

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)



Первый проректор, проректор по научной  
и инновационной работе

В.Г. Прокошев

2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Компьютерное моделирование электротехнических устройств»**

Направление подготовки 13.06.01-Электро- и теплотехника

Направленность (профиль) подготовки «Теоретическая электротехника»

Уровень высшего образования Подготовка кадров высшей квалификации

Квалификация выпускника «Исследователь. Преподаватель-исследователь»

Форма обучения Очная

Год	Трудоем- кость зач. ед, час.	Лек- ции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРА, час.	Форма проме- жуточного кон- троля (экз./зачет)
2	3/108	36	-	-	72	зачёт
Итого	3/108	36	-	-	72	зачёт

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины (модуля) «Компьютерное моделирование электротехнических устройств» (КМЭУ) являются формирование готовности генерировать и использовать новые идеи, способности находить творческие решения профессиональных задач, готовности принимать нестандартные решения; формирование готовности решать инженерно-технические задачи с применением средств прикладного программного обеспечения, способности применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности, готовности использовать прикладное программное обеспечение для расчета параметров и выбора устройств электротехнического и электроэнергетического оборудования, готовности решать инженерно-технические задачи с применением средств прикладного программного обеспечения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ОПОП ВО)

Дисциплина КМЭУ относится к дисциплинам по выбору вариативной части учебного плана направления 13.06.01 «Электро- и теплотехника» (направленность «Теоретическая электротехника») подготовки аспирантов. Дисциплина логически и методически тесно связана с рядом теоретических и практических дисциплин данного учебного плана. Дисциплина КМЭУ связана со следующими дисциплинами: информационные технологии в науке и образовании, теоретическая электротехника, вычислительная математика в электроэнергетике, матричные методы расчёта режимов электрических сетей, расчёт аварийных режимов в электроэнергетических сетях, педагогическая практика, научно-исследовательская деятельность, подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание учёной степени кандидата наук.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения программы аспирантуры у выпускника должны быть сформированы:

– **универсальные компетенции**, не зависящие от конкретного направления подготовки: способностью 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);

– **общепрофессиональные компетенции**, определяемые направлением подготовки: владением культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2); способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3);

– **профессиональные компетенции**, определяемые направленностью (профилем) программы аспирантуры в рамках направления подготовки: способность проведения исследований по проблемам анализа, синтеза и диагностики электрических и магнитных цепей и полей в стационарных и нестационарных режимах (ПК-1); готовность проведения экспериментальных и расчетных исследований электрических, электронных и магнитных цепей (ПК-3).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

Знать:

- обладать способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3).

Уметь:

- проводить исследования по проблемам анализа электрических и магнитных цепей и полей в стационарных и нестационарных режимах (ПК-1);

- проводить расчетные исследования электрических, электронных и магнитных цепей (ПК-3);

- критически анализировать и оценивать современные научные достижения, генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1).

Владеть:

- культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Год обучения	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
			Лекции	Практические	Лабораторные работы	СРА	
1	Классификация методов математического и компьютерного моделирования процессов в электротехнических устройствах.	2	4			8	собеседование
2	Схемотехнические методы, основанные на топологических понятиях и соотношениях.	2	4			8	собеседование
3	Автоматизация построения системы дифференциальных уравнений в пространстве состояний для нелинейных (в т.ч. электронных) цепей.	2	4			8	собеседование
4	Построение сигнальных графов цепей силовой электроники.	2	4			8	собеседование
5	Построение структурных схем цепей силовой электроники в ПО имитационного моделирования.	2	4			8	собеседование
6	Построение структурных схем электромагнитных цепей трансформаторов в ПО имитационного моделирования.	2	4			8	собеседование

7	Построение структурных схем, моделирующих и отображающих энергетические параметры моделируемых устройств.	2	4		8	собеседование
8	Реализация моделей физических полей в математическом ПО. Методы расчёта интегральных параметров физических полей и их реализация в математическом ПО.	2	4		8	собеседование
9	Комбинирование пространственно-распределённого (nD) и интегрального (0D) уровней моделирования процессов в электротехнических устройствах.	2	4		8	собеседование
ИТОГО: 144 часа			36		72	зачёт

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Применяются мультимедийные образовательные технологии при чтении лекций, электронные образовательные технологии при организации самостоятельной работы аспирантов. Для реализации компетентного подхода в учебный процесс интегрируются интерактивные образовательные технологии при осуществлении различных видов учебной работы: учебную дискуссию, электронные средства обучения, компьютерные симуляции, разбор ситуаций, связанных с моделируемыми режимами. Лекционные занятия проводятся в аудиториях, оборудованных компьютерами, электронными проекторами, что позволяет сочетать активные и интерактивные формы проведения занятий. Чтение лекций сопровождается демонстрацией компьютерных слайдов, вычислительных сценариев и математических моделей. Текущий контроль проводится в форме собеседования по темам лекционных и практических занятий и в соответствии с перечнем вопросов для самостоятельной работы. Промежуточная аттестация проводится в форме зачёта в соответствии с перечнем зачётных вопросов.

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТОВ

Перечень вопросов для самостоятельной работы аспирантов  
и подготовки к зачёту

1. Краткая классификация методов математического и компьютерного моделирования процессов в электротехнических устройствах.
2. Нелинейная формулировка метода узловых потенциалов для анализа статических режимов электрических цепей.
3. Нелинейная формулировка метода напряжений ветвей дерева для анализа статических режимов электрических цепей.

4. Нелинейная формулировка метода контурных токов для анализа статических режимов электрических цепей.
5. Нелинейная формулировка метода переменных состояния применительно к электрическим цепям с сосредоточенными параметрами.
6. Формирование уравнений относительно переменных состояния с помощью топологических соотношений теории цепей.
7. Линейная формулировка метода переменных состояния применительно к электрическим цепям с сосредоточенными параметрами с матричными определяющими выражениями для матриц коэффициентов, входов, выходов и обходов.
8. Построить сигнальный граф и структурную схему формата Simulink однофазного однополупериодного выпрямителя с ёмкостным фильтром.
9. Построение сигнального графа и структурной схемы формата Simulink однофазного однополупериодного выпрямителя с индуктивным фильтром.
10. Построение сигнального графа и структурной схемы формата Simulink однофазного двухполупериодного выпрямителя с ёмкостным фильтром.
11. Построение сигнального графа и структурной схемы формата Simulink однофазного двухполупериодного выпрямителя с индуктивным фильтром.
12. Построение сигнального графа и структурной схемы формата Simulink трёхфазного трёхпульсного выпрямителя с ёмкостным фильтром.
13. Построение сигнального графа и структурной схемы формата Simulink трёхфазного трёхпульсного выпрямителя с индуктивным фильтром.
14. Построение сигнального графа и структурной схемы формата Simulink трёхфазного шестипульсного выпрямителя с ёмкостным фильтром.
15. Построение сигнального графа и структурной схемы формата Simulink трёхфазного шестипульсного выпрямителя с индуктивным фильтром.
16. Построение сигнального графа и структурной схемы формата Simulink, соответствующую электромагнитной схеме замещения однофазного трансформатора.
17. Построение сигнального графа и структурной схемы формата Simulink блока, вычисляющего и отображающего активную мощность, потребляемую приёмником электроэнергии.
18. Построение сигнального графа и структурной схемы формата Simulink блока, вычисляющего и отображающего реактивную мощность, потребляемую приёмником электроэнергии по «площади вольт-амперной характеристики».
19. Построение сигнального графа и структурной схемы формата Simulink блока, вычисляющего и отображающего реактивную мощность, потребляемую приёмником электроэнергии по «площади вебер-кулонной характеристики».
20. Построение сигнального графа и структурной схемы формата Simulink блока, вычисляющего и отображающего полную мощность, потребляемую приёмником электроэнергии.

21. Построение сигнального графа и структурной схемы Simulink блока, вычисляющего и отображающего действующее значение периодической величины.
22. Реализация моделей физических полей в COMSOL Multiphysics.
23. Методы расчёта интегральных параметров физических полей и их реализация в COMSOL Multiphysics.
24. Вычислительные технологии комбинирования пространственно- распределённого (nD) и интегрального (0D) уровней моделирования процессов в электротехнических устройствах.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **Основная литература**

1. Моделирование в электроэнергетике [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Ф. Шаталов, И. Н. Воротников, М. А. Мастепаненко и др. – Ставрополь: АГРУС, 2014. – 140 с. – ISBN 978-5-9596-1059-3. – <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=514263>.
2. Моделирование электротехнических систем/ Гурова Е.Г. – Новосибир.: НГТУ, 2014. – 52 с.: ISBN 978-5-7782-2569-5. – <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=548131>.
3. Королёв А.Л. Компьютерное моделирование. Лабораторный практикум [Электронный ресурс] / А.Л. Королёв. - 2-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 296 с.: ил. – ISBN 978-5-9963-2255-8. – <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996322558.html>.
4. Астахов, В.И. Квазистационарные электромагнитные поля в проводящих оболочках: [научное издание]/ В. И. Астахов. - Москва: Физматлит, 2013. – 329 с. : ил., табл. – Библиогр.: с. 318-329. – ISBN 978-5-9221-1494-3. – <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922114943.html>.
5. Численные методы. Достоверное и точное численное решение дифференциальных уравнений в САЕ-системах САПР: Уч.пос. / Маничев В.Б., Глазкова В.В., Кузьмина И.А. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 152 с.: 60x90 1/16. - ISBN 978-5-16-010366-2. – <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=423817>.

### **Дополнительная литература**

1. Павловский, Ю.Н. Имитационное моделирование: учебное пособие для вузов по специальностям направления "Прикладная математика и информатика"/ Ю. Н. Павловский, Н. В. Белотелов, Ю. И. Бродский. – 2-е изд., стер. – Москва: Академия, 2008. – 235 с. : ил. – (Университетский учебник. Прикладная математика и информатика). Библиогр.: с. 231-233. – ISBN 978-5-7695-5765-1.
2. Булавин, Л.А. Компьютерное моделирование физических систем: учебное пособие/ Л. А. Булавин, Н. В. Выгорницкий, Н. И. Лебовка. – Долгопрудный: Интеллект, 2011. – 349 с. : ил. Библиогр. в конце гл. – ISBN 978-5-91559-101-0.
3. Рыбачук А.М., Чернышов Г.Г. Математическое моделирование физических процессов в дуге и сварочной ванне [Электронный ресурс]: Учеб. пособие / Рыбачук А.М., Чернышов Г.Г. – М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007. – <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703829417.html>.
4. Моделирование физических процессов в энергетических ядерных реакторах на быстрых нейтронах: учебное пособие для вузов / А.М. Кузьмин, А.Н. Шмелев, В.А. Апсэ. – М.: Из-

дательский дом МЭИ, 2015. – 128 с.; ил." – ISBN 978-5-383-00733-4. – <http://www.studentlibrary.ru/book/MPEI231.html>.

5. Расчет электрических полей устройств высокого напряжения: учебное пособие для вузов / И.П. Белоедова, Ю.В. Елисеев, Е.С. Колечицкий и др.; под ред. Е.С. Колечицкого. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. – 248 с.: ил. – ISBN 978-5-383-00072-4. – <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383000724.html>.

6. Голубева, Н.В. Математическое моделирование систем и процессов: учебное пособие для вузов железнодорожного транспорта/ Н. В. Голубева. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. – 191 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). – Библиогр.: с. 176-179. – Предм. указ.: с. 180-188. – ISBN 978-5-8114-1424-6.

### **Программное обеспечение (ПО) и Internet-ресурсы**

При изучении данной дисциплины используется следующее лицензионное ПО:

- 1) Система инженерных и научных расчётов MATLAB;
- 2) Программный комплекс MathCad;
- 3) Программный комплекс COMSOLMultiphysics для моделирования физических полей.

Internet-ресурсы:

- 1) Образовательный математический сайт [exponenta.ru](http://exponenta.ru);
- 2) Сайт сообщества пользователей системы MATLAB [matlab.exponenta.ru](http://matlab.exponenta.ru).

### **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Кафедра «Электротехника и электроэнергетика» имеет в оперативном подчинении компьютерный класс 519/3, содержащий 16 современных персональных компьютеров и набор современной оргтехники (принтеры, сканеры, ксероксы). Кафедра имеет две специализированные лекционные аудитории, снабженные персональными компьютерами и проекторами (517/3, 520/3). Кафедра имеет специализированную лабораторию 522/3 с шестью компьютеризированными лабораторными стендами. Это оборудование используется для лекционных, практических и лабораторных занятий. Все эти виды занятий обеспечиваются также необходимыми лицензионными программными комплексами MATLAB и COMSOLMuliphysics.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению 13.06.01 Электро- и теплотехника и направленности (профилю) подготовки 05.09.05 Теоретическая электротехника

Рабочую программу составил доцент Шмелёв В.Е. \_\_\_\_\_

Рецензент-Главный инженер ООО «МФ Электро» \_\_\_\_\_

Тескин Д.А.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭТЭн протокол № 13/1 от 18.06.2016 года.

Заведующий кафедрой Сбитнев С.А. \_\_\_\_\_

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 13.06.01 Электро- и теплотехника

Протокол № № 13/1 от 18.06.2016 года.

Председатель комиссии Сбитнев С.А. \_\_\_\_\_

(ФИО, подпись)



*Handwritten signature*

*Handwritten signature*



**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2016/17 учебный год  
Протокол заседания кафедры № 1 от 05.09.17 года  
Заведующий кафедрой Бадалян Н.П.

Рабочая программа одобрена на 2017/18 учебный год  
Протокол заседания кафедры № 1 от 04.09.18 года  
Заведующий кафедрой Бадалян Н.П.

Рабочая программа одобрена на 2019/20 учебный год  
Протокол заседания кафедры № 1 от 04.09.19 года  
Заведующий кафедрой Бадалян Н.П.

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

Институт архитектуры, строительства и энергетики

Кафедра электротехники и электроэнергетики

УТВЕРЖДАЮ

Председатель учебно-методической комиссии  
по направлению подготовки

 С.А.Сбитнев

« 18 » 06 2016

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
для текущего контроля и промежуточной аттестации  
при изучении учебной дисциплины  
«Компьютерное моделирование электротехнических устройств»

Направление 13.06.01 Электро- и теплотехника

Направленность 05.09.05-Теоретическая электротехника

Уровень высшего образования – подготовка кадров высшей квалификации

Владимир, 2016

# 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Компьютерное моделирование электротехнических устройств»

Формируемые компетенции:

УК - универсальные компетенции, не зависящие от конкретного направления подготовки: 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);

ОПК - общепрофессиональные компетенции, определяемые направлением подготовки: владением культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2); способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3);

ПК – профессиональные компетенции, определяемые направленностью (профилем) программы аспирантуры в рамках направления подготовки: способность проведения исследований по проблемам анализа, синтеза и диагностики электрических и магнитных цепей и полей в стационарных и нестационарных режимах (ПК-1); готовность проведения экспериментальных и расчетных исследований электрических, электронных и магнитных цепей (ПК-3).

Форма промежуточной аттестации: зачёт, 2-й год обучения.

## Этапы формирования и оценки компетенций

№ этапа	Оцениваемые темы, разделы курса; вопросы для самостоятельной работы (в соответствии с рабочей программой)	Компетенции	Виды оценочных средств
Текущий контроль успеваемости в ходе изучения дисциплины			
1	Классификация методов математического и компьютерного моделирования процессов в электротехнических устройствах.	УК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1 ПК-3	Собеседование по вопросам по разделу 1
2	Схемотехнические методы, основанные на топологических понятиях и соотношениях.	УК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1 ПК-3	Собеседование по вопросам по разделу 2
3	Автоматизация построения системы дифференциальных уравнений в пространстве состояний для нелинейных (в т.ч. электронных) цепей.	УК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1 ПК-3	Собеседование по вопросам по разделу 3
4	Построение сигнальных графов цепей силовой электроники.	УК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1 ПК-3	Собеседование по вопросам по разделу 4

5	Построение структурных схем цепей силовой электроники в ПО имитационного моделирования.	УК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1 ПК-3	Собеседование по вопросам по разделу 5
6	Построение структурных схем электромагнитных цепей трансформаторов в ПО имитационного моделирования.	УК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1 ПК-3	Собеседование по вопросам по разделу 6
7	Построение структурных схем, моделирующих и отображающих энергетические параметры моделируемых устройств.	УК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1 ПК-3	Собеседование по вопросам по разделу 7
8	Реализация моделей физических полей в математическом ПО. Методы расчёта интегральных параметров физических полей и их реализация в математическом ПО.	УК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1 ПК-3	Собеседование по вопросам по разделу 8
9	Комбинирование пространственно-распределённого (nD) и интегрального (0D) уровней моделирования процессов в электротехнических устройствах.	УК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1 ПК-3	Собеседование по вопросам по разделу 9
в том числе текущий контроль самостоятельной работы аспиранта			
1.	Вопросы по темам раздела 1 курса	УК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1 ПК-3	Собеседование по вопросам СРА, раздел 1
2.	Вопросы по темам раздела 2 курса	УК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1 ПК-3	Собеседование по вопросам СРА, раздел 2
3	Вопросы по темам раздела 3 курса	УК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1 ПК-3	Собеседование по вопросам СРА, раздел 3
4	Вопросы по темам раздела 4 курса	УК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1 ПК-3	Собеседование по вопросам СРА, раздел 4
5	Вопросы по темам раздела 5 курса	УК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1 ПК-3	Собеседование по вопросам СРА, раздел 5
6	Вопросы по темам раздела 6 курса	УК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1 ПК-3	Собеседование по вопросам СРА, раздел 6
7	Вопросы по темам раздела 7 курса	УК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1 ПК-3	Собеседование по вопросам СРА, раздел 7

8	Вопросы по темам раздела 8 курса	УК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1 ПК-3	Собеседование по вопросам СРА, раздел 8
9	Вопросы по темам раздела 9 курса	УК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1 ПК-3	Собеседование по вопросам СРА, раздел 9
Промежуточная аттестация по итогам изучения дисциплины			
	Перечень вопросов по разделам 1-9 для подготовки к зачёту	УК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1 ПК-3	Собеседование по вопросам разделов 1-9

## 2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Компьютерное моделирование электротехнических устройств»

### 2.1. Текущий контроль самостоятельной работы аспиранта.

#### Критерии оценки по СРА

Оценка	Критерии
зачтено	Аспирант показал творческий подход к освоению программы дисциплины, в совершенстве или в достаточной степени овладел теоретическими вопросами дисциплины, показал необходимые умения и навыки.
не зачтено	Аспирант имеет проблемы по отдельным теоретическим разделам дисциплины и не владеет как минимум основными умениями и навыками.

### 2.2. Промежуточная аттестация – зачёт

#### Вопросы к зачёту по дисциплине «Компьютерное моделирование электротехнических устройств»

1. Краткая классификация методов математического и компьютерного моделирования процессов в электротехнических устройствах.
2. Нелинейная формулировка метода узловых потенциалов для анализа статических режимов электрических цепей.
3. Нелинейная формулировка метода напряжений ветвей дерева для анализа статических режимов электрических цепей.
4. Нелинейная формулировка метода контурных токов для анализа статических режимов электрических цепей.
5. Нелинейная формулировка метода переменных состояния применительно к электрическим цепям с сосредоточенными параметрами.
6. Формирование уравнений относительно переменных состояния с помощью топологических соотношений теории цепей.
7. Линейная формулировка метода переменных состояния применительно к электрическим цепям с сосредоточенными параметрами с матричными определяющими выражениями для матриц коэффициентов, входов, выходов и обходов.

8. Построить сигнальный граф и структурную схему формата Simulink однофазного однополупериодного выпрямителя с ёмкостным фильтром.
9. Построение сигнального графа и структурной схемы формата Simulink однофазного однополупериодного выпрямителя с индуктивным фильтром.
10. Построение сигнального графа и структурной схемы формата Simulink однофазного двухполупериодного выпрямителя с ёмкостным фильтром.
11. Построение сигнального графа и структурной схемы формата Simulink однофазного двухполупериодного выпрямителя с индуктивным фильтром.
12. Построение сигнального графа и структурной схемы формата Simulink трёхфазного трёхпульсного выпрямителя с ёмкостным фильтром.
13. Построение сигнального графа и структурной схемы формата Simulink трёхфазного трёхпульсного выпрямителя с индуктивным фильтром.
14. Построение сигнального графа и структурной схемы формата Simulink трёхфазного шестипульсного выпрямителя с ёмкостным фильтром.
15. Построение сигнального графа и структурной схемы формата Simulink трёхфазного шестипульсного выпрямителя с индуктивным фильтром.
16. Построение сигнального графа и структурной схемы формата Simulink, соответствующую электромагнитной схеме замещения однофазного трансформатора.
17. Построение сигнального графа и структурной схемы формата Simulink блока, вычисляющего и отображающего активную мощность, потребляемую приёмником электроэнергии.
18. Построение сигнального графа и структурной схемы формата Simulink блока, вычисляющего и отображающего реактивную мощность, потребляемую приёмником электроэнергии по «площади вольт-амперной характеристики».
19. Построение сигнального графа и структурной схемы формата Simulink блока, вычисляющего и отображающего реактивную мощность, потребляемую приёмником электроэнергии по «площади вебер-кулонной характеристики».
20. Построение сигнального графа и структурной схемы формата Simulink блока, вычисляющего и отображающего полную мощность, потребляемую приёмником электроэнергии.
21. Построение сигнального графа и структурной схемы Simulink блока, вычисляющего и отображающего действующее значение периодической величины.
22. Реализация моделей физических полей в COMSOL Multiphysics.
23. Методы расчёта интегральных параметров физических полей и их реализация в COMSOL Multiphysics.
24. Вычислительные технологии комбинирования пространственно- распределённого (nD) и интегрального (0D) уровней моделирования процессов в электротехнических устройствах.

Шкала оценивания по промежуточной аттестации (зачёт)

Оценка	Критерии	Уровень сформированности компетенций
«зачтено»	Аспирант показал развернутый ответ, представляющий собой связное, логическое, последовательное раскрытие поставленного вопроса, широкое знание литературы. Аспирант обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, способность применить полученные знания на практике.	высокий

«зачтено»	Аспирант дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для высокого уровня, но допускает некоторые ошибки, которые исправляет самостоятельно, и некоторые недочеты в изложении вопроса.	продвинутый
«зачтено»	Аспирант обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но излагает материал неполно и допускает неточности в ответе.	пороговый
«не зачтено»	Аспирант обнаруживает незнание большей части проблем, связанных с изучением вопроса; допускает ошибки в ответе, искажает смысл текста, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Данная оценка характеризует недостатки в подготовке аспиранта, которые являются серьезным препятствием к успешной профессиональной и научной деятельности.	не сформированы

Фонд оценочных средств по дисциплине «Компьютерное моделирование электротехнических устройств» составил

доцент Шмелёв В.Е.

