



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

« 1 » « 06 » 2017 г.

**Рабочая программа дисциплины  
«Электротехнические комплексы и системы»**

<b>Направление подготовки</b>	13.06.01 Электро- и теплотехника
<b>Направленность (профиль) программы аспирантуры</b>	Электротехнические комплексы и системы
<b>Научная специальность</b>	05.09.03 Электротехнические комплексы и системы
<b>Квалификация выпускника</b>	Исследователь. Преподаватель-исследователь
<b>Выпускающая кафедра</b>	Микропроцессорных средств автоматизации (МСА)
<b>Форма обучения</b>	Очная
<b>Курс: 2,3</b>	<b>Семестр (ы): 4,5</b>
<b>Трудоёмкость:</b>	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч
<b>Виды контроля с указанием семестра:</b>	
Экзамен: 5	Зачёт: 4


Пермь 2017 г.

Рабочая программа дисциплины «Электротехнические комплексы и системы» 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 05.09.03 Электротехнические комплексы и системы, разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки РФ в связи с утверждением приказа Министерства образования и науки РФ 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 05.09.03 Электротехнические комплексы и системы.

Рабочая программа дисциплины заслушана и утверждена на заседании кафедры МСА  
Протокол от «24» 05 2017 г. № 24.

Зав. кафедрой канд. техн. наук, доц.  
(учёная степень, звание)

  
(подпись)

А.Б. Петроченков  
(Фамилия И.О.)

Разработчик д-р. техн. наук, проф.  
программы (учёная степень, звание)

  
(подпись)

В.П. Казанцев  
(Фамилия И.О.)

Руководитель канд. техн. наук, доц.  
программы (учёная степень, звание)

  
(подпись)

А.Б. Петроченков  
(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 теоретического и экспериментального исследования, математического и компьютерного моделирования устройств, установок, комплексов оборудования электротехнического назначения, а также совокупности технических средств по производству, распределению электрической энергии, управлению ее потоками.

В процессе изучения данной дисциплины аспирант формирует следующие компетенции:

- 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 развивать общую теорию электротехнических комплексов и систем, изучать системные свойства и связи, выполнять физическое, математическое, имитационное и компьютерное моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем (ПК-1);
- владение навыками обоснования совокупности технических, технологических, экономических, экологических и социальных критериев оценки принимаемых решений в области проектирования, создания и эксплуатации электротехнических комплексов и систем (ПК-2);
- владение навыками разработки, структурного и параметрического синтеза электротехнических комплексов и систем, их оптимизации, а также разработки алгоритмов эффективного управления (ПК-3).

### 1.2 Задачи учебной дисциплины:

#### • *формирование знаний*

- изучение общей теории электротехнических комплексов и систем;
- изучение методик и организации проведения энергосберегающих мероприятий для электротехнических комплексов и систем;
- изучение методов математического и имитационного моделирования электрических сетей и ее компонентов;
- изучение методов математического и имитационного моделирования электромеханических систем;

#### • *формирование умений*

- формирование умений в области применения основных методов исследования электротехнических комплексов и систем при решении комплекса задач теории и практики обеспечения эффективной эксплуатации электрических сетей и электромеханических систем;

#### • *формирование навыков*

- формирование практических навыков работы с методами компьютерного моделирования электрических сетей и электромеханических систем.

### 1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- электротехнические комплексы и системы генерирования электрической энергии, электропривода, электроснабжения, электрооборудования, электротехнологии и ремонта промышленных предприятий и организаций.

### 1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.01 «Электротехнические комплексы и системы» является обязательной дисциплиной вариативной части цикла учебного плана.

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности 05.09.03 Электротехнические комплексы и системы 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 продемонстрировать следующие результаты:

### **Знать:**

- общую теорию электротехнических комплексов и систем;
- методы исследования в научно-исследовательской деятельности;
- современные научные достижения для решения исследовательских и практических задач в области разработки средств эффективной эксплуатации электромеханических и электротехнических комплексов;
- методы энергетического аудита и их прикладные перспективы для разработки мероприятий по энергосбережению;
- методы структурного и параметрического синтеза электромеханических и электротехнических комплексов;

### **Уметь:**

- организовать работу исследовательского коллектива в профессиональной деятельности;
- разрабатывать новые методы исследования с их применением в самостоятельной научно-исследовательской деятельности;
- использовать математическое, физическое, имитационное и компьютерное моделирование процессов электромеханических и электротехнических комплексов;
- формировать совокупность критериев оценки принимаемых решений в области профессиональной деятельности;
- разрабатывать алгоритмы эффективного управления электротехническими комплексами и системами;

### **Владеть:**

- навыками разработки методик и организации проведения экспериментов и испытаний, анализа их результатов;
- методикой сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по тематике исследования;
- методиками разработки физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к тематике исследований;
- навыками выбора и обоснования методик и средств решения поставленных задач;
- методиками структурного и параметрического синтеза электротехнических комплексов и систем, их оптимизации.

## 2.1 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-1

<b>Код</b> ОПК-1	<b>Формулировка компетенции</b> владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности
<b>Код</b> ОПК-1 Б1.В.01	<b>Формулировка дисциплинарной части компетенции</b> владение методологией теоретических и экспериментальных исследований устройств, установок, комплексов оборудования электротехнического назначения, а также совокупности технических средств по производству, распределению электрической энергии, управлению ее потоками

### Требования к компонентному составу части компетенции

<b>Перечень компонентов компетенции (планируемых результатов обучения)</b>	<b>Виды учебной работы</b>	<b>Средства оценки</b>
<b>Знать:</b> общую теорию электротехнических комплексов и систем	<i>Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>
<b>Уметь:</b> организовать работу исследовательского коллектива в профессиональной деятельности	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>
<b>Владеть:</b> навыками разработки методик и организации проведения экспериментов и испытаний, анализа их результатов	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>

## 2.2 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-3

<b>Код</b> ОПК-3	<b>Формулировка компетенции</b> способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности
<b>Код</b> ОПК-3 Б1.В.01	<b>Формулировка дисциплинарной части компетенции</b> способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области теоретического и экспериментального исследования, математического и компьютерного моделирования устройств, установок, комплексов оборудования электротехнического назначения

### Требования к компонентному составу части компетенции

<b>Перечень компонентов компетенции (планируемых результатов обучения)</b>	<b>Виды учебной работы</b>	<b>Средства оценки</b>
<b>Знать:</b> методы исследования в научно-исследовательской деятельности	<i>Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>
<b>Уметь:</b> разрабатывать новые методы исследования с их применением в самостоятельной научно-исследовательской деятельности	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>

<b>Владеть:</b> методикой сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по тематике исследования	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>
--	---	---

### 2.3 Дисциплинарная карта компетенции ПК-1

<b>Код</b> ПК-1	<b>Формулировка компетенции</b> способность развивать общую теорию электротехнических комплексов и систем, изучать системные свойства и связи, выполнять физическое, математическое, имитационное и компьютерное моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем
<b>Код</b> ПК-1 Б1.В.01	<b>Формулировка дисциплинарной части компетенции</b> способность выполнять физическое, математическое, имитационное и компьютерное моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем

#### Требования к компонентному составу части компетенции

<b>Перечень компонентов компетенции (планируемых результатов обучения)</b>	<b>Виды учебной работы</b>	<b>Средства оценки</b>
<b>Знать:</b> современные научные достижения для решения исследовательских и практических задач в области разработки средств эффективной эксплуатации электромеханических и электротехнических комплексов	<i>Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>
<b>Уметь:</b> использовать физическое, математическое, имитационное и компьютерное моделирование процессов электромеханических и электротехнических комплексов	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>
<b>Владеть:</b> методиками разработки физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к тематике исследований	<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> владение навыками обоснования совокупности технических, технологических, экономических, экологических и социальных критериев оценки принимаемых решений в области проектирования, создания и эксплуатации электротехнических комплексов и систем
<b>Код</b> ПК-2 Б1.В.01	<b>Формулировка дисциплинарной части компетенции</b> владение навыками обоснования совокупности критериев оценки принимаемых решений в области проектирования, создания и эксплуатации электротехнических комплексов и систем

### Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов компетенции (планируемых результатов обучения)	Виды учебной работы	Средства оценки
<b>Знать:</b> методы энергетического аудита и их прикладные перспективы для разработки мероприятий по энергосбережению	<i>Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>
<b>Уметь:</b> формировать совокупность критериев оценки принимаемых решений в области профессиональной деятельности	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>
<b>Владеть:</b> навыками выбора и обоснования методик и средств решения поставленных задач	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>

### 2.5 Дисциплинарная карта компетенции ПК-3

<b>Код</b> ПК-3	<b>Формулировка компетенции</b> владение навыками разработки, структурного и параметрического синтеза электротехнических комплексов и систем, их оптимизации, а также разработки алгоритмов эффективного управления
<b>Код</b> ПК-3 Б1.В.01	<b>Формулировка дисциплинарной части компетенции</b> владение навыками структурного и параметрического синтеза электротехнических комплексов и систем, их оптимизации, а также разработки алгоритмов эффективного управления

### Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<b>Знать:</b> методы структурного и параметрического синтеза электротехнических комплексов	<i>Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>
<b>Уметь:</b> разрабатывать алгоритмы эффективного управления электротехническими комплексами и системами	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>
<b>Владеть:</b> методиками структурного и параметрического синтеза электротехнических комплексов и систем, их оптимизации	<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
<b>1</b>	Аудиторная работа	12	
	В том числе:		
	Лекции (Л)	5	–
	Практические занятия (ПЗ)	–	6
<b>2</b>	Контроль самостоятельной работы (КСР)	1	–
	Самостоятельная работа (СР)	66	30
	Промежуточная аттестация по дисциплине	–	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 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	2	2				24	26
	2	1	1		0,5		18	19,5
<b>Всего по разделу:</b>		<b>3</b>	<b>3</b>		<b>0,5</b>		<b>42</b>	<b>45,5</b>
2	3	2	2		0,5		24	26,5
<b>Всего по разделу:</b>		<b>2</b>	<b>2</b>		<b>0,5</b>		<b>24</b>	<b>26,5</b>
<b>Всего за 4 семестр:</b>		<b>5</b>	<b>5</b>		<b>1</b>		<b>66</b>	<b>72</b>
3	4	2		2			12	14
	5	2		2			6	8
<b>Всего по разделу:</b>		<b>4</b>		<b>4</b>			<b>18</b>	<b>22</b>
4	6	2		2			12	14
<b>Всего по разделу:</b>		<b>2</b>		<b>2</b>			<b>12</b>	<b>14</b>
<b>Всего за 5 семестр:</b>		<b>6</b>		<b>6</b>			<b>30</b>	<b>36</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>						<b>36</b>		<b>36</b>
<b>Итого:</b>		<b>11</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>96</b>	<b>144 / 4</b>



## 4.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

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

Раздел 1. Общая теория и моделирование электротехнических комплексов и систем (Л – 3, СР – 42)

Тема 1. Общая теория электротехнических комплексов и систем. Проблемы моделирования электротехнических комплексов и систем. Понятийный аппарат моделирования. Канонические формы математических моделей. Задачи и цели исследования математических моделей. Адекватность математических моделей. Методы упрощения моделей.

Тема 2. Методы исследования линейных и нелинейных моделей систем. Имитационное моделирование. Классификация моделей по характеру и способам использования.

Раздел 2. Моделирование статических режимов электротехнических комплексов и систем. (Л – 2, СР – 24)

Тема 3. Техническое и программное обеспечение моделирования. Средства вычислительной техники и численные методы для решения задач анализа и синтеза; Моделирование статических режимов электротехнических комплексов. Расчеты статических режимов электротехнических комплексов и систем.

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

Раздел 3. Моделирование переходных процессов электротехнических комплексов и систем (ПЗ – 4, СР – 18)

Тема 4. Моделирование электромеханических переходных процессов в системе электроснабжения промышленных предприятий. Расчетная практика использования математической модели электромеханического преобразования энергии совокупностью асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором, находящихся в общей системе электроснабжения.

Тема 5. Модель асинхронного электродвигателя в сети электроснабжения произвольной структуры.

Раздел 4. Системы управления электротехническими комплексами и системами (ПЗ – 2, СР – 12)

Тема 6. Аналитические основы построения и моделирование замкнутых систем управления. Классическое вариационное исчисление. Применение результатов. Управление асинхронным электродвигателем. Квазиоптимальное управление асинхронным электродвигателем.

## 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	4	Расчет параметров математической модели	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

2	5	Математическое моделирование электрических сетей	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
3	6	Математическое моделирование систем электроприводов с нелинейной нагрузкой на валу двигателя	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	Адекватность математических моделей. Методы упрощения моделей.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	2	Классификация моделей по характеру и способам использования.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
3	3	Расчеты статических режимов электротехнических комплексов и систем.	Творческое задание	Темы творческих заданий
4	4	Расчетная практика использования математической модели электромеханического преобразования энергии совокупностью асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором, находящихся в общей системе электроснабжения.	Творческое задание	Темы творческих заданий
5	5	Модель асинхронного электродвигателя в сети электроснабжения произвольной структуры.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
6	6	Управление асинхронным электродвигателем. Квазиоптимальное управление асинхронным электродвигателем.	Творческое задание	Темы творческих заданий

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

При изучении дисциплины «Электротехнические комплексы и системы» 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 котором 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 «Электротехнические комплексы и системы» 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**

Б1.В.01 «Электротехнические комплексы и системы»  (индекс и полное название дисциплины)	<b>БЛОК 1</b> (цикл дисциплины/блок)
<input type="checkbox"/> базовая часть цикла <input checked="" type="checkbox"/> вариативная часть цикла	<input checked="" type="checkbox"/> обязательная по выбору аспиранта <input type="checkbox"/>

13.06.01/ 05.09.03  код направления / шифр научной специальности	Электро- и теплотехника / Электротехнические комплексы и системы  (полные наименования направления подготовки / направленности программы)
---	--

2017 Семестр(-ы): 4,5  
 (год утверждения учебного плана)

Количество аспирантов: 2

Факультет электротехнический

Кафедра микропроцессорных средств автоматизации

тел. 8(342)239-18-22; zav@msa.pstu.ru  
 (контактная информация)

**8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке и на кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
<b>1. Основная литература</b>		
1	Копылов И.П. Математическое моделирование электрических машин : учебник для вузов / И. П. Копылов .— 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Высш. шк., 2001 .— 327 с.	37

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке и на кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
2	<i>Плащанский Л.А. Основы электроснабжения горных предприятий : учебник для вузов / Л. А. Плащанский ; Московский государственный горный университет .— 2-е изд., испр .— Москва : Изд-во МГГУ, 2006 .— 499 с.</i>	43
3	<i>Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием : учебник для вузов / Г. Г. Соколовский .— 2-е изд., испр .— Москва : Академия, 2007 .— 265 с.</i>	35
4	<i>Ильинский Н.Ф. Электропривод: энерго- и ресурсосбережение : учебное пособие для вузов / Н.Ф. Ильинский, В.В. Москаленко .— Москва : Академия, 2008 .— 202 с.</i>	30
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1 Учебные и научные издания</b>		
1	<i>Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0 : учебное пособие / С. Г. Герман-Галкин .— Санкт-Петербург : КОРОНА принт, 2001 .— 320 с.</i>	7
2	<i>Электротехнический справочник : в 4 т. / Московский энергетический институт; Под ред. В. Г. Герасимова .— 10-е изд., стер .— Москва : Изд-во МЭИ, 2007 . Т. 3: Производство, передача и распределение электрической энергии .— 2009 .— 963 с.</i>	3
3	<i>Терехов В.М. Системы управления электроприводов : учебник для вузов / В.М. Терехов, О.И. Осипов ; Под ред. В.М. Терехова .— 3-е изд., стер .— М. : Академия, 2008 .— 300 с.</i>	35
<b>2.2 Периодические издания</b>		
1	<i>Электротехника : научно-технический журнал</i>	
2	<i>Электричество : теоретический и научно-практический журнал</i>	
3	<i>Энергетик : производственно-массовый журнал</i>	
4	<i>Промышленная энергетика : производственно-технический журнал</i>	
7	<i>Электро. Электротехника. Электроэнергетика. Электротехническая промышленность : производственно-технический журнал</i>	
<b>2.3 Нормативно-технические издания</b>		
1	<i>Правила устройства электроустановок (ПУЭ)</i>	Техэксперт

### 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.
5. Cambridge Journals [Electronic resource : полнотекстовая база данных : электрон. журн. по гуманитар., 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.
6. Российский индекс научного цитирования [Электронный ресурс] : [мультимедийная реф.-библиограф. и наукометр. база данных на рус. яз.] / Науч. электрон. б-ка. – Москва, 2000-2016. – Режим доступа: [http://elibrary.ru/project\\_risc.asp](http://elibrary.ru/project_risc.asp), свободный. – Загл. с экрана.

#### 8.3.1.1. Информационные справочные системы

1. Справочная Правовая Система КонсультантПлюс [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : док., коммент., кн., ст., обзоры и др.]. – Версия 4015.00.02, сетевая, 50 станций. – Москва, 1992–2016. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.
2. Информационная система Техэксперт: Интранет [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : законодат. и норматив. док., коммент., журн. и др.] / Кодекс. – Версия 6.3.2.22, сетевая, 50 рабочих мест. – Санкт-Петербург, 2009-2013. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

#### 8.3.2. Открытые интернет-ресурсы

1. Портал ПНИПУ: Аспиранту – <http://pstu.ru/title1/aspirantu/>
2. Национальный портал для аспирантов – <http://www.aspirantura.ru>

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

#### 8.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер лицензии	Назначение программного продукта
1	Практическое	<i>MATLAB 7.9 Classroom</i>	170282	Моделирование электротехнических комплексов и систем
2	Практическое	<i>Office Standard 2010</i>	48648458	Оформление отчетов

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

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

№ п.п.	Помещения			Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Лаборатория информационного обеспечения систем управления	Кафедра МСА	108	50,2	12

##### 9.2. Основное учебное оборудование

№ 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	Мультимедиа комплекс в составе: проектор Acer, экран настенный Screen Media, системный блок In Win, монитор Samsung SyncMaster.	1	Оперативное управление	108
2	Компьютер в составе: системный блок Vento с монитором Samsung SyncMaster.	12	Оперативное управление	108

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**



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по науке и инновациям

В.Н. Коротаев

« 7 » « 06 » 2017г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**для проведения промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине  
«Электротехнические комплексы и системы»**

<b>Направление подготовки</b>	13.06.01 Электро- и теплотехника
<b>Направленность (профиль) программы аспирантуры</b>	Электротехнические комплексы и системы
<b>Научная специальность</b>	05.09.03 Электротехнические комплексы и системы
<b>Квалификация выпускника</b>	Исследователь. Преподаватель-исследователь
<b>Выпускающая кафедра</b>	микропроцессорных средств автоматизации
<b>Форма обучения</b>	Очная
<b>Курс: 2,3</b>	<b>Семестр(ы): 4,5</b>
<b>Трудоёмкость:</b>	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч
<b>Виды контроля с указанием семестра:</b>	
Экзамен: 5	Зачёт: 4

Пермь  
2017

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине «Электротехнические комплексы и системы» 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 образовательной программы;
- Паспорт научной специальности 05.09.03 Электротехнические комплексы и системы, разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки РФ в связи с утверждением приказа Министерства образования и науки РФ 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 05.09.03 Электротехнические комплексы и системы.

ФОС дисциплины заслушан и утвержден на заседании кафедры МСА


Протокол от «24» 05 2017г. № 24.

Зав. кафедрой канд. техн. наук, доц.  
(учёная степень, звание)

  
(подпись)

А.Б. Петроченков  
(Фамилия И.О.)

Разработчик д-р. техн. наук, проф.  
программы (учёная степень, звание)

  
(подпись)

В.П. Казанцев  
(Фамилия И.О.)

Руководитель канд. техн. наук, доц.  
программы (учёная степень, звание)

  
(подпись)

А.Б. Петроченков  
(Фамилия И.О.)

Согласовано:

Начальник УПКВК

  
(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 «Электротехнические комплексы и системы» участвует в формировании следующих дисциплинарных частей компетенций:

**ОПК-1-Б1.В.01.** Владение методологией теоретических и экспериментальных исследований устройств, установок, комплексов оборудования электротехнического назначения, а также совокупности технических средств по производству, распределению электрической энергии, управлению ее потоками;

**ОПК-3-Б1.В.01.** Способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области теоретического и экспериментального исследования, математического и компьютерного моделирования устройств, установок, комплексов оборудования электротехнического назначения;

**ПК-1-Б1.В.01.** Способность выполнять физическое, математическое, имитационное и компьютерное моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем;

**ПК-2-Б1.В.01.** Владение навыками обоснования совокупности критериев оценки принимаемых решений в области проектирования, создания и эксплуатации электротехнических комплексов и систем;

**ПК-3-Б1.В.01.** Владение навыками структурного и параметрического синтеза электротехнических комплексов и систем, их оптимизации, а также разработки алгоритмов эффективного управления.

### **1.2 Этапы формирования компетенций**

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение 4-го и 5-го семестров. В течение 4-го семестра предусмотрены аудиторские лекционные занятия и самостоятельная работа аспирантов. В течение 5-го семестра предусмотрены аудиторские практические занятия и 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	Канд. экзамен
<b>Усвоенные знания</b>				
3.1 общую теорию электротехнических комплексов и систем	С	ТВ		
3.2 методы исследования в научно-исследовательской деятельности	С	ТВ		
3.3 современные научные достижения для решения исследовательских и практических задач в области разработки средств эффективной эксплуатации электромеханических и электротехнических комплексов	С	ТВ		
3.4 методы энергетического аудита и их прикладные перспективы для разработки мероприятий по энергосбережению			С	ТВ
3.5 методы структурного и параметрического синтеза электромеханических и электротехнических комплексов			С	ТВ
<b>Освоенные умения</b>				
У.1 уметь организовать работу исследовательского коллектива в профессиональной деятельности	ОТЗ	ПЗ		
У.2 уметь разрабатывать новые методы исследования с их применением в самостоятельной научно-исследовательской деятельности	ОТЗ	ПЗ		
У.3 уметь использовать математическое, физическое, имитационное и компьютерное моделирование процессов электромеханических и электротехнических комплексов	ОТЗ	ПЗ		
У.4 уметь формировать совокупность критериев оценки принимаемых решений в области профессиональной деятельности			ОТЗ	ПЗ
У.5 уметь разрабатывать алгоритмы эффективного управления электротехническими комплексами и системами			ОТЗ	ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>				
В.1 владеть навыками разработки методик и организации проведения экспериментов и испытаний, анализа их результатов	ОТЗ	ПЗ		
В.2 владеть методикой сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по тематике исследования	ОТЗ	ПЗ		
В.3 владеть методиками разработки физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к тематике исследований	ОТЗ	ПЗ		
В.4 владеть навыками выбора и обоснования методик и средств решения поставленных задач			ОТЗ	ПЗ
В.5 владеть методиками структурного и параметрического синтеза электротехнических комплексов и систем, их оптимизации			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-й семестр) и кандидатского экзамена (5-й 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 с группой аспирантов.

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

Таблица 2. Критерии и показатели оценивания собеседования

<b>Уровень освоения</b>	<b>Критерии оценивания уровня освоения учебного материала</b>
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.
Не зачтено	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 творческого задания**

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. Критерии оценивания защиты отчета творческого задания

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.
Не зачтено	Аспирант допустил много ошибок или не выполнил творческое задание.

## 2.2 Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Условиями допуска являются успешное прохождение собеседования и защиты отчета творческого задания, а также положительная интегральная оценка по результатам текущего контроля.

### 2.2.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине выставляется на основании результатов собеседования и защиты отчетов творческих заданий по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС программы аспирантуры.

### 2.2.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в виде кандидатского экзамена по дисциплине в устно-письменной форме по билетам (5-й семестр). В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине также может проводиться в устно-письменной форме по билетам (4-й семестр). Билет содержит два теоретических вопроса (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
Зачтено	<p>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.</p> <p>Аспирант выполнил практическое 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.</p>
Не зачтено	<p>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.</p> <p>При выполнении практического задания билета аспирант продемонстрировал частично освоенное <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.</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 <b>знания</b> в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов.</p> <p>Аспирант правильно выполнил практическое задание билета. Показал успешное и систематическое <b>применение</b> полученных знаний и <b>умений</b> 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 <b>знания</b> в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p> <p>Аспирант выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал в целом успешное, но 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.</p>
3	<p>Аспирант продемонстрировал неполные знания при ответе на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал неуверенные <b>знания</b> в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>

Оценка	Критерии оценивания
	Аспирант выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Показал в целом успешное, но не систематическое <b>применение</b> полученных знаний и <b>умений</b> при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.
2	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 практического задания билета аспирант продемонстрировал частично освоенное <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 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 на зачете проводится с учетом результатов текущего контроля в виде интегральной оценки по системе оценивания «зачтено» и «не зачтено» (табл. 6). Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных частей компетенций на кандидатском экзамене проводится с учетом результатов текущего контроля в виде интегральной оценки по пятибалльной системе оценивания (табл. 7).

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>Не зачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «не зачтено»

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, 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. Анализ программно-технических комплексов по моделированию электротехнических комплексов и систем, представленных в России и за рубежом.
2. Проверка на обусловленность матриц рассчитанного с применением матрично-топологического подхода участка системы электроснабжения, состоящего из 1-2 источников генерации и 8-10 потребителей с двигательной нагрузкой.
3. Сравнение ошибок вычисления при расчете различными методами участка системы электроснабжения, состоящего из 1-2 источников генерации и 8-10 потребителей с двигательной нагрузкой.
4. Сравнение ошибок вычисления при расчете одним из выбранных численных методов установившегося и динамического режимов системы электроснабжения, состоящего из 1-2 источников генерации и 8-10 потребителей с двигательной нагрузкой.

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

1. Моделирование систем. Цели исследования математических моделей электротехнических комплексов и систем.
2. Адекватность математических моделей. Виды моделирования. Современные программно-инструментальные средства моделирования.
3. Проблемы моделирования электрических и электромеханических систем. Классификация моделей по характеру и способам использования.
4. Принципы и способы электромеханического преобразования энергии, устройства для преобразования.

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

1. Построение схемы замещения и расчет участка системы электроснабжения, состоящего из 1-2 источников генерации и 8-10 потребителей с двигательной нагрузкой в средах *MATLAB* и *OCTAV* (или других производственных системах).

2. Разработка пользовательского интерфейса *GUI* в средах *MATLAB* и *OCTAV* (или других производственных системах) для представления параметров характерных расчетных режимов электротехнических комплексов и систем

3. Учет влияния ветви намагничивания при моделировании трансформаторов и двигательной нагрузки при расчете участка системы электроснабжения, состоящего из 1-2 источников генерации и 8-10 потребителей с двигательной нагрузкой

4. Разработка эквивалентной схемы замещения для участка электроэнергетической системы Пермского края с учетом взаимодействия с одним из региональных предприятий.

#### **4.4 Типовые теоретические вопросы для оценивания знаний на кандидатском экзамене по дисциплине:**

Перечень вопросов для сдачи кандидатского экзамена по специальности 05.09.33 «Электротехнические комплексы и системы» разработан на основе утвержденной Министерством образования и науки Российской Федерации Программы экзамена кандидатского минимума с учетом научных достижений научно-исследовательской школы кафедры.

1. Принципы построения систем управления электроприводов переменного тока.

2. Теоретические основы прямого управления моментом асинхронного двигателя.

3. Математические модели объектов управления электротехнических комплексов и систем.

4. Методы поиска экстремума критерия оптимальности.

#### **4.5 Типовые практические задания для оценивания приобретенных умений и владений на кандидатском экзамене по дисциплине:**

1. Разработка математической модели асинхронного двигателя (типового для объекта исследования) в средах *MATLAB* и *OCTAV*.

2. Математическое описание и расчет стандартных настроек системы автоматического управления электропривода исследуемого объекта.

3. Разработка функциональной схемы системы управления исследуемым объектом в среде *LabView* (или других производственных системах).

4. Реализация *HMI/MMI*-интерфейса системы управления исследуемым объектом в *SCADA*-системе *TraceMode* (или других производственных системах).

Полный комплект вопросов и заданий для сдачи зачета в форме утвержденных билетов хранится на кафедре микропроцессорных средств автоматизации.



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

**Направление**  
13.06.01 Электро- и теплотехника  
**Программа**  
Электротехнические комплексы и системы  
**Кафедра**  
микропроцессорных средств автоматизации»  
**Дисциплина**  
«Электротехнические комплексы и системы»

**БИЛЕТ № 1**

1. Привести принципы построения систем управления электроприводов переменного тока. (*контроль знаний*).
2. Привести методы поиска экстремума критерия оптимальности. (*контроль знаний*).
3. Привести реализацию *HMI/MMI*-интерфейса системы управления исследуемым объектом в *SCADA*-системе *TraceMode* (или других производственных системах). (*контроль умений и владений*).

Составитель

\_\_\_\_\_ (подпись)

Казанцев В.П.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ (подпись)

Петроченков А.Б.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 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		