



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»**



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по науке и инновациям

В.Н. Коротаев

» 2017г.

**Рабочая программа дисциплины  
«Переходные процессы электромеханических преобразователей энергии»**

Направление подготовки	13.06.01 Электро- и теплотехника
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Электромеханические преобразователи энергии
Научная специальность	05.09.01 Электромеханика и электрические аппараты
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Выпускающая кафедра	Электротехника и электромеханика (ЭТиЭМ)

Форма обучения	Очная
Курс: 2	Семестр (ы): 3
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	3 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	108 ч
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен: -	Зачёт: 3

Пермь 2017 г.

Рабочая программа дисциплины «Переходные процессы электромеханических преобразователей энергии» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 878 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 13.06.01 – Электро- и теплотехника;
- Общая характеристика образовательной программы;
- Паспорт научной специальности 05.09.01 – Электромеханика и электрические аппараты, разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. №59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);

Рабочая программа дисциплины заслушана и утверждена на заседании кафедры ЭТиЭМ

Протокол от «25» 05 2017 г. № 22.

Зав. кафедрой к.т.н.  
(учёная степень, звание)

  
(подпись)

Габанов Е.А.  
(Фамилия И.О.)

Разработчик программы д.т.н., проф.  
(учёная степень, звание)

  
(подпись)

Шуцаев Н.В.  
(Фамилия И.О.)

Руководитель программы д.т.н., проф.  
(учёная степень, звание)

  
(подпись)

Шуцаев Н.В.  
(Фамилия И.О.)

Согласовано:

Начальник УПКВК

  
(подпись)

Л.А. Свисткова

## 1. Общие положения

**1.1 Цель учебной дисциплины** – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области разработки электрических цепей и элементов схем электроники и электрооборудования и исследования переходных процессов электромеханических преобразователей энергии.

В процессе изучения данной дисциплины аспирант формирует следующие **компетенции**:

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3);
- способность использовать существующие и разрабатывать новые методы и модели при анализе вариантов и поиске компромиссных решений для модернизации серийных и проектирования новых технологий и объектов профессиональной деятельности (ПК-2).

### 1.2 Задачи учебной дисциплины:

#### **• формирование знаний**

- основные положения теории и практики расчета однофазных и трехфазных электрических цепей, устройств и принципов работы электрических машин и электрооборудования; основных базовых элементов электроники, типовых схемных решений, и основных направлений развития этих систем;

#### **• формирование умений**

- выбирать типовые схемные решения систем электрооборудования, применяемых при проведении работ в полевых условиях, на предприятиях и в лабораториях;

#### **• формирование навыков**

- расчета электрических цепей и элементов схем электроники и электрооборудования на предприятиях и в лабораториях.

### 1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- электрические цепи постоянного, однофазного и трехфазного синусоидального тока; законы электрических цепей;
- методы расчета электрических цепей и анализ происходящих в них процессов;
- устройство и принципы работы электрических машин и электрооборудования;
- основы электроники и электрических измерений;
- типовые схемы электрооборудования на предприятиях и в лабораториях;
- основы методы расчета элементов схем электрооборудования на предприятиях и в лабораториях.

### 1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.ДВ.01.3 «Переходные процессы электромеханических преобразователей энергии» является дисциплиной по выбору вариативной части цикла базового учебного плана.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины аспирант должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и демонстрировать следующие результаты:

### Знать:

- основные положения теории переходных процессов синхронных электрических машин;
- влияние конструктивных и электромагнитных параметров на переходные процессы;
- допущения, принимаемые при исследовании переходных процессов синхронной машины;
- физические законы, положенные в основу исследования переходных процессов.

### Уметь:

- разрабатывать математические модели различных электромеханических преобразователей энергии для исследования переходных процессов;
- исследовать переходные процессы при двухфазных коротких замыканиях;
- исследовать переходные процессы при трёхфазных коротких замыканиях;
- давать оценку влияния конструктивных и электромагнитных параметров на переходные процессы синхронных машин.

### Владеть:

- компьютерными технологиями при исследовании переходных процессов;
- современными методами исследования переходных процессов синхронных машин;
- навыками анализа при исследовании переходных процессов;
- способностью делать допущения в математических моделях переходных процессов, которые не оказывают существенного влияния на работу синхронной машины.

### 2.1 Дисциплинарная карта компетенции УК-1

<b>Код</b> УК-1	<b>Формулировка компетенции</b> способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
--------------------	--

<b>Код</b> УК-1 Б1.ДВ.01.3	<b>Формулировка дисциплинарной части компетенции</b> способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач в области переходных процессов электромеханических преобразователей энергии
----------------------------------	---

### Требования к компонентному составу части компетенций

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<b>Знать:</b> основные положения теории переходных процессов синхронных электрических машин	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>
<b>Уметь:</b> разрабатывать математические модели различных электромеханических преобразователей энергии для исследования переходных процессов	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>
<b>Владеть:</b> компьютерными технологиями при исследовании переходных процессов	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>

### 2.2 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-1

Код ОПК-1	Формулировка компетенции
	владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности

Код ОПК-1 Б1.ДВ.01.3	Формулировка дисциплинарной части компетенции
	владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области переходных процессов электромеханических преобразователей энергии

### Требования к компонентному составу части компетенций

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<b>Знать:</b> влияние конструктивных и электромагнитных параметров на переходные процессы	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>
<b>Уметь:</b> исследовать переходные процессы при двухфазных коротких замыканиях	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>
<b>Владеть:</b> современными методами исследования переходных процессов синхронных машин	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>

### 2.3 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-3

Код ОПК-3	Формулировка компетенции
	способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности

<b>Код</b> ОПК-3 Б1.ДВ.01.3	<b>Формулировка дисциплинарной части компетенции</b> способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области переходных процессов электромеханических преобразователей энергии
-----------------------------------	---

#### Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<b>Знать:</b> допущения, принимаемые при исследовании переходных процессов синхронной машины	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>
<b>Уметь:</b> исследовать переходные процессы при трёхфазных коротких замыканиях	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>
<b>Владеть:</b> навыками анализа при исследовании переходных процессов	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>

#### 2.4 Дисциплинарная карта компетенции ПК-2

<b>Код</b> ПК-2	<b>Формулировка компетенции</b> способность использовать существующие и разрабатывать новые методы и модели при анализе вариантов и поиске компромиссных решений для модернизации серийных и проектирования новых технологий и объектов профессиональной деятельности
--------------------	--

<b>Код</b> ПК-2 Б1.ДВ.01.3	<b>Формулировка дисциплинарной части компетенции</b> способность использовать существующие и разрабатывать новые методы и модели при анализе вариантов и поиске компромиссных решений в области переходных процессов электромеханических преобразователей энергии
----------------------------------	--

#### Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<b>Знать:</b> физические законы, положенные в основу исследования переходных процессов	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>
<b>Уметь:</b> давать оценку влияния конструктивных и электромагнитных параметров на переходные процессы синхронных машин	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>
<b>Владеть:</b> способностью делать допущения в математических моделях переходных процессов, которые не оказывают существенного влияния на работу синхронной машины	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>

**3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы**  
 Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 ЗЕ (1 ЗЕ = 36 час.).

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоёмкость, ч	
		3 семестр	
1	Аудиторная работа	36	
	В том числе:		
	Лекции (Л)	-	
	Практические занятия (ПЗ)	32	
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	
	Самостоятельная работа (СР)	72	
	Итоговая аттестация по дисциплине: Кандидатский экзамен	-	
	Форма итогового контроля:	Зачет	

**4. Содержание учебной дисциплины**

**4.1 Модульный тематический план**

Таблица 2

Тематический план по модулям учебной дисциплины (4,5 семестр)

Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий					Трудоёмкость, ч / ЗЕ	
		аудиторная работа			КСР	Итоговый контроль		Самостоятельная работа
		всего	Л	ПЗ				
1	1	11		10	1		24	35/1
	2	11		10	1		24	35/1
	3	14		12	2		24	38/1
<b>Всего по разделу:</b>		<b>36</b>		<b>32</b>	<b>4</b>		<b>72</b>	<b>108/3</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>						-		
<b>Итого:</b>		<b>36</b>	-	<b>32</b>	<b>4</b>	-	<b>72</b>	<b>108/3</b>

**4.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины**

**4.2.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины (4 семестр)**

Раздел 1. Переходные процессы в трансформаторах  
 (ПЗ – 32, СР – 72)

Тема 1. Виды переходных процессов в трансформаторах и электрических машинах. Обыкновенные дифференциальные уравнения для их математического описания. Дифференциальные уравнения трансформатора и их связь с комплексными уравнениями установившихся режимов. Физический смысл параметров в дифференциальных уравнениях. Переходный процесс включения в сеть ненагруженного трансформатора, влияние насыщения. Внезапное короткое замыкание вторичной обмотки, ударный ток. Волновые переходные процессы и перенапряжения в трансформаторах.

Тема 2. Обобщенная электрическая машина. Электромагнитный момент и уравнение движения. История создания обобщенной теории электрических машин. Методы анализа переходных процессов в электрических машинах. Допущения. Пространственные векторы

переменных в различных системах координат. Изменение частоты. Преобразование многофазных обмоток в эквивалентные двухфазные. Этапы и инварианты преобразования. Формулы обратного преобразования переменных. Матричные преобразования. Дифференциальные уравнения эквивалентной двухфазной машины в фазовых координатах. Физический смысл параметров. Переход к ортогональным координатам по методу двух реакций. Дифференциальные уравнения обобщенной машины в различных формах записи. Электромагнитный момент в обобщенной теории электрических машин. Формулы электромагнитного момента. Виды нагрузок электроприводов и особенности их математического моделирования. Дифференциальные уравнения баланса моментов (движения ротора) для генератора и электродвигателя.

Тема 3. Дифференциальные уравнения Парка-Горева для синхронных машин. Система относительных единиц. Дифференциальные уравнения Парка-Горева для синхронных машин. Электромагнитный момент синхронной явнополюсной машины. Статическая и динамическая устойчивость синхронной машины. Удельная синхронизирующая мощность и момент. Качания ротора синхронной машины. Моменты, действующие на ротор. Роль демпферной (успокоительной) обмотки. Переходный процесс при внезапном трехфазном коротком замыкании синхронного генератора. Переходные и сверхпереходные индуктивные сопротивления обмотки якоря. Электродинамические силы при коротком замыкании.

#### 4.3. Перечень тем лабораторных работ

При изучении данной дисциплины лабораторные работы не предусмотрены.

#### 4.4. Перечень тем практических занятий

Таблица 3

Темы практических занятий (из пункта 4.2.1)

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Переходный процесс включения в сеть ненагруженного трансформатора, влияние насыщения.  Внезапное короткое замыкание вторичной обмотки, ударный ток. Волновые переходные процессы и перенапряжения в трансформаторах	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	2	Методы анализа переходных процессов в электрических машинах. Допущения  Пространственные векторы переменных в различных системах координат. Изменение частоты  Электромагнитный момент в	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

		обобщенной теории электрических машин. Формулы электромагнитного момента		
3	3	Статическая и динамическая устойчивость синхронной машины. Удельная синхронизирующая мощность и момент  Переходный процесс при внезапном трехфазном коротком замыкании синхронного генератора	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

#### 4.5. Перечень тем семинарских занятий

При изучении данной дисциплины семинарские занятия не предусмотрены.

#### 4.6. Содержание самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении творческих заданий.

Таблица 4

Темы самостоятельных заданий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Дифференциальные уравнения трансформатора и их связь с комплексными уравнениями установившихся режимов  Физический смысл параметров в дифференциальных уравнениях	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	2	Формулы обратного преобразования переменных. Матричные преобразования. Дифференциальные уравнения эквивалентной двухфазной машины в фазовых координатах. Физический смысл параметров  Виды нагрузок электроприводов и особенности их математического моделирования.  Дифференциальные уравнения	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины

		баланса моментов (движения ротора) для генератора и электродвигателя		
3	3	Переходные и сверхпереходные индуктивные сопротивления обмотки якоря.  Электродинамические силы при коротком замыкании.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины

### **5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины**

При изучении дисциплины «Переходные процессы электромеханических преобразователей энергии» аспирантам целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически;
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела;
3. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов;
4. К выполнению практических заданий приступать после самостоятельной работы по изучению теоретических вопросов.

### **6. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций**

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной профессиональной образовательной программы.

Проведение практических занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором аспиранты взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность аспирантов в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности аспирантов на достижение целей занятия.

### **7. Фонд оценочных средств**

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля по дисциплине «Переходные процессы электромеханических преобразователей энергии» представлен в виде приложения к рабочей программе дисциплины.

## 8. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 8.1. Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

<p>Б1.ДВ.01.3 «Переходные процессы электрохимических преобразователей энергии»</p>	<p><b>БЛОК 1</b></p>							
<p><i>(индекс и полное название дисциплины)</i></p>	<p><i>(цикл дисциплины/блок)</i></p>							
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">базовая часть цикла</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">обязательная</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">x</td> <td style="text-align: center;">x</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">вариативная часть цикла</td> <td style="text-align: center;">по выбору аспиранта</td> </tr> </table>	базовая часть цикла	обязательная	x	x	вариативная часть цикла	по выбору аспиранта	
базовая часть цикла	обязательная							
x	x							
вариативная часть цикла	по выбору аспиранта							
<p><b>13.06.01/ 05.09.01</b></p>	<p><b>Электро- и теплотехника/ Электрохимические преобразователи энергии</b></p>							
<p><i>код направления / шифр научной специальности</i></p>	<p><i>(полные наименования направления подготовки / направленности программы)</i></p>							
<p>2017</p>	<p>Семестр: 3</p>							
<p><i>(год утверждения учебного плана)</i></p>	<p>Количество аспирантов: <u>1</u></p>							

Факультет: *Электротехнический факультет (ЭТФ)*

Кафедра: *Электротехника и электромеханика (ЭТиЭМ)*

тел. 8(342)219-80-57; [shulakov@pstu.ru](mailto:shulakov@pstu.ru)  
(контактная информация)

### 8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

№	<p><b>Библиографическое описание</b> <i>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)</i></p>	<p><b>Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий</b></p>
1	2	3
<p><b>1 Основная литература</b></p>		
1	<p>Кононенко Е.В., Сипайлов Г.А., Хорьков К.А. Электрические машины (специальный курс): учебное пособие. – М.: Высшая школа, 1987.</p>	12
2	<p>Копылов И.П. Математическое моделирование электрических машин: учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1994.</p>	16

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
3	Иванов-Смоленский А.В. Электрические машины: В 2-х томах. Учебник для вузов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2006.	т. 1 – 15 т. 2 – 15
<b>2 Дополнительная литература</b>		
<b>2.1 Учебные и научные издания</b>		
1	Сипайлов Г.А., Лоос А.В. Математическое моделирование электрических машин. – М.: Высшая школа, 1980.	3
<b>2.2 Периодические издания</b>		
1	«ЭЛЕКТРО»	
2	«Электротехника»	
<b>2.3 Нормативно-технические издания</b>		
1	Не используются	
<b>2.4 Официальные издания</b>		
1	Не используются	

### 8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

#### 8.3.1. Лицензионные ресурсы<sup>1</sup>

1. Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, Науч. б-ка. – Пермь, 2016. – Режим доступа: <http://elib.pstu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

2. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн., журн. по гуманитар., обществ., естеств. и техн. наукам] / Электрон.-библ. система «Изд-ва «Лань». – Санкт-Петербург, 2010-2016. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

3. ProQuest Dissertations & Theses Global [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : дис. и дипломные работы на ин. яз. по всем отраслям знания] / ProQuest LLC. – Ann Arbor, 2016. – Режим доступа: <http://search.proquest.com/pqdtglobal/dissertations>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

4. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / Электрон. б-ка дис. – Москва, 2003-2016. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>, компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

<sup>1</sup> собственные или предоставляемые ПНИПУ по договору

5. *Cambridge Journals [Electronic resource : полнотекстовая база данных : электрон. журн. по гуманит., естеств., и техн. наукам на англ. яз.] / University of Cambridge. – Cambridge : Cambridge University Press, 1770-2012. – Режим доступа: <http://journals.cambridge.org/>. – Загл. с экрана. 11.*

### 8.3.1.1. Информационные справочные системы

Не используются.

### 8.3.2. Открытые интернет-ресурсы

Не используются.

## 8.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Per. номер лицензии	Назначение программного продукта
1	Практическое	Mathcad 14 University Classroom	SE14RYMMEV 0002-FLEX	Расчёт электромагнитных и конструктивных параметров
2	Практическое	Windows XP Professional	42615552	Операционная система
3	Практическое	Microsoft Office 2007 Suites	42661567	Работа с документами
4	Практическое	MATLAB 7,9 Classroom	568405	Моделирование электрических схем
5	Практическое	Simulink 7,4 Classroom	568405	Моделирование электрических схем
6	Практическое	Winrar 3.71	#879261.14936 74	Архивирование документов
7	Практическое	Total Commander 7	110000	Менеджер документов
8	Практическое	Adobe Acrobat 9.0 Pro Edu	21134490	Работа с pdf-файлами

## 9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

### 9.1. Специальные помещения и помещения для самостоятельной работы

Таблица 7

№ п.п.	Помещения			Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Лаборатория электрических цепей и электрических машин	ЭТиЭМ	355, гл.к.	63	30

2	Лаборатория электроники	ЭТиЭМ	347, гл.к.	50	30
3	Лекционная аудитория	ЭТиЭМ	347, гл.к.	50	30

## 9.2. Основное учебное оборудование

Таблица 8

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката, лабораторное оборудование)	Кол-во ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Экран Project Slim Screen	1	Оперативное управление	355
2	Проектор Epson Multi Media Projector EB-X11	1	Оперативное управление	355
3	Осциллограф С1-93	5	Оперативное управление	355
4	Лабораторный трансформатор (ЛАТР) трехфазный Энергия TSGC2-3	3	Оперативное управление	355
5	Лабораторный стенд «Основы электрических цепей, электрических машин и электропривода»	2	Оперативное управление	355
6	Лабораторный стенд «Электрические цепи, электрические машины и электропривод» с компьютерным управлением	3	Оперативное управление	355
7	Стенд лабораторный учебный по теории электрических цепей и электромагнитного поля	6	Оперативное управление	347
8	Компьютер в комплекте (LGA775)	3	Оперативное управление	347
9	Проектор EpsonEMP-X5.2200 ANSIXGA	1	Оперативное управление	347
10	Вольтметр И7-16	3	Оперативное управление	347
11	Генератор Г3-102	2	Оперативное управление	347

12	Осциллограф С1-131М	5	Оперативное управление	347
13	Генератор сигналов ГЗ-131М	4	Оперативное управление	347

**Лист регистрации изменений**

<b>№ п.п.</b>	<b>Содержание изменения</b>	<b>Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой</b>
1	2	3
1		
2		
3		
4		

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет» (ПНИПУ)



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям

В.Н. Коротаев

» 2017г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**для проведения промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине**  
«Переходные процессы электромеханических преобразователей энергии»

Направление подготовки	13.06.01 Электро- и теплотехника
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Электромеханические преобразователи энергии
Научная специальность	05.09.01 Электромеханика и электрические аппараты
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Выпускающая кафедра	Электротехника и электромеханика (ЭТиЭМ)

Форма обучения	Очная
Курс: 2	Семестр (ы): 3
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	3 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	108 ч
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен: -	Зачёт: 3

Пермь 2017 г.

**Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Переходные процессы электромеханических преобразователей энергии»** разработан на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 878 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 13.06.01 Электро- и теплотехника.
- Общая характеристика программы аспирантуры;
- Паспорт научной специальности 05.09.01 Электромеханика и электрические аппараты, разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. №59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);

ФОС заслушан и утвержден на заседании кафедры ЭТиЭМ

Протокол от «25» 05 2017 г. № 22.

Зав. кафедрой к.т.н.  
(учёная степень, звание)



(подпись)

Чабанов Е.А.  
(Фамилия И.О.)

Руководитель программы д.т.н. проф.  
(учёная степень, звание)



(подпись)

Шуляков И.В.  
(Фамилия И.О.)

Согласовано:

Начальник управления  
подготовки кадров  
высшей квалификации



(подпись)

Л.А. Свисткова

# 1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

## 1.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Согласно основной профессиональной образовательной программе аспирантуры учебная дисциплина Б1.ДВ.01.3 «Переходные процессы электромеханических преобразователей энергии» участвует в формировании следующих дисциплинарных частей компетенций:

**УК-1.** Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач в области переходных процессов электромеханических преобразователей энергии.

**ОПК-1.** Владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области переходных процессов электромеханических преобразователей энергии.

**ОПК-3.** Способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области переходных процессов электромеханических преобразователей энергии.

**ПК-2.** Способность использовать существующие и разрабатывать новые методы и модели при анализе вариантов и поиске компромиссных решений в области переходных процессов электромеханических преобразователей энергии.

## 1.2 Этапы формирования компетенций

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра. В 3 семестре предусмотрены аудиторские практические занятия, а также самостоятельная работа аспирантов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в дисциплинарных картах компетенций в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения и являются показателями достижения заданного уровня освоения компетенций (табл. 1).

Таблица 1

Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Вид контроля			
	3 семестр			
	Текущий	Зачёт		
<b>Усвоенные знания</b>				
<b>3.1</b> знать основные положения теории переходных процессов синхронных электрических машин	С	ТВ		
<b>3.2</b> знать влияние конструктивных и электромагнитных параметров на переходные процессы	С	ТВ		
<b>3.3</b> знать допущения, принимаемые при исследовании переходных процессов синхронной машины	С	ТВ		
<b>3.4</b> знать физические законы, положенные в основу исследования переходных процессов	С	ТВ		
<b>Освоенные умения</b>				
<b>У.1</b> уметь разрабатывать математические модели различных электромеханических преобразователей энергии для исследования переходных	ОТЗ	ПЗ		

процессов				
<b>У.2</b> уметь исследовать переходные процессы при двухфазных коротких замыканиях	ОТЗ	ПЗ		
<b>У.3</b> уметь исследовать переходные процессы при трёхфазных коротких замыканиях	ОТЗ	ПЗ		
<b>У.4</b> уметь давать оценку влияния конструктивных и электромагнитных параметров на переходные процессы синхронных машин	ОТЗ	ПЗ		
<b>Приобретенные владения</b>				
<b>В.1</b> владеть компьютерными технологиями при исследовании переходных процессов	ОТЗ	ПЗ		
<b>В.2</b> владеть современными методами исследования переходных процессов синхронных машин	ОТЗ	ПЗ		
<b>В.3</b> владеть навыками анализа при исследовании переходных процессов	ОТЗ	ПЗ		
<b>В.4</b> владеть способностью делать допущения в математических моделях переходных процессов, которые не оказывают существенного влияния на работу синхронной машины	ОТЗ	ПЗ		

*С – собеседование по теме; ТВ – теоретический вопрос; ТЗ – творческое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности; ОТЗ – отчет по творческому заданию; ПЗ – практическое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности.*

*Собеседование – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с аспирантом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.*

*Творческое задание - частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.*

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных частей компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде зачета (3 семестр), проводимого с учетом результатов текущего контроля.

## **2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.**

В процессе формирования заявленных компетенций используются различные формы оценочных средств текущего и промежуточного контроля.

Компоненты дисциплинарных компетенций, указанные в дисциплинарных картах компетенций в рабочей программе дисциплины, выступают в качестве контролируемых результатов обучения в рамках освоения учебного материала дисциплины: знать, уметь, владеть.

### **2.1 Текущий контроль**

Текущий контроль для комплексного оценивания показателей знаний, умений и владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1) проводится в форме собеседования и защиты отчета о творческом задании.

- **Собеседование**

Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии и показатели оценивания собеседования отображены в шкале, приведенной в табл. 2.

Таблица 2

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
Зачтено	Аспирант достаточно свободно использует фактический материал по заданному вопросу, умеет определять причинно-следственные связи событий, логично и грамотно, с использованием профессиональной терминологии обосновывает свою точку зрения.
Незачтено	Аспирант демонстрирует полное незнание материала или наличие бессистемных, отрывочных знаний, связанных с поставленным перед ним вопросом, при этом не ориентируется в профессиональной терминологии.

- **Защита отчета о творческом задании**

Для оценки **умений и владений** аспирантов используется творческое задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Творческие задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии оценивания защиты отчета творческого задания отображены в шкале, приведенной в табл. 3.

Таблица 3

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
Зачтено	Аспирант выполнил творческое задание успешно, показав в целом систематическое или сопровождающееся отдельными ошибками <b>применение</b> полученных знаний и <b>умений</b> , аспирант ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Аспирант может объяснить полностью или частично полученные результаты.
Незачтено	Аспирант допустил много ошибок или не выполнил творческое задание.

## 2.2 Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде зачета (3 семестр) по дисциплине, в устно-письменной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки знаний и практическое задание (ПЗ) для проверки умений и владений заявленных дисциплинарных частей компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций. Пример билета представлен в приложении 1.

- **Шкалы оценивания результатов обучения при зачете:**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по шкале оценивания «зачтено», «незачтено» путем выборочного контроля во

время зачета.

Типовые шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в табл. 4.

Таблица 4

Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на **зачете**

Оценка	Критерии оценивания
<i>Зачтено</i>	Аспирант продемонстрировал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал сформированные или содержащие отдельные пробелы <b>знания</b> в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно. Аспирант выполнил контрольное задание билета правильно или с небольшими неточностями. Показал успешное или сопровождающееся отдельными ошибками применение <b>навыков</b> полученных знаний и <b>умений</b> при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.
<i>Незачтено</i>	При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные <b>знания</b> при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов. При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично усвоенное <b>умение</b> и <b>применение</b> полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.

При оценке уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций в рамках выборочного контроля при сдаче зачета считается, что полученная оценка проверяемой в билете дисциплинарной части компетенции обобщается на все дисциплинарные части компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных частей компетенций проводится с учетом результатов текущего контроля в виде интегральной оценки по системе оценивания «зачтено» и «незачтено».

Таблица 5

Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций на зачете

Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций	Критерии оценивания компетенции
<i>Зачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «зачтено»
<i>Незачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «незачтено»

### 3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;

2. степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений.
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

Задания для оценивания когнитивных умений (знаний) должны предусматривать необходимость проведения аспирантом интеллектуальных действий:

- по дифференциации информации на взаимозависимые части, выявлению взаимосвязей между ними и т.п.;
- по интерпретации и творческому усвоению информации из разных источников, ее системного структурирования;
- по комплексному использованию интеллектуальных инструментов учебной дисциплины для решения учебных и практических проблем.

При составлении заданий необходимо иметь в виду, что они должны носить практико-ориентированный комплексный характер и формировать закрепление осваиваемых компетенций.

#### **4. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

##### **4.1 Типовые творческие задания:**

1. Произвести выбор типовых схемных решений систем электрооборудования;
2. Выполнить расчёт электрических цепей и элементов схем электроники и электрооборудования.

##### **4.2 Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на зачете по дисциплине:**

1. Дифференциальные уравнения в осях  $d$  и  $q$ ;
2. Электромагнитный момент синхронной машины.

##### **4.3 Типовые контрольные задания для оценивания приобретенных умений и владений на зачете по дисциплине:**

1. Расчёт одно- и трёхфазных электрических цепей;
2. Объяснить физический смысл переходного процесса электромеханических преобразователей энергии.



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**ФГБОУ ВО «Пермский национальный**  
**исследовательский политехнический**  
**университет» (ПНИПУ)**

**Направление**  
**13.06.01** Электро- и теплотехника  
**Программа**  
Электромеханические преобразователи  
энергии  
**Кафедра**  
Электротехника и электромеханика

**Дисциплина**  
«Переходные процессы электромеханических  
преобразователей энергии»

**БИЛЕТ № 1**

1. Переходный процесс включения в сеть ненагруженного трансформатора (*контроль знаний*)
2. Выбрать систему дифференциальных уравнений для исследования переходных процессов в явнополюсных синхронных машинах и объяснить выбор (*контроль умений*)
3. Объяснить физический смысл использования метода двух реакций в явнополюсных синхронных машинах (*контроль умений и владений*)

Составитель \_\_\_\_\_  
(подпись)

Шулаков Н.В.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)

Кавалеров Б.В.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201 \_\_\_\_ г.

### Лист регистрации изменений

<b>№ п.п.</b>	<b>Содержание изменения</b>	<b>Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой</b>
1	2	3
1		
2		
3		
4		