

«

»

“ ”

“ ”

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Основы преобразования энергии в электротехнических системах**

: 13.03.02

, :

: 2, : 3 4

		3	4
1	( )	0	5
2		0	180
3	, .	2	24
4	, .	2	6
5	, .	0	4
6	, .	0	4
7	, .	0	0
8	, .	0	2
9	, .		8
10	, .	0	154
11	( , , )		
12			

( ): 13.03.02

955 03.09.2015 ., : 25.09.2015 .

: 1, ,

( ): 13.03.02

, 5 20.06.2017

, 6 21.06.2017

:

, . . . . .

:

, . . . . .

:

. . .

# 1.

1.1

<b>Компетенция ФГОС: ОПК.2 способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач; в части следующих результатов обучения:</b>	
6.	,
11.	,
<b>Компетенция ФГОС: ПК.5 готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:</b>	
5.	

# 2.

2.1

	(	
<b>.2. 6</b>	,	,
1.Классификацию и виды преобразователей энергии электротехнических систем.	;	;
<b>.5. 5</b>		
2.Принципы устройства и функционирования основные параметры и характеристики электромеханических, статических и электротермических преобразователей энергии	;	;
3.Основы теории электромеханического преобразования энергии и физические основы работы электрических машин	;	;
<b>.2. 6</b>	,	,
4.Основные принципы преобразования энергии в электромеханических, электротермических преобразователях энергии и статических преобразователях параметров электрической энергии.	;	;
<b>.2. 11</b>		
5.Проводить расчеты и исследование процессов преобразования энергии в электротехнических преобразователях энергии при различных режимах их работы.	;	

# 3.

3.1

	,	.		
--	---	---	--	--

: 3				
:				
6.	0	2	1, 2, 3, 4	
: 4				
:				
1.	0	2	3	
2.	0	1	3, 4	
:				
3.	0	2	1, 2	
4.	0	1	1, 2, 4	

3.2

, .				
: 4				
:				
1.	0	4	1, 2, 3, 4, 5	

3.3

, .				
: 4				
:				
1.	0	4	1, 2, 3, 4, 5	

3.4

, .				
: 4				
:				
1.	0	11	4	

2.	0	12	1, 4	
3.	0	12	3, 4	
5.	0	12	2, 3, 4	
:				
4.	0	12	3, 4	
6.	0	12	1, 2	

**4.**

<b>: 4</b>				
1		1, 2, 3, 4	50	6
<p>: :</p> <p>140600 / . . . - ;[ . . . , . . . ].-  , 2013. - 16, [2] .: ., ..- :  <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000181930">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000181930</a>  [ ]: / . . .  ; . . . - . - , [2011]. - :  <a href="http://courses.edu.nstu.ru/index.php?show=155&amp;curs=605">http://courses.edu.nstu.ru/index.php?show=155&amp;curs=605</a>. -</p>				
2		1, 2, 3, 4	8	0
<p>: :</p> <p>140600 / . . . - ;[ . . . , . . . ].-  , 2013. - 16, [2] .: ., ..- :  <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000181930">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000181930</a>  :</p> <p>140600 ( , )  220301- ( )/  - ;[ . . . ].- , 2008. - 11, [1] ..- :  <a href="http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/2008_3603.pdf">http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/2008_3603.pdf</a>  :" ,"  . . . - ;[ . . . , . . . ].- , 2013. - 45, [2] .: ., ..-  : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185162">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185162</a>  [ ]:  - / . . . ; . . . - . - , [2011]. -  : <a href="http://courses.edu.nstu.ru/index.php?show=155&amp;curs=605">http://courses.edu.nstu.ru/index.php?show=155&amp;curs=605</a>. -</p>				
3		1, 2, 3, 4	25	2

<p>140600 / . . . - ;[ . . . , . . . ].-  , 2013. - 16, [2] .: ., ..- :  <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000181930">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000181930</a></p> <p>" / . . . - ;[ . . . ].-  , 2013. - 45, [2] .: ., ..- :  <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185162">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185162</a></p> <p>[ ]: - / . . .  ; . . . - . - , [2011]. - :  <a href="http://courses.edu.nstu.ru/index.php?show=155&amp;curs=605">http://courses.edu.nstu.ru/index.php?show=155&amp;curs=605</a>.</p>			
4		1, 2, 3, 4	71 0
<p>3.4 :  140600 / . . . - ;[ . . . ].-  , 2013. - 16, [2] .: ., ..- :  : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000181930">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000181930</a></p> <p>" ;" / . . . - ;[ . . . ].-  , 2013. - 45, [2] .: ., ..- :  : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185162">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185162</a></p> <p>[ ]: - / . . .  ; . . . - . - , [2011]. - :  : <a href="http://courses.edu.nstu.ru/index.php?show=155&amp;curs=605">http://courses.edu.nstu.ru/index.php?show=155&amp;curs=605</a>.</p>			

**5.**

( . 5.1).  
5.1


**6.**

( ), - 15- ECTS.  
. 6.1.

6.1

<b>: 4</b>		
<i>Подготовка к занятиям:</i>	0	
<i>Лабораторная:</i>	10	20
<i>Практические занятия:</i>	10	20
<i>РГЗ:</i>	20	40

Зачет:	0	20
--------	---	----

6.2

6.2

.2	6.		+
	11.	+	
.5	5.	+	+

1

## 7.

1. Жуловян В. В. Основы электромеханического преобразования энергии : [учебник] / В. В. Жуловян. - Новосибирск, 2014. - 425, [1] с. : ил.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000214038](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214038)
2. Жуловян В. В. Основы электромеханического преобразования энергии : учебное пособие / В. В. Жуловян ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 278, [2] с. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2008/zhulovyan.pdf>. - Инновационная образовательная программа НГТУ «Высокие технологии».
3. Основы преобразования энергии в электротехнических системах : программа, задания и методические указания к изучению курса и выполнению курсовых работ студентами факультета мехатроники и автоматизации направления 140600 (Электротехника, электромеханика и электротехнологии) и специальности 220301-Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. В. Бирюков]. - Новосибирск, 2008. - 11, [1] с.. - Режим доступа: [http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/2008\\_3603.pdf](http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/2008_3603.pdf)
4. Евдокимов С. А. Структурный синтез многофазных вентильных преобразователей : [монография] / С. А. Евдокимов, Н. И. Щуров. - Новосибирск, 2010. - 422 с. : ил.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000139272](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000139272). - Парал. тит. л. англ..
5. Тесля Н. Б. Основы преобразования энергии в электротехнических системах [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Н. Б. Тесля ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: <http://courses.edu.nstu.ru/index.php?show=155&curs=283>. - Загл. с экрана.
6. Тюков В. А. Электромеханические системы : учебное пособие / В. А. Тюков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 179, [1] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2006/tyuk.rar>
7. Жуловян В. В. Электромеханическое преобразование энергии : [учебное пособие] / В. В. Жуловян. - Новосибирск, 2005. - 448 с. : ил.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000046877](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000046877)

1. Сили С. Электромеханическое преобразование энергии / С. Сили ; пер. с англ. Н. Ф. Ильинского. - М., 1968. - 375, [1] с. : ил., табл., схемы
2. Уайт Д. С. Электромеханическое преобразование энергии / Д. Уайт и Г. Вудсон ; пер. с англ. Н. Ф. Ильинского [ и др.]; под ред. С. В. Страхова. - М. ;, 1964. - 526, [2] с. : ил., табл.
3. Леви Э. Электромеханическое преобразование энергии / Э. Леви, М. Панцер ; пер. с англ. Ю. И. Чалисова, В. Ф. Мещерякова ; под ред. Э. А. Маеровича. - М., 1969. - 556 с. : ил.

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

## 8.

### 8.1

1. Жуловян В. В. Электромеханическое преобразование энергии [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. В. Жуловян ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: <http://courses.edu.nstu.ru/index.php?show=155&curs=605>. - Загл. с экрана.
2. Электромеханическое преобразование энергии : методические указания и варианты заданий к курсовым работам : методические указания к лабораторным работам для ФМА и ЗФ направления 140600 / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. В. Жуловян, Ю. Л. Марков, В. В. Гречкин ]. - Новосибирск, 2013. - 16, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000181930](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000181930)
3. Основы преобразования энергии : методические указания к проведению практических занятий для ФМА специальностей "Электрический транспорт", "Автоматизация технологических процессов и производств" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. И. Андреев, В. В. Бирюков ]. - Новосибирск, 2013. - 45, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000185162](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185162)
4. Производство и передача электрической энергии : методические указания и задания для самостоятельной работы 3 курса ФЭН направления 080100 дневной формы обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. М. Левин, Д. В. Кузьмина]. - Новосибирск, 2009. - 47, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2009/3758.pdf>
5. Теоретические основы нетрадиционной и возобновляемой энергетики (гидроэнергетика) : контрольные задания и методические указания к их выполнению для 4-5 курсов факультета энергетики по специальности 140202 (Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии) дневного и заочного отделений / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Ю. А. Секретарев, Т. В. Чекалина]. - Новосибирск, 2007. - 34, [1] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3311.rar>

### 8.2

- 1 Windows
- 2 Office

9. -

1		



**1. Обобщенная структура фонда оценочных средств модуля "Специальные электрические машины (модуль)" по материалам дисциплины**

Обобщенная структура фонда оценочных средств по модулю "Специальные электрические машины (модуль)" по материалам дисциплины Электромеханическое преобразование энергии 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.1 владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	з1. знать способы решения теоретических задач электротехники, методики проведения экспериментов	Несимметричные режимы работы электромеханических преобразователей энергии Силовая функция и функция Лагранжа как основной источник информации об электромеханическом преобразовании энергии. Электромагнитный момент, его определение		Зачет, вопросы 1÷5
ПК.1.В Способность самостоятельно разрабатывать математическое описание объекта исследования	з1. знать способы и методы построения математических моделей физических процессов и объектов исследования	Несимметричные режимы работы электромеханических преобразователей энергии Определение параметров характеризующих преобразователь		Зачет, вопросы 6÷10
ПК.1.В	у1. уметь разрабатывать математические модели объекта исследования	: Уравнения движения ЭМП Асинхронные машины Синхронные машины.		Зачет, вопросы 11÷14
УК.3 готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	у1. уметь пользоваться общенаучными и научно-образовательными методами познания для решения научных проблем	: Уравнения движения ЭМП		Зачет, вопросы 15÷18

**2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках модуля "Специальные электрические машины (модуль)" по материалам дисциплины.**

Промежуточная аттестация по модулю "Специальные электрические машины (модуль)" по материалам дисциплины проводится в 4 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.1, ПК.1.В, УК.3.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе модуля "Специальные электрические машины (модуль)" по материалам дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.1, ПК.1.В, УК.3, 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 «Основы преобразования энергии в электротехнических системах», 4  
семестр

### 1. Методика оценки

Зачет проводится в форме теста в система dispace. Индивидуальный тест содержит 10 вопросов, включая задачу. Вопросы и задача выбираются случайным образом из списка, приведенного в п.4.

### Пример теста для зачета

Вопрос № 1 Уравнение баланса видов энергии (электрической, магнитного поля и механической) записанное в виде

$$\Delta W_{эл} = \Delta W_{м} + \Delta W_{мх}$$

соответствует:

- Двигательному режиму работы
- **Генераторному режиму работы**
- Как двигательному, так и генераторному режиму работы

Вопрос № 2 Электрическая система **нелинейного** электромеханического преобразователя характеризуется:

- Индуктивностью -  $L$
- **Потокоцеплением  $-\Psi(i)$**
- **Активным сопротивлением  $-r$**

Вопрос №3 Какие соотношения соответствуют закону электромагнитной индукции?

- $\oint_l \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{d\Psi}{dt}$

- $\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$

- $\oint_L \vec{H} \cdot d\vec{l} = \sum_{k=1}^n I_k$

- $e(t) = -\frac{d\Psi}{dt}$

$$\Phi = \int_S \vec{B} \cdot d\vec{S}$$

Вопрос № 4 В проводящем контуре наводится ЭДС если:

- **Контур движется в магнитном поле**
- Контур находится в магнитном поле
- Контур замкнут
- Контур разомкнут
- **Контур находится в переменном магнитном поле**

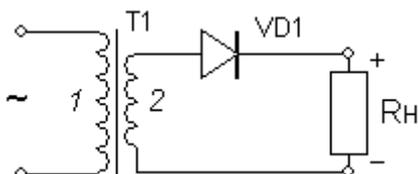
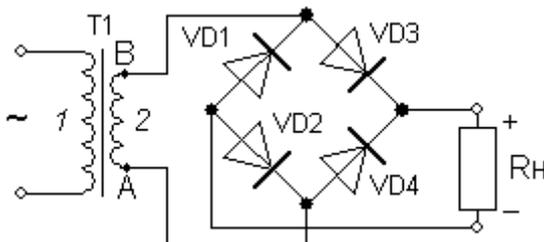
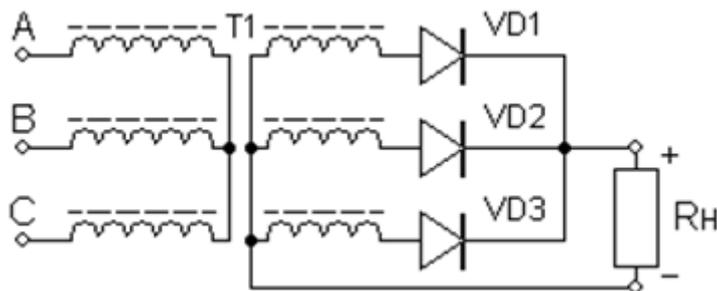
Вопрос № 5 Консервативной системе соответствует форма записи уравнения Лагранжа:

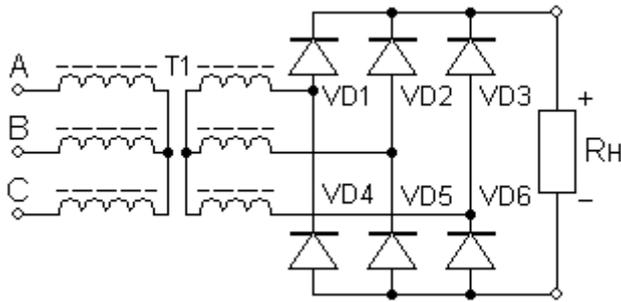
- $\frac{\partial L}{\partial q_i} - \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial F}{\partial \dot{q}_i} + Q_i = 0$
- $\frac{\partial L}{\partial q_i} - \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} \right) + Q_i = 0$
- $\frac{\partial L}{\partial q_i} - \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} \right) = 0$

Вопрос № 6 Какова величина коэнергии магнитного поля индуктивности, если энергия ее магнитного поля равна 0.4Дж, потокосцепление индуктивности 1Вб, а ток в индуктивности 1А

Ответ:

Вопрос № 7 Отметьте схемы двухполупериодных выпрямителей





•

...

## 2. Критерии оценки

- Ответ на тест для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент набрал менее 20 баллов.
- Ответ на тест для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент набрал 21-27 баллов.
- Ответ на тест для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент набрал 28-34 баллов.
- Ответ на тест для зачета билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент набрал 35-40 баллов.

## 3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям теста оставляет не менее 20 баллов (из 40 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 «Основы преобразования энергии в электротехнических системах»

1. Понятие электромеханического преобразователя.
2. Устройство электрических машин: асинхронных, синхронных, постоянного тока.
3. Элементы конструкции ЭМП и их назначение.
4. Назначение и материал магнитопроводов. Цель шихтовки магнитпроводов.
5. Виды потерь энергии в магнитопроводах электромеханических преобразователей (ЭМП).
6. Взаимодействие механической системы электромеханического преобразователя с магнитным полем.
7. Параметры, характеризующие механическую систему ЭМП.
8. Взаимодействие с электромагнитным полем электрической системы индуктивного и емкостного ЭМП.

9. Баланс энергии электромеханического преобразователя.
10. Электромагнитное поле преобразователя: где сосредоточена основная энергия поля, взаимодействие с электрической и магнитной системами.
11. Характеристики магнитной системы линейного и нелинейного ЭМП.
12. Закон полного тока: математическая запись, формулировка, применение.
13. Закон электромагнитной индукции: математическая запись, формулировка, применение.
14. Принцип непрерывности магнитного потока.
15. Единицы измерения электрических и магнитных величин.
16. Потокосцепление обмоток.
17. Количество теплоты, выделяемое в проводнике.
18. Работа сил Ампера при перемещении контура в поле.
19. Уравнение Лагранжа – форма записи для различных систем.
20. Законы Ньютона – формулировка.
21. Силовые и инерционные характеристики тел при разных видах движения (поступательном, вращательном).
22. Энергия и коэнергия магнитного поля катушки индуктивности (с сердечником и без ферромагнитного сердечника).
23. Цель применения входных и выходных фильтров в ПЧ.
24. Схемы одно и двухполупериодных выпрямителей.
25. Элементная база выпрямителей.
26. Разновидности и свойства преобразователей частоты.
27. Достоинства и недостатки статических и электромашинных преобразователей частоты.
28. Воздействие преобразователей частоты на нагрузку и питающую сеть.
29. Влияние выпрямителей на питающую сеть.
30. Понятие инвертора. Условия выполнения резистивного нагрева.
31. Понятие резистивного нагрева.
32. Понятие электродугового нагрева.
33. Понятие индукционный нагрев, индукторы.
34. Индукционные и кондукционные электромагнитные насосы.
35. Магнитоимпульсная электротехнология.
36. Области применения электротехнологий.
37. Задачи:
  - 37.1. Коэнергия катушки индуктивности.
  - 37.2. ЭДС в контуре при изменении потокосцепления.
  - 37.3. Сила, действующая на проводник с током в магнитном поле.

- 37.4. Энергия магнитного поля катушки с током.
- 37.5. Поток через контур, находящийся в поле.
- 37.6. Потокосцепление катушки с током.
- 37.7. Зависимость сопротивления проводника от температуры.

## **Паспорт расчетно-графического задания (работы)**

по дисциплине «Электромеханические преобразователи энергии», 4 семестр

### **1. Методика оценки**

Расчетно-графическое задание выполняется в соответствии с методическими указаниями и вариантами заданий, представленными в книге: «Электромеханическое преобразование энергии» В.В. Жуловян, Ю.Л. Марков, В.В. Гречкин. Новосибирск, 2013.

### **2. Критерии оценки**

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ(Р), отсутствует анализ объекта расчета, проведенный расчет не соответствуют современным требованиям, оценка составляет 0÷49 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ(Р) выполнены формально: анализ объекта расчета выполнен частично, проведенный расчет корректен, но не соответствуют современным требованиям, оценка составляет 50÷72 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если расчет объекта выполнен в полном объеме и соответствует современным требованиям, возможны незначительные ошибки, которые студент может исправить самостоятельно, оценка составляет 73÷86 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если расчет выполнен в полном объеме и не содержит ошибок, примененные методы расчета и анализа соответствуют современным требованиям, оценка составляет 87÷100 баллов.

### **3. Шкала оценки**

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

### **4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)**

Перечень тем и вариантов РГЗ представлен в книге: «Электромеханическое преобразование энергии» В.В. Жуловян, Ю.Л. Марков, В.В. Гречкин. Новосибирск, 2013.