



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический  
университет» (БГТУ)**

**Факультет энергетики и электроники**

*(наименование факультета/института)*

**Электронные, радиоэлектронные и электротехнические системы**

*(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)*

**УТВЕРЖДАЮ**

**Первый проректор**

**по учебной работе и цифровизации**

\_\_\_\_\_ **В.А. Шкаберин**

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**учебной дисциплины**

**Моделирование компонентов электротехнических**

**комплексов и систем**

*(наименование дисциплины)*

**13.06.01 Электро- и теплотехника**

*(код и наименование специальности или направления подготовки)*

**Электротехнические комплексы и системы**

*(направленность (профиль)/ специализация образовательной программы)*

**высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации**

*(уровень образования)*

**Исследователь. Преподаватель-исследователь**

*(квалификация, присваиваемая по специальности или направлению подготовки)*

**Очная**

*(форма обучения)*

**2020**

*(год набора)*

**Брянск 2022**

---

Моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем

*(наименование дисциплины)*

---

13.06.01 Электро- и теплотехника

*(код и наименование специальности или направления подготовки)*

---

Электротехнические комплексы и системы

*(направленность (профиль)/ специализация образовательной программы)*

---

Разработал:

Профессор кафедры «ЭРЭиЭС»,

д.т.н., доцент

*(должность, ученая степень, ученое звание)*

*(подпись)*

Г.А. Федяева

*(И.О. Фамилия)*

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
Электронные, радиоэлектронные и  
электротехнические системы

*(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)*

«10» марта 2022 г., протокол № 6/2

Заведующий кафедрой

к.т.н., доцент

*(ученая степень, ученое звание)*

*(подпись)*

А.А. Малаханов

*(И.О. Фамилия)*

© Федяева Г.А., 2022

© ФГБОУ ВО «Брянский государственный  
технический университет», 2022

## **Предисловие**

Рабочая программа предназначена для методического сопровождения преподавания дисциплины (модуля) «Моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем» аспирантам очной формы обучения по направлению подготовки кадров высшей квалификации 13.06.01 «Электро- и теплотехника» (профиль: Электротехнические комплексы и системы). Она представляет собой вариативную дисциплину, позволяющую изучить основные принципы моделирования компонентов электротехнических комплексов и систем и подходы научных исследований в этой области.

### **1. Цель и задачи освоения дисциплины**

**Цель освоения дисциплины:** формирование и развитие у аспирантов компетенций, позволяющих овладеть методами целенаправленного выбора математического описания электротехнических комплексов и систем, необходимого для их моделирования при исследовании и разработке, а также оптимальных способов и инструментов экспериментального определения количественных характеристик выбранного описания.

#### **Задачи:**

- приобретение навыков математического описания электротехнических комплексов и систем и выбора модели в зависимости от цели исследования или разработки;
- освоение приёмов и инструментов экспериментального построения моделей электротехнических комплексов и систем.

### **2. Место дисциплины в структуре ОПОП аспирантуры**

Дисциплина «Моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем» в соответствии с учебным планом направления подготовки аспирантов 13.06.01 «Электро- и теплотехника» относится к вариативной части подготовки (Б.1) и является дисциплиной по выбору.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных аспирантами в результате освоения образовательной программы высшего образования второго уровня (магистратура, специалитет), элективных дисциплин по направленности ОПОП ВО третьего уровня (аспирантура).

Дисциплина направлена на сдачу кандидатского минимума, осуществление научно-исследовательской деятельности аспиранта по направленности программы аспирантуры и подготовку научного доклада о результатах НКР (диссертации).

### **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

Дисциплина «Моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем» направлена на освоение следующих **видов профессиональной деятельности:**

- сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбор и обоснование методик и средств решения поставленных задач;
- разработки методик и организации проведения экспериментов и испытаний, анализ их результатов;
- разработки физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере.

#### Компетенции и требования к освоению дисциплины

Коды компетенций по ФГОС ВО	Наименование компетенции	Результат освоения
<i>Профессиональные компетенции</i>		
ПК-1	Способность научно обоснованно моделировать рабочие процессы и явления существующих и вновь разрабатываемых компонентов электротехнических комплексов и систем	<p><b>знать:</b> основные методы и подходы проведения моделирования рабочих процессов в области электротехнических комплексов и систем с использованием современных программных комплексов;</p> <p><b>уметь:</b> использовать существующие инструменты моделирования процессов в электротехнических комплексах и системах, предлагаемые специализированными программными комплексами; научно обосновывать полученные результаты моделирования.</p> <p><b>владеть:</b> методами компьютерного моделирования рабочих процессов компонентов электротехнических комплексов и систем.</p>
ПК-2	Способность проводить теоретические и экспериментальные научные исследования с целью совершенствования и разработки принципиально новых систем и алгоритмов управления электроприводов	<p><b>знать:</b> основные методы и подходы проведения теоретических и экспериментальных исследований в области электротехнических комплексов и систем с использованием передовых технологий;</p> <p><b>уметь:</b> критически анализировать существующие системы и алгоритмы управления электроприводом; находить пути модернизации существующих систем управления электроприводом при помощи как теоретических, так и экспериментальных исследований;</p> <p><b>владеть:</b> методами теоретической и экспериментальной оценки систем и алгоритмов управления электроприводов.</p>
ПК-4	Способность прогнозировать динамические процессы в электрической и механической подсистемах электроприводов сложных механических объектов	<p><b>знать:</b> основные принципы и методики создания прогнозных вариантов электрических и механических подсистем электроприводов сложных механических объектов;</p> <p><b>уметь:</b> реализовывать методы прогнозирования и расчета динамики физических процессов на основе проведенных научных исследований;</p> <p><b>владеть:</b> навыками анализа результатов проведенных исследований в части выделения информации о перспективных процессах в механизмах подсистем сложного электропривода; навыками создания вспомогательного и результирующего программного обеспечения при проведении научных исследований;</p>

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
В том числе:		
Лекции (Л)	6	6
Практические занятия (ПЗ)	6	6
Семинары (С)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>Самостоятельная работа (СРС) (всего)</b>	<b>51</b>	<b>51</b>
В том числе:		
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графические работы	-	-
Реферат	-	-
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>		
Подготовка к занятиям	30	30
Самоподготовка	21	21
Вид промежуточной аттестации:		
- зачет	-	-
- экзамен	45	45
Общая трудоемкость: 108 часов; 3 зачетных единиц	<b>108</b>	<b>108</b>

#### 5. Содержание дисциплины.

##### 5.1. Содержание разделов дисциплины.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (дидактические единицы)	Форма проведения занятий
1.	<b>Основы моделирования электротехнических цепей</b>	Синусоидально изменяющиеся величины и их характеристики. Тригонометрический ряд. Формулы Эйлера-Фурье. Тригонометрический ряд с произвольным периодом.	Лекции
2.	<b>Математическое моделирование электротехнических комплексов и систем</b>	Свойства математических моделей. Структурные, функциональные, структурно-функциональные, функционально-имитационные, имитационно-алгоритмические, функционально-аналитические, теоретические, эмпирические, стохастические, детерминированные, нестационарные, стационарные, динамические, статические, линейные, нелинейные, непрерывные, дискретные, непрерывно-дискретные (смешанные), микроуровня, макроуровня, метауровня, интегральные, дифференциальные, алгебраические, дифференциально-алгебраические (смешанные) модели.	Лекции
3.	<b>Численные методы исследования электротехнических комплексов и систем</b>	Взаимосвязи свойств математических моделей физических процессов и свойств численных методов. Соответствие метода математической модели (адекватность метода); соответствие метода решаемой задаче на данной математической задаче (проблемная ориентация метода); универсальность метода (его применимость к некоторому набору частных	Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (дидактические единицы)	Форма проведения занятий
		математических моделей, полученных из некоторой общей математической модели); эффективность метода (предпочтительность метода по некоторым критериям оптимальности). Построение неявных методов для неявных математических моделей. Численные методы решения жестких математических моделей в канонической форме.	
4.	<b>Основные пути решения проблем моделирования электротехнических комплексов и систем с позиций системного анализа</b>	Превращение математического моделирования в интеллектуальное ядро информационных технологий. Системные подходы и системный анализ в технике и технологиях. Развитие, корректировка и уточнение элементов системного анализа в области математического моделирования электротехнических комплексов и систем.	Лекции
5.	<b>Моделирование электротехнических систем в среде MATLAB Simulink</b>	Типовые структурные схемы электротехнических систем и их характеристики. Анализ и синтез линейных и нелинейных систем автоматического управления. Моделирование электротехнических схем.	Практика

## 5.2. Лабораторные работы.

Лабораторные работы по данной дисциплине не предусмотрены.

## 5.3. Семинары

Семинары по данной дисциплине не предусмотрены.

## 5.4. Разделы дисциплины и виды занятий (в часах).

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	С	СРС	ЭКЗ	Всего часов
1	Основы моделирования электротехнических цепей	2	-	-	-	10	9	21
2	Математическое моделирование электротехнических комплексов и систем	2	-	-	-	10	9	21
3	Численные методы исследования электротехнических комплексов и систем	1	-	-	-	10	9	20
4	Основные пути решения проблем моделирования электротехнических комплексов и систем с позиций системного анализа	1	-	-	-	10	9	20
5	Моделирование электротехнических систем в среде MATLAB Simulink	-	6	-	-	11	9	26
	<b>ИТОГО</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>51</b>	<b>45</b>	<b>108</b>

## 6. Лекции, практические занятия, лабораторные работы.

### 6.1. Лекции

#### Тематика лекций и их трудоемкость

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика лекций	Трудоемкость (час.)
1	2	3	4
1	1	Основы моделирования электротехнических цепей	2
2	2	Математическое моделирование электротехнических комплексов и систем	2
3	3	Численные методы исследования электротехнических	1
4	4	Основные пути решения проблем моделирования электротехнических комплексов и систем с позиций системного анализа	1
Итого			6

### 6.2. Практические занятия

#### Тематика практических занятий и их трудоемкость

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (час.)
1	2	3	4
1	5	Моделирование электротехнических систем в среде MATLAB Simulink	6
Итого			6

### 6.3. Образовательные технологии.

В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:

Вид учебной работы	Виды образовательных технологий
Лекции	Проблемная лекция Лекция с разбором конкретных ситуаций Лекция-беседа Лекция-обсуждение
Практические занятия	Решение практических задач
Самостоятельная работа	Информационные компьютерные технологии Изучение литературы
Консультации	Управление процессом освоения учебной информации, применения знаний на практике, поиска новой учебной информации
Текущий контроль, экзамен	Устный опрос, прием экзаменов по билетам

### 7. Самостоятельная работа аспирантов

№ п/п	№ раздела дисциплины	Вид самостоятельной работы
1.	1	Изучения конспекта лекций и дополнительной литературы из списка.
2.	2	Изучения конспекта лекций и дополнительной литературы из списка.
3.	3	Изучения конспекта лекций и дополнительной литературы из списка.
4.	4	Изучения конспекта лекций и дополнительной литературы из списка.
5.	1 - 5	Подготовка к экзамену
<b>ИТОГО: 51 час</b>		

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

### 8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

#### Основная литература:

1. Васильев Б.Ю. Электропривод. Энергетика электропривода [Электронный ресурс] : учебник / Б.Ю. Васильев. — Электрон. текстовые данные. — М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2015. — 272 с. — 978-5-91359-155-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/53868.html>
2. Бирюков В.В. Тяговый электрический привод [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Бирюков, Е.Г. Порсев. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013. — 314 с. — 978-5-7782-2263-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45180.html>
3. Климова Г.Н. Энергосбережение на промышленных предприятиях [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.Н. Климова. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2014. — 180 с. — 978-5-4387-0380-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34743.html>
4. Виноградов, А.Б. Векторное управление электроприводами переменного тока / А.Б. Виноградов.— ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И.Ленина».— Иваново, 2008.— 298 с.
5. Греков Э.Л. Исследование системы автоматического управления электроприводом постоянного тока [Электронный ресурс] : учебное пособие / Э.Л. Греков, В.Б. Фатеев. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2011. — 108 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30057.html>
6. Панкратов В.В. Автоматическое управление электроприводами. Часть I. Регулирование координат электроприводов постоянного тока [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Панкратов. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013. — 200 с. — 978-5-7782-2223-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45357.html>
7. Шеин А.Б. Методы проектирования электронных устройств [Электронный ресурс] / А.Б. Шеин, Н.М. Лазарева. — Электрон. текстовые данные. — М. : Инфра-Инженерия, 2013. — 456 с. — 978-5-9729-0041-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13540.html>
8. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB. SimPowerSystems и Simulink [Электронный ресурс] / И.В. Черных. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Профобразование, 2017. — 288 с. — 978-5-4488-0085-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63804.html>
9. Глухов А.В. Проектирование электронных устройств в схемотехническом редакторе PSpice Schematics [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Глухов, В.В. Шубин, Л.Г. Рогулина. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информ-

- матики, 2016. — 77 с. — 2227-8397. — Режим доступа: Калачев Ю.Н. Векторное регулирование [Текст]: методическое пособие / Ю.Н. Калачев. — М.: ЭФО, 2013. — 63 с.
10. Мещеряков В.Н. Энергосберегающие системы электропривода переменного тока с частотным управлением для механизмов с вентиляторным статическим моментом [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Н. Мещеряков. — Электрон. текстовые данные. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 50 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17682.html>
  11. Сипайлова Н.Ю. Вопросы проектирования электрических аппаратов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.Ю. Сипайлова. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2014. — 168 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34657.html>
  12. Герман-Галкин С.Г. Matlab & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК.- СПб.: Корона - Век, 2008.

*Дополнительная литература:*

1. Ванурин, В.Н. Электрические машины [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 304 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72974>. — Загл. с экрана.
2. Епифанов, А.П. Электрические машины [Электронный ресурс] : учеб. / А.П. Епифанов, Г.А. Епифанов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 300 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/95139>. — Загл. с экрана.
3. Шлейников В.Б. Электроснабжение цеха промышленного предприятия [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Б. Шлейников. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2012. — 115 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30147.html>
- Системы подчиненного регулирования электроприводов переменного тока с вентильными преобразователями / О.В. Слежановский, Л.Х. Дацковский, И.С. Кузнецов и др. М.: Энергоатомиздат, 1983.
4. Элементы привода приборов. Расчет, конструирование, технологии [Электронный ресурс] : монография / В.Е. Старжинский [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Белорусская наука, 2012. — 769 с. — 978-985-08-1429-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12331.html>
5. Никитин Ю.Р. Диагностирование мехатронных систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.Р. Никитин, И.В. Абрамов. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2013. — 116 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13859.html>
6. Поздеев А.А. Электромагнитные и электромеханические процессы в частотно регулируемых асинхронных электроприводах. Чебоксары.: Изд-во Чуваш. гос. ун-та, 1998.
7. Усольцев, А.А. Электрические машины. Учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО,

2013. — 416 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/40871>. — Загл. с экрана.
8. Скорняков, В.А. Электрические машины: учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2012. — 152 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/45443>. — Загл. с экрана.
  9. Розанов, Ю.К. Силовая электроника: учебник для вузов [Электронный ресурс] : учеб. / Ю.К. Розанов, М.В. Рябчицкий, А.А. Кваснюк. — Электрон. дан. — Москва : Издательский дом МЭИ, 2016. — 632 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72283>. — Загл. с экрана.
  10. Фролов, В.Я. Устройства силовой электроники и преобразовательной техники с разомкнутыми и замкнутыми системами управления в среде Matlab-Simulink [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.Я. Фролов, В.В. Смородинов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 332 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93780>. — Загл. с экрана.
  11. Белоус, А.И. Полупроводниковая силовая электроника [Электронный ресурс] / А.И. Белоус, С.А. Ефименко, А.С. Турцевич. — Электрон. дан. — Москва : Техносфера, 2013. — 216 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/73530>. — Загл. с экрана.
  12. Выбор и применение низковольтных электрических аппаратов распределения, управления и автоматики [Электронный ресурс] : справочное пособие / Е.Г. Акимов [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский дом МЭИ, 2016. — 344 с. — 978-5-383-01035-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55951.html>
  13. Булычев А.В. Релейная защита в распределительных электрических сетях [Электронный ресурс] : пособие для практических расчетов / А.В. Булычев, А.А. Наволочный. — Электрон. текстовые данные. — М. : ЭНАС, 2011. — 206 с. — 978-5-4248-0006-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/4340.html>
  14. Гуревич В.И. Электрические реле. Устройство, принцип действия и применения [Электронный ресурс] : настольная книга электротехника / В.И. Гуревич. — Электрон. текстовые данные. — М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2011. — 688 с. — 978-5-91359-086-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20929.html>
  15. Баховцев И.А. Микропроцессорные системы управления устройствами силовой электроники. Часть 2 [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.А. Баховцев. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2009. — 109 с. — 978-5-7782-1360-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45111.html>

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

1. Электронная библиотечная система ЛАНЬ <https://e.lanbook.com>.
2. Электронная библиотечная система IPRBooks <http://www.iprbookshop.ru>.

### **8.3. Перечень минимально необходимого программного обеспечения:**

Операционные системы и офисные пакеты (ОС WINDOWS, Linux),  
MATLAB (учебная версия),  
Universal Mechanism,  
МКЭ пакеты.

### **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины.**

Для обучения дисциплине «Моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем» необходимы:

- 1) помещение для проведения практических занятий (ауд. 70а, ауд. 70б);
- 2) помещение для промежуточной аттестации, в том числе итоговой аттестации (ауд. 93);
- 3) помещение для самостоятельной работы, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации (ауд. 70б);

Перечисленные специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

### **10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.**

#### **10.1. Методические рекомендации для преподавателей.**

##### **Методика чтения лекций.**

Лекции являются одним из основных методов обучения и должны решать следующие задачи:

- изложение наиболее важного материала программы курса, освещающего основные моменты;
- установление связи изучаемых тем курса с дисциплинами профессионального цикла направления подготовки;
- развитие у аспирантов теоретического понятийного мышления;
- формирование у аспирантов потребности к самостоятельной работе над учебной и научной литературой.

Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее основных положений. Рекомендуется на первой лекции довести до внимания аспирантов структуру курса и его разделы, а в дальнейшем указывать название каждого раздела, суть и его задачи, а, закончив изложение, подводить итог по этому разделу.

##### **Содержание лекций**

Содержание лекций определяется настоящей рабочей программой. Желательно, чтобы каждая лекция охватывала и исчерпывала определенную тему и представляла собой логически законченное изложение. Лучше сократить тему и не допускать перерыва ее в таком месте, когда основная идея еще полностью не раскрыта. В случае, если материал невозможно изложить в рамках одной лекции, то на следующей лекции в начале следует сделать краткий обзор материала.

ла предыдущей лекции с целью установления логической связи между лекциями.

Рассмотрение теоретических основ функционирования конкретного устройства или прибора необходимо сопровождать представлением временных диаграмм с помощью презентационного оборудования или на доске.

Следует уделять внимание практическим аспектам. Излагаемая формульная база должна быть напрямую привязана к расчетной практике. При подготовке лекций необходимо пользоваться современной литературой или средствами интернет. Содержание и доработку лекционного курса рекомендуется пересматривать раз в год.

### ***Практические занятия***

Практические занятия необходимо проводить в форме рассмотрения и решения задач и (или) семинаров по тематике, представленной в данной рабочей программе.

### **10.2. Методические рекомендации для обучающихся**

Для успешного освоения дисциплины необходима регулярная и планомерная работа с конспектом лекций, рекомендуемой литературой, интернетом и типовыми задачами.

### ***Лекционные занятия***

Рекомендуется сразу же после окончания лекции просматривать конспект для определения материала, вызывающего затруднения для понимания. После этого необходимо обратиться к рекомендуемой в настоящей программе литературе с целью более углубленного изучения проблемного вопроса. В общем случае работа лишь с одним литературным источником часто является недостаточной для полного понимания. В этом случае рекомендуется просматривать несколько учебников для выбора того, который наиболее полно и доступно освещает изучаемый материал. В случае если проблемы с пониманием остались, необходимо обратиться к преподавателю на ближайшей лекции с заранее сформулированными вопросами.

Для успешного освоения лекционного курса рекомендуется регулярно повторять изученный материал, и проверять свои знания, отвечая на контрольные вопросы в рекомендуемых учебных пособиях.

### ***Практические занятия***

На практических занятиях следует уделять внимание применению методик расчета, изложенных на лекциях в реальной расчетной практике. Особое внимание нужно уделять работе с формульной базой, а также обращать внимание на полученные результаты расчета с целью контроля их достоверности с точки зрения физических соображений. Работа на практических занятиях не должна быть механической, поскольку в ряде случаев для расчета нужно применить последовательно несколько расчетных выражений, что в ряде случаев требует творческого подхода.

### ***По работе с литературой***

Перед изучением литературы аспиранту рекомендуется ознакомиться с информацией по изучаемой теме предложенной автором дисциплины. Это позволит исключить лишний объем информации и сосредоточиться лишь на необ-

ходимом материале. Кроме этого следует уточнить у преподавателя, какой именно литературный источник из приведенного списка наиболее полно раскрывает рассматриваемый вопрос.

### ***По подготовке к экзамену***

При подготовке к экзамену основное внимание нужно обратить на понимание материала, изучаемого в данной дисциплине. Сама форма поведения экзамена (возможность использования при подготовке лекций и литературы) обесценивает механическое запоминание сложных формул. В то же время основные понятия дисциплины в рамках экспресс-опроса должны воспроизводиться без использования литературы и других подручных средств.

### **10.3. Методические рекомендации для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.**

Для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья могут применяться следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

- для слабовидящих:
  - обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
  - для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;
  - задания для выполнения, а также инструкция о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);
- для глухих и слабослышащих:
  - обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости аспирантам предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
  - для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих все контрольные задания по желанию аспирантов могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все аспиранты обучаются в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

## 11. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 11.1. Этапы формирования компетенций

Этапы формирования компетенций (разделы дисциплины)	Показатель освоения (коды)								
	ПК-1			ПК-2			ПК-4		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
Основы моделирования электротехнических цепей	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Математическое моделирование электротехнических комплексов и систем	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Численные методы исследования электротехнических комплексов и систем	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Основные пути решения проблем моделирования электротехнических комплексов и систем с позиций системного анализа	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Моделирование электротехнических систем в среде MATLAB Simulink	+	+	+	+	+	+	+	+	+

### 11.2. Индексированные показатели и критерии оценивания результатов

Коды компетенций по ФГОС ВО	Наименование компетенции	Показатель освоения	Оценочные средства текущего контроля	Оценочные средства промежуточного контроля
Профессиональные компетенции				
ПК-1	Способность научно обоснованно моделировать рабочие процессы и явления существующих и вновь разрабатываемых компонентов электротехнических комплексов и систем	<b>P1 – знает:</b> основные методы и подходы проведения моделирования рабочих процессов в области электротехнических комплексов и систем с использованием современных программных комплексов;	Устный опрос (вопросы к экзамену)	Вопросы к экзамену
		<b>P2 – умеет:</b> использовать существующие инструменты моделирования процессов в электротехнических комплексах и системах, предлагаемые специализированными программными комплексами; научно обосновывать полученные результаты моделирования;	Устный опрос (вопросы к экзамену)	Вопросы к экзамену
		<b>P3 – владеет:</b> методами компьютерного моделирования рабочих процессов компонентов электротехнических комплексов и систем.;	Устный опрос (вопросы к экзамену)	Вопросы к экзамену

Коды компетенций по ФГОС ВО	Наименование компетенции	Показатель освоения	Оценочные средства текущего контроля	Оценочные средства промежуточного контроля
Профессиональные компетенции				
ПК-2	Способность проводить теоретические и экспериментальные научные исследования с целью совершенствования и разработки принципиально новых систем и алгоритмов управления электроприводов	<b>Р1-знает:</b> основные методы и подходы проведения теоретических и экспериментальных исследований в области электротехнических комплексов и систем с использованием передовых технологий;	Устный опрос (вопросы к экзамену)	Вопросы к экзамену
		<b>Р2-умеет:</b> критически анализировать существующие системы и алгоритмы управления электроприводом; находить пути модернизации существующих систем управления электроприводом при помощи как теоретических, так и экспериментальных исследований;	Устный опрос (вопросы к экзамену)	Вопросы к экзамену
		<b>Р3-владеет:</b> методами теоретической и экспериментальной оценки систем и алгоритмов управления электроприводов.;	Устный опрос (вопросы к экзамену)	Вопросы к экзамену
ПК-4	Способность прогнозировать динамические процессы в электрической и механической подсистемах электроприводов сложных механических объектов	<b>Р1-знает:</b> основные принципы и методики создания прогнозных вариантов электрических и механических подсистем электроприводов сложных механических объектов;	Устный опрос (вопросы к экзамену)	Вопросы к экзамену
		<b>Р2-умеет:</b> реализовывать методы прогнозирования и расчета динамики физических процессов на основе проведенных научных исследований;	Устный опрос (вопросы к экзамену)	Вопросы к экзамену

Коды компетенций по ФГОС ВО	Наименование компетенции	Показатель освоения	Оценочные средства текущего контроля	Оценочные средства промежуточного контроля
Профессиональные компетенции				
		<b>РЗ-владеет:</b> навыками анализа результатов проведенных исследований в части выделения информации о перспективных процессах в механизмах подсистем сложного электропривода; навыками создания вспомогательного и результирующего программного обеспечения при проведении научных исследований.	Устный опрос (вопросы к экзамену)	Вопросы к экзамену

### 11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

#### Шкала оценивания

Уровень освоения обучающимся учебного материала определяется оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

#### Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций

Оценку «отлично» заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные учебной программой, изучивший основную и знакомый с дополнительной литературой. Во время экзамена обучающийся должен подробно ответить на два теоретических вопроса билета.

Оценку «хорошо» заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполнивший предусмотренные учебной программой задания, изучивший основную литературу. Во время экзамена обучающийся должен подробно ответить на один теоретический вопрос билета и частично на другой.

Оценку «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, обнаруживший знание основного учебного материала в полном объеме, необходимом для дальнейшей учебы и работы по профессии, выполнивший предусмотренные учебной программой задания, знакомый с основной литературой. Во время экзамена обучающийся должен подробно ответить хотя бы на один теоретический вопрос билета или частично на оба вопроса.

Оценку «неудовлетворительно» заслуживает обучающийся, обнаруживший пробелы в знаниях основного учебного материала, допустивший принципиальные ошибки при выполнении предусмотренных программой заданий. Во время экзамена обучающийся частично отвечает на один вопрос билета.

**Процедура промежуточной аттестации** – письменный экзамен.

**Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации****Вопросы к экзамену по дисциплине**

1. Синусоидально изменяющиеся величины и их характеристики.
2. Тригонометрический ряд.
3. Формулы Эйлера-Фурье.
4. Тригонометрический ряд с произвольным периодом.
5. Свойства математических моделей.
6. Структурные, функциональные, структурно-функциональные, функционально-имитационные, имитационно-алгоритмические, функционально-аналитические модели.
7. Теоретические, эмпирические, стохастические, детерминированные, нестационарные, стационарные, динамические, статические модели.
8. Линейные, нелинейные, непрерывные, дискретные, непрерывно-дискретные (смешанные), микроуровня, макроуровня, метауровня, интегральные, дифференциальные, алгебраические, дифференциально-алгебраические (смешанные) модели.
9. Взаимосвязи свойств математических моделей физических процессов и свойств численных методов.
10. Соответствие метода математической модели; соответствие метода решаемой задаче на данной математической задаче; универсальность метода; эффективность метода.
11. Построение неявных методов для неявных математических моделей.
12. Численные методы решения жестких математических моделей в канонической форме.
13. Превращение математического моделирования в интеллектуальное ядро информационных технологий.
14. Системные подходы и системный анализ в технике и технологиях.
15. Развитие, корректировка и уточнение элементов системного анализа в области математического моделирования электротехнических комплексов и систем.
16. Типовые структурные схемы электротехнических систем и их характеристики.
17. Анализ и синтез линейных и нелинейных систем автоматического управления.
18. Моделирование электротехнических схем.

**12. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Изучение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья организуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся-

ся.

При проведении учебных занятий обеспечивается соблюдение следующих требований:

- учебные занятия проводятся для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся в ходе учебных занятий;

- присутствие ассистента из числа работников БГТУ или привлеченных лиц, оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, общаться с педагогическим работником и т. п.);

- обучающиеся с учетом их индивидуальных особенностей могут пользоваться необходимыми им техническими средствами;

- материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, при отсутствии лифтов аудитория должна располагаться на первом этаже; наличие специальных кресел и других приспособлений).

Университетом созданы специальные условия для получения высшего образования обучающимися с ОВЗ:

- 1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- наличие альтернативной версии официального сайта организации в сети "Интернет" для слабовидящих;

- размещение в доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, местах и в адаптированной форме (с учетом их особых потребностей) справочной информации о расписании учебных занятий (информация должна быть выполнена крупным рельефно-контрастным шрифтом (на белом или желтом фоне) и продублирована шрифтом Брайля);

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;

- обеспечение выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);

- обеспечение доступа обучающегося, являющегося слепым и использующего собаку-проводника, к зданию организации;

- 2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- дублирование звуковой справочной информации о расписании учебных занятий визуальной (установка мониторов с возможностью трансляции субтитров (мониторы, их размеры и количество необходимо определять с учетом размеров помещения);

- обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения

информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения Университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, локальное понижение стоек-барьеров; наличие специальных кресел и других приспособлений).

### **13. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА**

В соответствии с Федеральным законом от 31.07.2020г. № 304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся» воспитание - «деятельность, направленная на развитие личности, создание условий для самоопределения и социализации обучающихся на основе социокультурных, духовно-нравственных ценностей и принятых в российском обществе правил и норм поведения в интересах человека, семьи, общества и государства, формирование у обучающихся чувства патриотизма, гражданственности, уважения к памяти защитников Отечества и подвигам Героев Отечества, закону и правопорядку, человеку труда и старшему поколению, взаимного уважения, бережного отношения к культурному наследию и традициям многонационального народа Российской Федерации, природе и окружающей среде».

В учебном процессе воспитательная работа с обучающимися реализуется средствами учебных дисциплин.

Воспитательная деятельность в ходе преподавания дисциплины направлена на формирование у обучающегося системы убеждений, нравственных норм и общекультурных качеств, на оказание им помощи в жизненном самоопределении, нравственном, гражданском и профессиональном становлении, на создание условий для самореализации личности. Воспитательная работа также ориентирует обучающихся на будущую профессиональную деятельность, формируя не только личностные, но и профессионально значимые качества.

Воспитательные задачи во время учебных занятий выполняются в скрытой (контекстной) и открытой (целенаправленной) формах. Скрытая форма воспитательной работы представляет собой воздействие всего хода педагогического процесса на становление личностных качеств обучающихся. Например, соблюдение педагогическим работником трудовой дисциплины, демонстрация преданности науке, заинтересованность в успехе обучающихся, правильная речь, хорошие манеры и т. п. имеют положительное воспитательное значение и формируют у обучающихся добросовестность, исполнительность, трудолюбие, ответственность и другие положительные качества. Обучающиеся неосознанно перенимают данные черты у педагогического работника.

Воспитание в открытой форме – это целенаправленное воздействие содержанием учебной дисциплины на становление личности обучающегося. Например, решение проблем и исследовательская работа формируют у обучающихся умение аргументировать, самостоятельно мыслить, вкус к научному поиску, развивают творчество, профессиональные умения, и т. п.

# АННОТАЦИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## Моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем

*(наименование дисциплины)*

13.06.01 Электро- и теплотехника

*(код и наименование специальности или направления подготовки)*

Электротехнические комплексы и системы

*(направленность (профиль)/ специализация образовательной программы)*

высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

*(уровень образования)*

Исследователь. Преподаватель-исследователь

*(квалификация, присваиваемая по специальности или направлению подготовки)*

Очная

*(форма обучения)*

2020

*(год набора)*

### 1. Цель освоения дисциплины.

Целью изучения дисциплины является формирование и развитие у аспирантов компетенций, позволяющих овладеть методами целенаправленного выбора математического описания электротехнических комплексов и систем, необходимого для их моделирования при исследовании и разработке, а также оптимальных способов и инструментов экспериментального определения количественных характеристик выбранного описания.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Дисциплина входит в обязательную часть образовательной программы и реализуется на 2 курсе в 4 семестре.

### 3. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины

ПК-1 - способность научно обоснованно моделировать рабочие процессы и явления существующих и вновь разрабатываемых компонентов электротехнических комплексов и систем;

ПК-2 - способность проводить теоретические и экспериментальные научные исследования с целью совершенствования и разработки принципиально новых систем и алгоритмов управления электроприводов;

ПК-4 - способность прогнозировать динамические процессы в электрической и механической подсистемах электроприводов сложных механических объектов.

### 4. Общая трудоемкость дисциплины

3 зачетные единицы (108 академических часа).

### 5. Форма (формы) промежуточной аттестации обучающихся

Экзамен.

**6. Основные разделы дисциплины:** 1. Основы моделирования электротехнических цепей. 2. Математическое моделирование электротехнических комплексов и систем. 3. Численные методы исследования электротехнических комплексов и систем. 4. Основные пути решения проблем моделирования электротехнических комплексов и систем с позиций системного анализа. 5. Моделирование электротехнических систем в среде MATLAB Simulink

**7. Автор:**

Федяева Г.А., профессор, д.т.н.