



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
«Электромеханика и электрические аппараты»**

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: 2,3

Семестры: 4,5

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:

4 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану:

144 ч

Виды контроля с указанием семестра:

Экзамен: 5

Зачёт: 4

Пермь 2017 г.

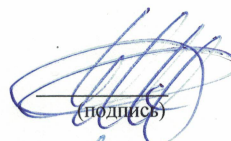
Рабочая программа дисциплины «Электромеханика и электрические аппараты» разработана на основании следующих нормативных документов:

- 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);
- Программа кандидатского минимума и паспорт научной специальности 05.09.01 Электромеханика и электрические аппараты.

Рабочая программа дисциплины заслушана и утверждена на заседании кафедры ЭТиЭМ

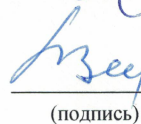
Протокол от «25» 05 2017 г. № 22.

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


(подпись)

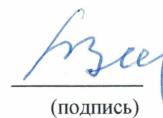
Табанов С.А.
(Фамилия И.О.)

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


(подпись)

Шуляков И.В.
(Фамилия И.О.)

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


(подпись)

Шуляков И.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 электромеханики, проектирования электромеханических преобразователей энергии нового поколения с использованием современных компьютерных технологий.

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);
- готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- 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 планировать и ставить задачи исследования, проводить поиск информации и экспертизу предлагаемых решений для разработки новых технологий и объектов профессиональной деятельности (ПК-1).

1.2 Задачи учебной дисциплины:

• **формирование знаний**

- углублённое изучение физических процессов в электромеханических преобразователях энергии и их математического описания;

• **формирование умений**

- формирование умения разрабатывать и проектировать высокоэффективные электромеханические преобразователи энергии различных конструкций;

• **формирование навыков**

- формирование навыков подготовки и проведения математических экспериментов с применением современных компьютерных технологий.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- Физические процессы в электромеханических преобразователях энергии;
- Математические модели высокоэффективных электромеханических преобразователей энергии.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.01 «Электромеханика и электрические аппараты» является обязательной дисциплиной вариативной части цикла базового учебного плана.

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности 05.09.01 - Электромеханика и электрические аппараты и выполнении научно-квалификационной работы (диссертации).

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:

- Физические процессы в электромеханических преобразователях энергии и их математическое описание;
- Электромагнитные и электромеханические переходные процессы в электрических машинах;
- Несимметричные режимы работы электромеханических преобразователей энергии;
- Влияние конструкции на параметры и характеристики электромеханических преобразователей энергии;
- Безотходные технологии производства электромеханических преобразователей энергии.

Уметь:

- Разрабатывать и проектировать высокоэффективные электромеханические преобразователи энергии различных конструкций;
- Проводить анализ с целью определения электромеханических преобразователей энергии с высокими энергетическими показателями;
- Ставить задачи по исследованию процессов в современных электромеханических преобразователях энергии;
- Анализировать математическое описание процессов в современных электромеханических преобразователях энергии;
- Анализировать энергетические показатели в электромеханических преобразователях энергии.

Владеть:

- Навыками подготовки и проведения математических экспериментов с применением современных компьютерных технологий;
- Экспериментальными методами исследования электрических машин;
- Способностью разрабатывать новые конструкции высокоэффективных электрических машин;
- Способностью ставить задачи исследования с целью определения оптимальных параметров электрических машин;
- Способностью разрабатывать безотходную технологию производства асинхронных двигателей малой мощности методами порошковой металлургии.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции УК-1

Код УК-1	Формулировка 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

Код УК-1 Б1.В.01	Формулировка дисциплинарной части компетенции способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач в области электромеханики и электрических аппаратов
-------------------------------	---

Требования к компонентному составу части компетенций

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: Физические процессы в электромеханических преобразователях энергии и их математическое описание	<i>Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>
Уметь: Разрабатывать и проектировать высокоэффективные электромеханические преобразователи энергии различных конструкций	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>
Владеть: Навыками подготовки и проведения математических экспериментов с применением современных компьютерных технологии	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>

2.2 Дисциплинарная карта компетенции УК-3

Код УК-3	Формулировка компетенции готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач
--------------------	---

Код УК-3 Б1.В.01	Формулировка дисциплинарной части компетенции готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач в области электромеханики и электрических аппаратов
-------------------------------	--

Требования к компонентному составу части компетенций

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: Электромагнитные и электромеханические переходные процессы в электрических машинах	<i>Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>
Уметь: Проводить анализ с целью определения электромеханических преобразователей энергии с высокими энергетическими показателями	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>

Владеть: Экспериментальными методами исследования электрических машин	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>
---	---	---

2.3 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-1

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

Код ОПК-1 Б1.В.01	Формулировка дисциплинарной части компетенции владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области электромеханики и электрических аппаратов
--------------------------------	--

Требования к компонентному составу части компетенций

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: Несимметричные режимы работы электромеханических преобразователей энергии	<i>Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>
Уметь: Ставить задачи по исследованию процессов в современных электромеханических преобразователях энергии	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>
Владеть: Способностью разрабатывать новые конструкции высокоэффективных электрических машин	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>

2.4 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
---------------------	--

Код ОПК-3 Б1.В.01	Формулировка дисциплинарной части компетенции способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области электромеханики и электрических аппаратов
--------------------------------	---

Требования к компонентному составу части компетенций

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: Влияние конструкции на параметры и характеристики электромеханических преобразователей энергии	<i>Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>

Уметь: Анализировать математическое описание процессов в современных электромеханических преобразователях энергии	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>
Владеть: Способностью ставить задачи исследования с целью определения оптимальных параметров электрических машин	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>

2.5 Дисциплинарная карта компетенции ПК-1

Код ПК-1	Формулировка компетенции способность планировать и ставить задачи исследования, проводить поиск информации и экспертизу предлагаемых решений для разработки новых технологий и объектов профессиональной деятельности
--------------------	---

Код ПК-1 Б1.В.01	Формулировка дисциплинарной части компетенции способность планировать и ставить задачи исследования, проводить поиск информации и экспертизу предлагаемых решений для разработки новых технологий и объектов в области электромеханики и электрических аппаратов
-------------------------------	--

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: Безотходные технологии производства электромеханических преобразователей энергии	<i>Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>
Уметь: Анализировать энергетические показатели в электромеханических преобразователях энергии	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>
Владеть: Способностью разрабатывать безотходную технологию производства асинхронных двигателей малой мощности методами порошковой металлургии	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 ЗЕ (1 ЗЕ = 36 час.).

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоёмкость, ч	
		4 семестр	5 семестр
1	Аудиторная работа	11	
	В том числе:		
	Лекции (Л)	5	-
	Практические занятия (ПЗ)	-	6
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	1	-

	Самостоятельная работа (СР)	66	30
	Промежуточная аттестация по дисциплине: Кандидатский экзамен	-	36
	Форма итогового контроля:	Зачет	Кандидатский экзамен

4. Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 2

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

Номер раз-дела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий					Трудоёмкость, ч / ЗЕ	
		аудиторная работа			КСР	Итоговый контроль		Самостоятельная работа
		всего	Л	ПЗ				
1	1	1	1				13	14/0,4
	2	1	1				13	14/0,4
	3	1	1				13	14/0,4
	4	1	1				13	14/0,4
	5	1	1		1		14	16/0,4
Всего по разделу:		5	5		1		66	72/2
2	1	1		1			6	7/0,2
	2	1		1			6	7/0,2
	3	1		1			6	7/0,2
	4	1		1			6	7/0,2
	5	2		2			6	8/0,2
Всего по разделу:		6		6			30	36/1
Промежуточная аттестация							36	36/1
Итого:		11	5	6	1		96	144/4

4.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

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

(Л – 5, СР – 66)

Раздел 1. Конечно-разностные методы решения дифференциальных уравнений.

Тема 1. Основные математические понятия и определения. Математические функции, используемые при математическом моделировании, и способы их квантования. Уравнения математической физики и краевые задачи. Граничные условия для краевых задач электродинамики и электромагнитных полей электрических машин.

Тема 2. Конечно-разностные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных. Разностная аппроксимация дифференциальных операторов. Методы решения системы трёхчленных алгебраических уравнений.

Тема 3. Методы решения нестационарных краевых задач. Аппроксимация дифференциальных операторов в нестационарных краевых задачах. Явные и неявные схемы. Точность и устойчивость решения краевой задачи.

Тема 4. Математические модели, их характеристики и методы математического моделирования электрических машин. Одномерные модели. Двумерные модели. Трёхмерные модели. Достоинства и недостатки каждого из видов математических моделей. Электромагнитная асимметрия. Причины электрической асимметрии. Причины магнитной

асимметрии. Многообразие форм и причины асимметрии электрических машин. Форма огибающей магнитной индукции в зазоре машины.

Тема 5. Математическая модель электрической машины в одномерном приближении. Ряд допущений для упрощения математического описания электромагнитных процессов электрической машины. Вывод уравнения магнитного поля. Решение одномерного дифференциального уравнения конечно-разностным методом. Аналитический и численный расчет магнитного поля электрической машины.

4.2.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины (5 семестр)

(ПЗ – 6, СР – 30)

Раздел 2. Уравнения математической физики и краевые задачи.

Тема 1. Уравнения математической физики и краевые задачи. Граничные условия для краевых задач электродинамики и электромагнитных полей электрических машин.

Тема 2. Разностная аппроксимация дифференциальных операторов. Методы решения системы трёхчленных алгебраических уравнений.

Тема 3. Аппроксимация дифференциальных операторов в нестационарных краевых задачах.

Тема 4. Электромагнитная асимметрия. Причины электрической асимметрии. Причины магнитной асимметрии. Многообразие форм и причины асимметрии электрических машин.

Тема 5. Вывод уравнения магнитного поля. Ряд допущений для упрощения математического описания электромагнитных процессов электрической машины.

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 4.2.2)

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Уравнения математической физики и краевые задачи	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	2	Разностная аппроксимация дифференциальных операторов	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
3	3	Аппроксимация дифференциальных операторов в нестационарных краевых задачах	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

4	4	Одномерные модели. Двумерные модели. Трёхмерные модели	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
5	5	Электромагнитная асимметрия	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
6	6	Вывод уравнения магнитного поля	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	Уравнения математической физики и краевые задачи. Математические функции, используемые при математическом моделировании	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	2	Уравнения математической физики и краевые задачи. Разностная аппроксимация дифференциальных операторов	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
3	3	Аппроксимация дифференциальных операторов в нестационарных краевых задачах. Простая прогонка (левая, правая, встречная), циклическая прогонка, прогонка для задач с краевыми условиями интегрального типа	Творческое задание	Темы творческих заданий
4	4	Одномерные модели. Двумерные модели.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам

		Трехмерные модели. Достоинства и недостатки каждого из видов математических моделей.		дисциплины
5	5	Электромагнитная асимметрия. Причины электрической асимметрии. Причины магнитной асимметрии. Многообразие форм и причины асимметрии электрических машин	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
6	6	Ряд допущений для упрощения математического описания электромагнитных процессов электрической машины. Вывод уравнения магнитного поля.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Электромеханика и электрические аппараты» 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, озвученных на лекции;
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 лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой аспиранты не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

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 «Электромеханика и электрические аппараты» 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.В.01 «Электромеханика и электрические аппараты»</p> <p><i>(индекс и полное название дисциплины)</i></p>	<p>БЛОК 1</p> <p><i>(цикл дисциплины/блок)</i></p>								
	<table border="1"> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td>базовая часть цикла</td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">x</td> <td>вариативная часть цикла</td> </tr> </table>		базовая часть цикла	x	вариативная часть цикла	<table border="1"> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">x</td> <td>обязательная по выбору аспиранта</td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td></td> </tr> </table>	x	обязательная по выбору аспиранта	
	базовая часть цикла								
x	вариативная часть цикла								
x	обязательная по выбору аспиранта								

<p>13.06.01/ 05.09.01</p> <p><i>код направления / шифр научной специальности</i></p>	<p>Электро- и теплотехника / Электромеханические преобразователи энергии</p> <p><i>(полные наименования направления подготовки / направленности программы)</i></p>
<p>2017</p> <p><i>(год утверждения учебного плана)</i></p>	<p>Семестры: 4,5</p>
	<p>Количество аспирантов: $\frac{1}{}$</p>

Факультет: Электротехнический факультет (ЭТФ)

Кафедра: Электротехника и электромеханика (ЭТиЭМ)

*тел. 8(342)219-80-57; shulakov@pstu.ru
(контактная информация)*

8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

№	Библиографическое описание <i>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)</i>	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
1 Основная литература		
1	Дискретно-полевые модели электрических машин : ч. I, II : учебное пособие для вузов / Е. Ф. Беляев, Н. В. Шулаков ; Пермский государственный технический университет .— Пермь : Изд-во ПГТУ, 2009 .	50 + ЭБ
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Дискретно-полевые модели электрических машин : учебное пособие : в 2 частях / Е.Ф. Беляев; ч.1 Численные методы	49 + ЭБ

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
	расчёта магнитных полей. Пермский государственный технический университет .— Пермь : Изд-во ПГТУ, 2006.	
2	Введение в численные методы : учебное пособие для вузов / А. А. Самарский ; Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова .— 3- е изд., стер .— Санкт-Петербург : Лань, 2005 .— 288 с.	50
3	Уравнения математической физики : учебник для вузов / А. Н. Тихонов, А. А. Самарский ; Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова .— 7-е изд .— Москва : Изд-во МГУ : Наука, 2004 .— 798 с.	101
4	Уравнения математической физики : учебник для вузов / В. С. Владимиров, В. В. Жаринов .— 2-е изд., стер .— М. : Физматлит, 2003 .— 399 с.	112
2.2 Периодические издания		
1	"Электротехника"	
2	"Электричество"	
2.3 Нормативно-технические издания		
1	"Руководящие указания по расчёту токов короткого замыкания и выбору электрооборудования"	
2.4 Официальные издания		
1	Не используются	

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

8.3.1. Лицензионные ресурсы¹

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.

¹ собственные или предоставляемые ПНИПУ по договору

– 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.

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

Электронная библиотека ПНИПУ [Электронный ресурс : полнотекстовая база данных электрон. документов изданных в Изд-ве ПНИПУ]. — Режим доступа: <http://elib.pstu.ru/>.

8.3.2. Открытые интернет-ресурсы

«Национальная платформа открытого образования» <https://openedu.ru/>.

8.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Пер. 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 ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Лаборатория САПР электрических машин (Системы автоматического проектирования)	ЭТиЭМ	350, гл.к.	63	30
2	Лекционная аудитория	ЭТиЭМ	350, гл.к.	63	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	Компьютер марки InWin	12	Оперативное управление	350
2	Принтер Canon Laser Base MF 3228	1	Оперативное управление	350
3	Проектор Epson Multi Media Projector EB-X11	1	Оперативное управление	350
4	Документ-камера WolfVision VZ-5F	1	Оперативное управление	350

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
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)



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**для проведения промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине
«Электромеханика и электрические аппараты»**

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: 2,3	Семестры: 4,5
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен: 5	Зачёт: 4

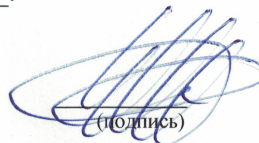
Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Электромеханика и электрические аппараты» разработан на основании следующих нормативных документов:

- 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);
- Программа кандидатского минимума по научной специальности 05.09.01 Электромеханика и электрические аппараты.

ФОС заслушан и утвержден на заседании кафедры ЭТиЭМ

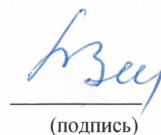
Протокол от «25» 05 2017 г. № 22.

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


(подпись)

Чабанов С.А.
(Фамилия И.О.)

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


(подпись)

Шуляков Н.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.В.01 «Электромеханика и электрические аппараты» 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 электромеханики и электрических аппаратов.

УК-3. Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач в области электромеханики и электрических аппаратов.

ОПК-1. Владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области электромеханики и электрических аппаратов.

ОПК-3. Способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области электромеханики и электрических аппаратов.

ПК-1. Способность планировать и ставить задачи исследования, проводить поиск информации и экспертизу предлагаемых решений для разработки новых технологий и объектов в области электромеханики и электрических аппаратов.

1.2 Этапы формирования компетенций

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение двух семестров. В 4 семестре предусмотрены аудиторские лекционные занятия, в 5 семестре - 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			
	4 семестр		5 семестр	
	Текущий	Зачёт	Текущий	Кандидатский экзамен
Усвоенные знания				
3.1 знать физические процессы в электромеханических преобразователях энергии и их математическое описание	С	ТВ		
3.2 знать электромагнитные и электромеханические переходные процессы в электрических машинах			С	ТВ
3.3 знать несимметричные режимы работы электромеханических преобразователей энергии	С	ТВ		

3.4 знать влияние конструкции на параметры и характеристики электромеханических преобразователей энергии			С	ТВ
3.5 знать безотходные технологии производства электромеханических преобразователей энергии	С	ТВ		
Освоенные умения				
У.1 уметь разрабатывать и проектировать высокоэффективные электромеханические преобразователи энергии различных конструкций	ОТЗ	ПЗ		
У.2 уметь проводить анализ с целью определения электромеханических преобразователей энергии с высокими энергетическими показателями			ОТЗ	ПЗ
У.3 уметь ставить задачи по исследованию процессов в современных электромеханических преобразователях энергии	ОТЗ	ПЗ		
У.4 уметь анализировать математическое описание процессов в современных электромеханических преобразователях энергии			ОТЗ	ПЗ
У.5 уметь анализировать энергетические показатели в электромеханических преобразователях энергии	ОТЗ	ПЗ		
Приобретенные владения				
В.1 владеть навыками подготовки и проведения математических экспериментов с применением современных компьютерных технологий	ОТЗ	ПЗ		
В.2 владеть экспериментальными методами исследования электрических машин			ОТЗ	ПЗ
В.3 владеть способностью разрабатывать новые конструкции высокоэффективных электрических машин	ОТЗ	ПЗ		
В.4 владеть способностью ставить задачи исследования с целью определения оптимальных параметров электрических машин			ОТЗ	ПЗ
В.5 владеть способностью разрабатывать безотходную технологию производства асинхронных двигателей малой мощности методами порошковой металлургии	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 (4 семестр) и кандидатского экзамена (5 семестр), проводимые 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.

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
<i>Зачтено</i>	Аспирант выполнил творческое задание успешно, показав в целом систематическое или сопровождающееся отдельными ошибками применение полученных знаний и умений , аспирант ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Аспирант может объяснить полностью или частично полученные результаты.
<i>Незачтено</i>	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 (4 семестр) и кандидатского экзамена (5 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, контролируемые уровень сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций. Пример билета представлен в приложении 1.

- **Шкалы оценивания результатов обучения при зачете и кандидатском экзамене:**

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 и 5-балльной системе оценивания путем выборочного контроля во время кандидатского экзамена.

Типовые шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета и кандидатского экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в табл. 4 и табл. 5.

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 знания 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 навыков полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.

Оценка	Критерии оценивания
<i>Незачтено</i>	<p>При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные знания при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p> <p>При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично освоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</p>

Таблица 5

Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на **кандидатском экзамене**

Оценка	Критерии оценивания
5	<p>Аспирант продемонстрировал сформированные и систематические знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов.</p> <p>Аспирант правильно выполнил контрольное задание билета. Показал успешное и систематическое применение полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов.</p>
4	<p>Аспирант продемонстрировал сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал недостаточно уверенные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета с небольшими неточностями. Показал в целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>
3	<p>Аспирант продемонстрировал неполные знания при ответе на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал неуверенные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета с существенными неточностями. Показал в целом успешное, но не систематическое применение полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>
2	<p>При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные знания при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p> <p>При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично освоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</p>

При оценке уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций в рамках выборочного контроля при сдаче зачета и кандидатского экзамена 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 6

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»

Таблица 7

Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций на кандидатском экзамене

Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций	Критерии оценивания компетенции
5	Аспирант получил по дисциплине оценку «отлично»
4	Аспирант получил по дисциплине оценку «хорошо»
3	Аспирант получил по дисциплине оценку «удовлетворительно»
2	Аспирант получил по дисциплине оценку «неудовлетворительно»

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 взаимосвязанные 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. Провести анализ с целью определения высоких энергетических показателей электромеханических преобразователей энергии;
2. Провести математический эксперимент по моделированию рабочих характеристик с применением современных компьютерных технологий.

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

1. Методы решения нестационарных краевых задач;
2. Причины магнитной асимметрии электрических машин.

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

1. Спроектировать высокоэффективный электромеханический преобразователь энергии оптимальной конструкции;
2. Расчёт энергетических показателей высокоэффективного электромеханического преобразователя энергии.

4.4 Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на кандидатском экзамене по дисциплине:

1. Уравнение Парка-Горева синхронной машины и его физический смысл;
2. Эквивалентные параметры роторных контуров в асинхронных и синхронных машинах.

Перечень контрольных вопросов для сдачи кандидатского экзамена по специальности 05.09.01 «Электромеханика и электрические аппараты» разработан на основе утвержденной Министерством образования и науки Российской Федерации Программы экзамена кандидатского минимума с учетом научных достижений научно-исследовательской школы кафедры.

4.5 Типовые контрольные задания для оценивания приобретенных умений и владений на кандидатском экзамене по дисциплине:

1. Построить математическую модель электрической машины и трансформатора;
2. Объяснить физический смысл основных уравнений и схемы замещения трансформатора;
3. Объяснить физический смысл реакции якоря в синхронной машине.

Полный комплект вопросов и заданий для сдачи зачета и кандидатского экзамена в форме утвержденных билетов хранится на кафедре «ЭТиЭМ».



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
«Электромеханика и электрические аппараты»

БИЛЕТ № 1

1. Граничные условия для краевых задач электродинамики и электромагнитных полей электрических машин (*контроль знаний*)
2. Построить геометрию исследуемой области электрической машины для решения краевой задачи при расчёте электромагнитных полей (*контроль умений*)
3. Сделать качественный и количественный анализ использования одномерной и двумерной моделей при расчёте электромагнитного поля электрической машины (*контроль умений и владений*)

Составитель _____
(подпись)

Шулаков Н.В.

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

Кавалеров Б.В.

« ____ » _____ 201 ____ г.

Лист регистрации изменений

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