/ч; максимальное ускорение до 30 км/ч ;  $a=2 \text{ м/с}^2$ .

Проектирование тягового привода гибридного автобуса большой вместимости (масса 11 т., вместимость 85 человек), максимальная скорость 75 км/ч; максимальное ускорение до 20 км/ч;  $a=2 \text{ м/с}^2$ .