

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Брянский государственный аграрный университет»



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе  
и цифровизации

\_\_\_\_\_ А.В. Кубышкина

18.05.2023 г.

**Математическое моделирование элементов электротехнических систем**

(Наименование дисциплины)

**рабочая программа дисциплины**

Закреплена за кафедрой **Автоматики, физики и математики**

Направление подготовки **13.04.02 Электроэнергетика и электротехника**  
Профиль **Электрооборудование и электротехнологии в АПК**

Квалификация	<b>Магистр</b>
Форма обучения	<b>Очно-заочная</b>
Общая трудоемкость	<b>3 з.е.</b>

Брянская область  
2023

Программу составил(и):

К.т.н., доцент Широбокова О.Е.

Рецензент(ы):

К.т.н., доцент Безик В.А.

Рабочая программа дисциплины

Математическое моделирование элементов электротехнических систем

разработана в соответствии с ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 февраля 2018 г. №147.

составлена на основании учебного плана 2023 года набора

Направление подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль Электрооборудование и электротехнологии в АПК

утвержденного Учёным советом вуза от 18.05.2023 г. протокол № 10

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Электроэнергетики и электротехнологий

Протокол от 18.05.2023 г. № 10

Зав. кафедрой, к.т.н., доцент Безик Д.А.

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Изучение методов математического моделирования, применяемых для создания и решения математических моделей электротехнических систем.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Блок ОПОП ВО Б1.В.ДВ.04.01

Дисциплина «Математическое моделирование элементов электротехнических систем» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений программы магистратуры.

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Для освоения дисциплины обучающиеся используют знания, умения, навыки, способы деятельности и установки, сформированные в ходе изучения курса высшей математики и физики, ТОЭ по программам подготовки бакалавриата.

2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Полученные в ходе освоения дисциплины знания и умения необходимы при выполнении научно - исследовательской работы, с учетом ее индивидуальной тематики и выпускной квалификационной работы.

## **3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Достижения планируемых результатов обучения, соотнесенных с общими целями и задачами ОПОП, является целью освоения дисциплины.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен усвоить трудовые функции в соответствии с профессиональным стандартом «Специалист по электрохимическим и электрофизическим методам обработки материалов», утвержденного приказом Минтруда России от 09.09.2020 № 593н (Зарегистрировано в Минюсте России 06.10.2020 № 60260).

Обобщенная трудовая функция – Технологическая подготовка производства изделий машиностроения высокой сложности с применением ЭХФМО (код – D).

Трудовая функция – Конструирование технологической оснастки для производства изделий высокой сложности с применением ЭХФМО (D/01.7).

Трудовые действия: Разработка эскизных и рабочих проектов технологической оснастки для производства изделий машиностроения высокой сложности с применением ЭХФМО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен усвоить трудовые функции в соответствии с профессиональным стандартом «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденного Приказом Министерством труда и социальной защиты РФ от 04.03.2014 г. №121н (Зарегистрировано в Минюсте России 21.04.2014 № 31692).

Обобщенная трудовая функция – Осуществление научного руководства в соответствующей области знаний (код – D).

Трудовая функция – Формирование новых направлений научных исследований и опытно-конструкторских разработок (D/01.7).

Трудовые действия: Проведение анализа новых направлений исследований в соответствующей области знаний.

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Компетенция (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Результаты обучения
Тип задач профессиональной деятельности: проектный		
ПК-3 Способен разрабатывать проект системы электропривода	ПК-3.2 Разрабатывает проектные решения отдельных частей систем электрификации и автоматизации	Знать: Основные математические модели и пакеты прикладных программ, используемые для выполнения расчетов систем электрификации и автоматизации Уметь: Выполнять расчеты, необходимые для расчетов систем электрификации и автоматизации Владеть: Методами выполнения типовых расчетов моделей электротехнических систем

**Этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы:** в соответствии с учебным планом и планируемыми результатами освоения ОПОП.

#### Распределение часов дисциплины по курсам (заочная форма)

Вид занятий	1		2		3		Итого	
			УП	РПД			УП	РПД
Лекции			16	16			16	16
Практические			16	16			16	16
Прием зачета с оценкой			0,2	0,2			0,2	0,2
Контактная работа обучающихся с преподавателем (аудиторная)			32,2	32,2			32,2	32,2
Сам. работа			75,8	75,8			75,8	75,8
Итого			108	108			108	108

## СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (заочная форма)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Курс	Часов	Индикаторы достижения компетенций
1	2	3	4	5
<b>Раздел 1 Общие вопросы моделирования</b>				
1.1	Понятие модели, моделирования. Математические модели и их виды. Классификация моделей. Элементы теории графов, теории массового обслуживания. (Лек)	1	6	ПК-3,
1.2	Элементы теории графов, теории массового обслуживания. Имитационное моделирование. (Ср.)	1	15	ПК-3,
<b>Раздел 2 Моделирование типовых ЭТС</b>				
2.1	Понятие электротехнической системы (ЭТС) и ее элементов. Математические модели элементов ЭТС. Моделирование линейных элементов (резисторы, катушки, конденсаторы), нелинейных элементов (диоды, теристоры, транзисторы). Модели сложных элементов: модель ЛЭП, трансформаторы, электродвигатели. (Пр)	1	4	ПК-3,
2.2	Математические модели элементов ЭТС. Моделирование линейных элементов (резисторы, катушки, конденсаторы), нелинейных элементов (диоды, теристоры, транзисторы). Модели сложных элементов: модель ЛЭП, трансформаторы, электродвигатели. (Ср.)	1	20	ПК-3,
<b>Раздел 3 Методы исследования математических моделей</b>				
3.1	Методы исследования математических моделей. Методы решения дифференциальных уравнений. Вычислительные методы алгебры (Лек.)	2	10	ПК-3,
3.2	Классический метод расчёта переходных процессов - решение дифференциальных уравнений с постоянными параметрами методами классической математики. Реализация метода с использованием символьных преобразований в системе математических вычислений MathCAD. (Пр.)	2	4	ПК-3,
3.3	Операторный метод - перенос расчёта переходного процесса из области функций действительной переменной в область функций комплексного переменного, в которой дифференциальные уравнения преобразуются в алгебраические. Автоматизированная реализация метода. (Пр.)	2	4	ПК-3,
3.4	Метод переменных состояния - составление и решение системы дифференциальных уравнений первого порядка, разрешенной относительно производных. Автоматизированная реализация метода. (Пр.)	2	4	ПК-3,

3.5	Исследование методов схемотехнического и структурного (функционального) моделирования. (Ср)	2	10	ПК-3,
3.6	Выполнение индивидуальных заданий (Ср.)	2	10	ПК-3,
<b>Раздел 4. Инструментальные среды и пакеты прикладных программ, используемые при математическом моделировании ЭТС</b>				
4.1	Численные методы и методы визуального моделирования, применяющихся в современных средствах моделирования для решения задач анализа устройств и систем. (Ср.)	2	10	ПК-3,
4.2	Подготовка индивидуальных докладов (Ср.)	2	10,8	ПК-3,
	Прием зачета с оценкой /К./	2	0,2	ПК-3,

Реализация программы предполагает использование традиционной, активной и интерактивной форм обучения на лекционных и практических занятиях

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### Приложение №1

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Рекомендуемая литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство	Кол -во
<b>Основная литература</b>				
1	Лыкин А.В.	Лыкин А.В. Математическое моделирование электрических систем и их элементов Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2009. 228 с. <a href="http://www.studmed.ru/lykin-av-matematicheskoe-modelirovanie-elektricheskikh-sistem-i-ih-elementov_3951940ff2f.html#">http://www.studmed.ru/lykin-av-matematicheskoe-modelirovanie-elektricheskikh-sistem-i-ih-elementov_3951940ff2f.html#</a>	Изд-во НГТУ, 2009.	ЭБС
2	Петров М.Н.	Петров, М.Н. Моделирование компонентов и элементов интегральных схем [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.Н. Петров, Г.В. Гудков. Санкт-Петербург: Лань, 2011. 464 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/661">http://e.lanbook.com/book/661</a> .	Лань, 2011.	ЭБС
<b>Дополнительная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство	Кол -во
1	Гордеев, А.С.	Гордеев, А.С. Моделирование в агроинженерии [Электронный ресурс] : учебник <a href="https://e.lanbook.com/reader/book/39142/#1">https://e.lanbook.com/reader/book/39142/#1</a>	Санкт-Петербург: Лань, 2014. 384 с	ЭБС

2	Васильков Ю. В.	Васильков Ю. В. Компьютерные технологии вычислений в математическом моделировании : учеб. пособие для вузов М. :Финансы и статистика, 2004. 256с.	Финансы и статистика, 2004.	30
3	Терехин В.Б.	Терехин В.Б. Моделирование систем электропривода в Simulink (Matlab 7.0.1). Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 320 с. <a href="https://ru.b-ok.cc/book/3352456/aa7faa">https://ru.b-ok.cc/book/3352456/aa7faa</a>	Изд-во Томского политехнического о университета, 2008.	ЭБС
4	Чикуров Н. Г.	Чикуров Н. Г. Моделирование систем и процессов : учеб. пособие для вузов М. :РИОР ; Инфра-М, 2013.	РИОР ; Инфра-М, 2013.	10
<b>Методические пособия</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол -во
1	Бычкова Т.В.	Бычкова, Т. В. Математическое моделирование элементов электротехнических систем: учебное пособие для практических занятий и самостоятельной работы магистров очной и заочной формы, обучающихся по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника / Т. В. Бычкова. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. – 22 с. <a href="http://www.bgsha.com/ru/book/673011/">http://www.bgsha.com/ru/book/673011/</a>	Изд-во Брянский ГАУ. 2018.	ЭБС
2	Бычкова Т.В.	Бычкова, Т. В. Математическое моделирование элементов электротехнических систем: методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника / Т. В. Бычкова. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. – 19 с. <a href="http://www.bgsha.com/ru/book/673014/">http://www.bgsha.com/ru/book/673014/</a>	Изд-во Брянский ГАУ. 2018.	ЭБС

## 6.2. Перечень современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Портал открытых данных Российской Федерации. URL: <https://data.gov.ru>

База данных по электрическим сетям и электрооборудованию // Сервис «Онлайн Электрик». URL: <https://online-electric.ru/dbase.php>

Базы данных, программы и онлайн — калькуляторы компании iEK // Группа компаний IEK. URL: [https://www.iek.ru/products/standard\\_solutions/](https://www.iek.ru/products/standard_solutions/)

Единая база электротехнических товаров // Российская ассоциация электротехнических компаний. URL: <https://raec.su/activities/etim/edinaya-baza-elektrotekhnicheskikh-tovarov/>

Электроэнергетика // Техэксперт. URL: <https://cntd.ru/products/elektroenergetika#home>

Справочник «Электронная компонентная база отечественного производства» (ЭКБ ОП) URL: <http://isstest.electronstandart.ru/>  
GostRF.com. ГОСТы, нормативы. (Информационно-справочная система). URL: <http://gostrf.com/>  
ЭСИС Электрические системы и сети. Информационно-справочный электротехнический сайт. URL: <http://esistems.ru>  
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ-ПОРТАЛ.РФ. Электротехнический портал для студентов ВУЗов и инженеров. URL: <http://электротехнический-портал.рф/index.php>  
Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов // Федеральный портал «Российское образование». URL: <http://school-collection.edu.ru/>  
Единое окно доступа к информационным ресурсам // Федеральный портал «Российское образование». URL: <http://window.edu.ru/catalog/>  
elecab.ru Справочник электрика и энергетика. URL: <http://www.elecab.ru/dvig.shtml>  
Официальный интернет-портал базы данных правовой информации <http://pravo.gov.ru/>  
Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования <http://fgosvo.ru/>  
Портал "Информационно-коммуникационные технологии в образовании"  
<http://www.ict.edu.ru/>  
Web of Science Core Collection политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных <http://www.webofscience.com>  
Полнотекстовый архив «Национальный Электронно-Информационный Консорциум» (НЭИКОН) <https://neicon.ru/>  
Базы данных издательства Springer <https://link.springer.com/>

### 6.3. Перечень программного обеспечения

ОС Windows 7 (подписка Microsoft Imagine Premium от 12.12.2016). Срок действия лицензии – бессрочно.  
ОС Windows 10 (подписка Microsoft Imagine Premium от 12.12.2016). Срок действия лицензии – бессрочно.  
MS Office std 2013 (контракт 172 от 28.12.2014 с ООО Альта плюс) Срок действия лицензии – бессрочно.  
Офисный пакет MS Office std 2016 (Договор Tr000128244 от 12.12.2016 с АО СофтЛайн Трейд) Срок действия лицензии – бессрочно.  
PDF24 Creator (Работа с pdf файлами, geek Software GmbH). Свободно распространяемое ПО.  
Foxit Reader (Просмотр документов, бесплатная версия, Foxit Software Inc). Свободно распространяемое ПО.  
Консультант Плюс (справочно-правовая система) (Гос. контракт №41 от 30.03.2018 с ООО Альянс) Срок действия лицензии – бессрочно.  
Техэксперт (справочная система нормативно-технической и нормативно-правовой информации) (Контракт 120 от 30.07.2015 с ООО Техэксперт) Срок действия лицензии – бессрочно.  
КОМПАС-3D Viewer V13 SP1 (ЗАО АСКОН). Свободно распространяемое ПО.

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий лекционного типа – 213, 214 Специализированная мебель на 100, 110 посадочных мест, доска настенная, кафедра, рабочее место преподавателя. видеопроекторное оборудование для презентаций. ОС Windows 10 (подписка Microsoft Imagine Premium от 12.12.2016). Срок действия лицензии
---



<p>– бессрочно.  Офисный пакет MS Office std 2016 (Договор Tr000128244 от 12.12.2016 с АО СофтЛайн Трейд) Срок действия лицензии – бессрочно.  Foxit Reader (Просмотр документов, бесплатная версия, Foxit Software Inc). Свободно распространяемое ПО.</p>
<p>Учебные аудитории для проведения учебных занятий семинарского типа - 325, 326  Специализированная мебель на 40, 40 посадочных мест, доска настенная, кафедра, рабочее место преподавателя.  компьютерные классы с выходом в локальную сеть и Интернет, а также с доступом к электронной информационно-образовательной среде.  ОС Windows 7 (подписка Microsoft Imagine Premium от 12.12.2016). Срок действия лицензии – бессрочно.  MS Office std 2013 (контракт 172 от 28.12.2014 с ООО Альта плюс) Срок действия лицензии – бессрочно.  Техэксперт (справочная система нормативно-технической и нормативно-правовой информации) (Контракт 120 от 30.07.2015 с ООО Техэксперт) Срок действия лицензии – бессрочно.  Консультант Плюс (справочно-правовая система) (Гос. контракт №41 от 30.03.2018 с ООО Альянс) Срок действия лицензии – бессрочно.  КОМПАС-3D Viewer V13 SP1 (ЗАО АСКОН). Свободно распространяемое ПО.</p>
<p>Аудитории для текущего контроля и промежуточной аттестации -325, 326  Специализированная мебель на 40, 40 посадочных мест, доска настенная, кафедра, рабочее место преподавателя. компьютерные классы с выходом в локальную сеть и Интернет, а также с доступом к электронной информационно-образовательной среде.</p>
<p>Аудитории для групповых и индивидуальных консультаций - 325, 326  Специализированная мебель на 40, 40 посадочных мест, доска настенная, кафедра, рабочее место преподавателя.  компьютерные классы с выходом в локальную сеть и Интернет, а также с доступом к электронной информационно-образовательной среде.  ОС Windows 7 (подписка Microsoft Imagine Premium от 12.12.2016). Срок действия лицензии – бессрочно.  MS Office std 2013 (контракт 172 от 28.12.2014 с ООО Альта плюс) Срок действия лицензии – бессрочно.  PDF24 Creator (Работа с pdf файлами, geek Software GmbH). Свободно распространяемое ПО.</p>
<p>Помещения для самостоятельной работы (читальные залы научной библиотеки)  Специализированная мебель на 100 посадочных мест, доска настенная, кафедра, рабочее место преподавателя.  15 компьютеров с выходом в локальную сеть и Интернет, доступом к справочно-правовой системе Консультант, электронным учебно-методическим материалам, библиотечному электронному каталогу, ЭБС, к электронной информационно-образовательной среде.  ОС Windows 10 (подписка Microsoft Imagine Premium от 12.12.2016). Срок действия лицензии – бессрочно.  Офисный пакет MS Office std 2016 (Договор Tr000128244 от 12.12.2016 с АО СофтЛайн Трейд) Срок действия лицензии – бессрочно.  Foxit Reader (Просмотр документов, бесплатная версия, Foxit Software Inc). Свободно распространяемое ПО.</p>

## **8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ**

- для слепых и слабовидящих:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
  - письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
  - обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
  - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
  - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
  - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

- для глухих и слабослышащих:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
  - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
  - экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
  - письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
  - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- для слепых и слабовидящих:
  - в печатной форме увеличенным шрифтом;
  - в форме электронного документа;
  - в форме аудиофайла.
- для глухих и слабослышащих:
  - в печатной форме;
  - в форме электронного документа.
- для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - в печатной форме;
  - в форме электронного документа;
  - в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения:

- для слепых и слабовидящих:
  - электронно-оптическое устройство доступа к информации для лиц с ОВЗ предназначено для чтения и просмотра изображений людьми с ослабленным зрением.
  - специализированный программно-технический комплекс для слабовидящих. (аудитория 1-203)
- для глухих и слабослышащих:
  - автоматизированным рабочим местом для людей с нарушением слуха и слабослышащих;
  - акустический усилитель и колонки;
- индивидуальные системы усиления звука
  - «ELEGANT-R» приемник 1-сторонней связи в диапазоне 863-865 МГц
  - «ELEGANT-T» передатчик
  - «Easy speak» - индукционная петля в пластиковой оплетке для беспроводного подключения устройства к слуховому аппарату слабослышащего
  - Микрофон петличный (863-865 МГц), Hengda
  - Микрофон с оголовьем (863-865 МГц)
- групповые системы усиления звука
- Портативная установка беспроводной передачи информации .
- для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - передвижными, регулируемые эргономическими партами СИ-1;
  - компьютерной техникой со специальным программным обеспечением.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ  
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ»**

## 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль: Электрооборудование и электротехнологии в АПК

Дисциплина: Математическое моделирование элементов электротехнических систем

Форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И ЭТАПЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

### 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной ОПОП ВО

Изучение дисциплины «Математическое моделирование элементов электротехнических систем» направлено на формировании следующих компетенций:

Компетенция (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Результаты обучения
Тип задач профессиональной деятельности: проектный		
ПКС-3 Способен разрабатывать проект системы электропривода	ПК-3.2 Разрабатывает проектные решения отдельных частей систем электрификации и автоматизации	Знать: Основные математические модели и пакеты прикладных программ, используемые для выполнения расчетов систем электрификации и автоматизации Уметь: Выполнять расчеты, необходимые для расчетов систем электрификации и автоматизации Владеть: Методами выполнения типовых расчетов моделей электротехнических систем

2.2. Процесс формирования компетенций по дисциплине «Математическое моделирование элементов электротехнических систем»

№	Наименование раздела	ПК-3.2		
		З	У	Н
1	<b>Общие вопросы моделирования</b>	+	+	+
2	<b>Моделирование типовых ЭТС</b>	+	+	+
3	<b>Методы исследования математических моделей</b>	+	+	+
4	<b>Инструментальные среды и пакеты прикладных программ, используемые при математическом моделировании ЭТС</b>	+	+	+

Сокращение: З - знание; У - умение; Н - навыки.

### 2.3. Структура компетенций по дисциплине «Математическое моделирование элементов электротехнических систем»

ПК-3 Способен разрабатывать проект системы электропривода

Знать (З.1)		Уметь (У .1)		Владеть (Н.1)	
Основные математические модели и пакеты прикладных программ, используемые для выполнения расчетов систем электрификации и автоматизации	Лекции разделов № 1-4	Выполнять расчеты, необходимые для расчетов систем электрификации и автоматизации	Практические работы разделов № 1-4	Методами выполнения типовых расчетов моделей электротехнических систем	Практические работы разделов № 1-4

### 3. ПОКАЗАТЕЛИ, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ И ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

#### 3.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации дисциплины

Карта оценочных средств промежуточной аттестации дисциплины, проводимой в форме зачета с оценкой

№ п/п	Раздел дисциплины	Контролируемые дидактические единицы (темы, вопросы)	Контролируемые индикаторы достижения компетенций	Оценочное средство (№ вопроса)
1	Общие вопросы моделирования	Понятие модели, моделирования. Математические модели и их виды. Классификация моделей. Методы разработки математических моделей Имитационное моделирование. М-д Монте-Карло.	ПК-3,	1-7
2	Моделирование типовых ЭТС	Понятие электротехнической системы (ЭТС) и ее элементов. Математические модели элементов ЭТС. Моделирование линейных элементов (резисторы, катушки, конденсаторы), нелинейных элементов (диоды, теристоры, транзисторы). Модели сложных элементов: модель ЛЭП, трансформаторы, электродвигатели.	ПК-3,	8-13
3	Методы исследования математических моделей	Методы исследования математических моделей. Методы решения дифференциальных уравнений. Вычислительные методы алгебры. Моделирование переходных процессов в электрических цепях: классический метод; операторный метод; метод переменных состояния. Автоматизированная реализация метода. Исследование методов схемотехнического и структурного (функционального) моделирования.	ПК-3,	14-21
4	Инструментальные среды и пакеты прикладных программ, используемые при математическом моделировании ЭТС	Численные методы и методы визуального моделирования, применяющихся в современных средствах моделирования для решения задач анализа устройств и систем. Разработка виртуальной лаборатории для исследования электронных устройств. Модель двигателя постоянного тока и модель асинхронного двигателя, их исследование и модернизация	ПК-3,	22-32

## **Перечень вопросов к зачету с оценкой по дисциплине «Математическое моделирование элементов электротехнических систем»**

1. Фундаментальное свойство модели.
2. Классификация модели.
3. Признаки переменных в математических моделях.
4. Прямые и обратные задачи исследования объекта при его моделировании.
5. Дискретные переменные в математических моделях.
6. Свойство адекватности математической модели.
7. Попарно противоположные свойства объектов с точки зрения моделирования.
8. Математические модели на микро-уровне.
9. Математические модели на макро-уровне.
10. Математические модели на мета-уровне.
11. Математические модели линейных элементов типовых ЭТС
12. Приведите математические модели нелинейных элементов типовых ЭТС
13. Математические модели сложных элементов типовых ЭТС
14. Условное изображение и схема замещения для элементов электротехнических систем.
15. Математические модели используются для моделирования электрической сети.
16. Дифференциальные уравнения описывающие элементы электротехнических систем.
17. Замена дифференциального уравнения с помощью преобразований Лапласа.
18. Передаточная функция линейной системы.
19. Понятие структурной схемы.
20. Графы. Связные графы.
21. Дерево, хорда графа.
22. Аналоговое моделирование.
23. Имитационное моделирование
24. Численное моделирование
25. Аналитическое моделирование
26. Функциональное моделирование
27. Функционально-логическое моделирование.
28. Топологическая модель электронной схемы.
29. Непрерывные и дискретные математические модели.
30. Натурное моделирование
31. Физическое моделирование
32. Схемотехническое моделирование

### **Критерии оценки компетенций**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Математическое моделирование элементов электротехнических систем» проводится в соответствии с Уставом Университета, Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов по программам ВО. Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с рабочим учебным планом в форме зачета с оценкой. Студенты допускаются к зачету с оценкой по дисциплине в случае выполнения им учебного плана по дисциплине: выполнения всех заданий и мероприятий, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Знания, умения, навыки студента на зачете с оценкой оцениваются оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

### **Критерии оценки на зачете с оценкой**



Результат	Критерии
«отлично», высокий уровень	Обучающийся показал прочные знания основных положений учебной дисциплины, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов расчетов или экспериментов
«хорошо», повышенный уровень	Обучающийся показал прочные знания основных положений учебной дисциплины, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты расчетов или эксперимента
«удовлетворительно», пороговый уровень	Обучающийся показал знание основных положений учебной дисциплины, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной литературой
«неудовлетворительно», уровень не сформирован	При ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений учебной дисциплины, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины

### 3.2. Оценочные средства для проведения текущего контроля знаний по дисциплине

*Карта оценочных средств текущего контроля знаний по дисциплине*

№ п/п	Раздел дисциплины	Контролируемые дидактические единицы	Контролируемые индикаторы достижения компетенций	Другие оценочные средства**	
				вид	кол-во
1	Общие вопросы моделирования	Понятие модели, моделирования. Математические модели и их виды. Классификация моделей. Методы разработки математических моделей Имитационное моделирование. М-д Монте-Карло.	ПК-3,	Опрос Тест	1 1
2	Моделирование типовых ЭТС	Понятие электротехнической системы (ЭТС) и ее элементов. Математические модели элементов ЭТС. Моделирование линейных элементов (резисторы, катушки, конденсаторы), нелинейных элементов (диоды, теристоры, транзисторы). Модели сложных элементов: модель ЛЭП, трансформаторы, электродвигатели.	ПК-3,	Индивидуальное задание  Опрос	1  1
3	Методы исследования математических моделей	Методы исследования математических моделей. Методы решения дифференциальных уравнений. Вычислительные методы	ПК-3,	Индивидуальное задание	1

		алгебры. Моделирование переходных процессов в электрических цепях: классический метод; операторный метод; метод переменных состояния. Автоматизированная реализация метода. Исследование методов схемотехнического и структурного (функционального) моделирования.			
4	Инструментальные среды и пакеты прикладных программ, используемые при математическом моделировании ЭТС	Численные методы и методы визуального моделирования, применяющихся в современных средствах моделирования для решения задач анализа устройств и систем. Разработка виртуальной лаборатории для исследования электронных устройств. Модель двигателя постоянного тока и модель асинхронного двигателя, их исследование и модернизация	ПК-3,	Доклад на мини-конференции  Индивидуальное задание	1  1

\*\* - устный опрос, устное тестирование; практическая работа; защита работы.

### Примерные тестовые задания

1. Модель это
  - а) замещение (оригинала) объекта другим (копией);
  - б) копия объекта;
  - в) описание объекта;
  - г) чертеж объекта.
2. Моделирование – это ...
  - а) процесс создания модели
  - б) формальное описание процессов и явлений
  - в) метод познания, состоящий в создании и исследовании моделей
  - г) наблюдение модели
3. Основная функция модели
  - а) получить информацию о моделируемом объекте
  - б) отобразить некоторые характеристические признаки объекта
  - в) Получить информацию о моделируемом объекте или отобразить некоторые характеристические признаки объекта
  - г) воспроизвести физическую форму объекта
4. Могут ли разные объекты быть описаны одной моделью?
  1. да
  2. нет
5. Какая модель является результатом процесса формализации:
  1. описательная
  2. математическая
  3. предметная
  4. логическая
6. Какие модели воспроизводят геометрические, физические и другие свойства объектов в материальной форме?

1. информационные
  2. иерархические
  3. сетевые
  4. предметные
7. Параметры модели и их значения отражают
- а) контекст модели;
  - б) тип модели;
  - в) структуру и принципы функционирования;
  - г) отношения между человеком и моделью.
8. Математические модели относятся к классу
- а) Изобразительных моделей
  - б) Прагматических моделей
  - в) Познавательных моделей
  - г) Символических моделей
9. Математическая модель представляет собой
- а) математическое выражение;
  - б) формализованное представление системы с помощью математических соотношений, отражающих процесс функционирования системы;
  - в) математический аппарат;
  - г) математическую логику.
10. При построении математической модели нельзя использовать
- а) дифференциальное исчисление;
  - б) алгебру;
  - в) теорию алгоритмов;
  - г) тезис Черча.
11. Методами математического моделирования являются
- а) Аналитический
  - б) Числовой
  - в) Аксиоматический и конструктивный
  - г) Имитационный
12. Какая форма математической модели отображает предписание системы операций над исходными данными для получения результата:
- а) Аналитическая
  - б) Графическая
  - в) Цифровая
  - г) Алгоритмическая
13. Объект, состоящий из вершин и ребер, которые между собой находятся в некотором отношении, называют...
- а) Системой
  - б) Чертежом
  - в) Структурой объекта
  - г) Графом
14. Изменение состояния объекта отображается в виде
- а) Статической модели
  - б) Детерминированной модели
  - в) Динамической модели
  - г) Стохастической модели

15. . Погрешность математической модели связана с ...
- а) Несоответствием физической реальности, так как абсолютная истина недостижима
  - б) Неадекватностью модели
  - в) Неэкономичностью модели
  - г) Неэффективностью модели
16. Имитационное моделирование это
- а) модель анализируется на компьютере;
  - б) относится к численным методам;
  - в) замена реального объекта множеством алгоритмов;
  - г) анализируемая динамическая система заменяется имитатором и с ним производятся эксперименты для получения сведений об изучаемой системе
17. Планирование эксперимента необходимо для
- а) Точного предписания действий в процессе моделирования
  - б) Выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью
  - в) Выполнения плана экспериментирования на модели
  - г) Сокращения числа опытов
18. Свойство, при котором модели могут быть полностью или частично использоваться при создании других моделей
- а) Универсальностью
  - б) Неопределенностью
  - в) Неизвестностью
  - г) Случайностью
19. Модели, описывающие состояние системы в определенный момент времени, называются ...
- 1. динамическими информационными моделями
  - 2. статическими информационными моделями
  - 3. предметными моделями
  - 4. образными информационными моделями
20. Модель может быть построена ...
- 1. для объекта или явления
  - 2. для объекта или процесса
  - 3. для объекта, процесса или явления
  - 4. для любого объекта
21. Для одного объекта ...
- 1. могут быть построены только две модели: аналитическая и имитационная
  - 2. не может существовать больше одной модели
  - 3. из всех построенных моделей только одна может быть адекватной
  - 4. может быть построено несколько моделей
22. На первом этапе исследования объекта или процесса обычно строится...
- 1. предметная модель
  - 2. формализованная модель
  - 3. компьютерная модель
  - 4. описательная информационная модель

23. Как выполняют линеаризацию нелинейных уравнений ?
- 1) При малых отклонениях всех независимых переменных от установившихся значений на основе разложения в ряд Тейлора.
  - 2) Приведением уравнения, описывающего САР к стандартной форме записи.
  - 3) Заменой исходной нелинейной зависимости отрезком касательной, проведенной к ней в начальной точке.
  - 4) Заменой исходной нелинейной зависимости отрезком касательной, проведенной к ней в точке, соответствующей номинальному режиму.
  - 5) .При малых отклонениях всех независимых переменных от номинальных значений на основе разложения в ряд Тейлора.
  - 6) Разложением в ряд Тейлора.
24. Принцип суперпозиции применим для уравнений?
- 1) Линейных.
  - 2) Нелинейных.
  - 3) Дифференциальных.
  - 4) Интегральных.
  - 5) Не имеющих разрывов 1-го рода.
  - 6) Не имеющих разрывов 2-го рода.
  - 7) Нет правильных ответов.
25. Схема, в которой каждой математической операции преобразования сигнала соответствует определенное динамическое звено, называется?
- 1) Структурной.
  - 2) Функциональной.
  - 3) Принципиальной.
  - 4) Типовой.
  - 5) Упрощенной.
26. Схема, дающая представление о характере преобразования сигнала в системе как при статическом, так и динамическом процессах, называется?
- 1) Структурной.
  - 2) Функциональной.
  - 3) Принципиальной.
  - 4) Типовой.
  - 5) Упрощенной.
27. Признаком линейности функционального элемента является?
- 1) Постоянство коэффициента усиления во всем диапазоне изменения входного сигнала.
  - 2) Постоянство коэффициента усиления на отдельных участках изменения входного сигнала.
  - 3) Непостоянство коэффициента усиления во всем диапазоне изменения входного сигнала.
  - 4) Наличие разрывов 1-го рода на статической характеристике.
  - 5) Монотонность статической характеристики.
  - 6) Не монотонность статической характеристики.

### Методические указания по освоению дисциплины

Приступая к изучению дисциплины, обучающимся необходимо внимательно ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной литературы. Преподавание дисциплины предусматривает: лекции, практические занятия, самостоятельную работу (изучение теоретического материала; подготовку к практическим занятиям; выполнение домашних заданий, в т.ч. рефератов, докладов, эссе; индивидуальных расчетов по методическим указаниям к изучению дисциплины, решение задач, выполнение тестовых заданий, устным опросам, промежуточной аттестации и пр.), консультации преподавателя.

Лекции по дисциплине читаются как в традиционной форме, так и с использованием активных форм обучения. Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее главных положений. Рекомендуется на первой лекции довести до внимания студентов структуру курса и его разделы, а также рекомендуемую литературу. В дальнейшем указывать начало каждого раздела, суть и его задачи, а, закончив изложение, подводить итог по этому разделу, чтобы связать его со следующим. Содержание лекций определяется рабочей программой курса. Каждая лекция должна охватывать определенную тему курса и представлять собой логически вполне законченную работу. Лучше сократить тему, но не допускать перерыва ее в таком месте, когда основная идея еще полностью не раскрыта. Для максимального усвоения дисциплины рекомендуется изложение лекционного материала с элементами обсуждения. Лекционный материал должен быть снабжен конкретными примерами.

Целями проведения практических занятий являются: установление связей теории с практикой в форме экспериментального подтверждения положений теории; развитие логического мышления; умение выбирать оптимальный метод решения; обучение студентов умению анализировать полученные результаты; контроль самостоятельной работы обучающихся по освоению курса. Каждое практическое занятие целесообразно начинать с повторения теоретического материала, который будет использован на нем. Для этого очень важно четко сформулировать цель занятия и основные знания, умения и навыки, которые студент должен приобрести в течение занятия. На практических занятиях преподаватель принимает решенные и оформленные надлежащим образом различные задания, он должен проверить правильность их оформления и выполнения, оценить глубину знаний данного теоретического материала, умение анализировать и решать поставленные задачи, выбирать эффективный способ решения, умение делать выводы. В ходе подготовки к практическому занятию обучающимся следует внимательно ознакомиться с планом, вопросами, вынесенными на обсуждение, изучить соответствующий лекционный материал, предлагаемую литературу. Нельзя ограничиваться только имеющейся учебной литературой (учебниками и учебными пособиями). Обращение к монографиям, статьям из специальных журналов, хрестоматийным выдержкам, а также к материалам средств массовой информации позволит в значительной мере углубить проблему, что разнообразит процесс ее обсуждения. С другой стороны, обучающимся следует помнить, что они должны не просто воспроизводить сумму полученных знаний по заданной теме, но и творчески переосмыслить существующее в современной науке подходы к пониманию тех или иных проблем, явлений, событий, продемонстрировать и убедительно аргументировать собственную позицию.

Теоретический материал по тем темам, которые вынесены на самостоятельное изучение, обучающийся прорабатывает в соответствии с вопросами для подготовки к промежуточной аттестации. Пакет заданий для самостоятельной работы выдается в начале

семестра, определяются конкретные сроки их выполнения и сдачи. Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации обучающегося (при сдаче промежуточной аттестации). Задания для самостоятельной работы составляются, как правило, по темам и вопросам, по которым не предусмотрены аудиторские занятия, либо требуется дополнительно проработать и проанализировать рассматриваемый преподавателем материал в объеме запланированных часов. Для закрепления теоретического материала обучающиеся выполняют различные задания (тестовые задания, рефераты, задачи, кейсы, эссе и проч.). Их выполнение призвано привлечь внимание обучающихся к наиболее сложным, ключевым и дискуссионным аспектам изучаемой темы, помочь систематизировать и лучше усвоить пройденный материал. Такие задания могут быть использованы как для проверки знаний обучающихся преподавателем в ходе проведения промежуточной аттестации на практических занятиях, а также для самопроверки знаний обучающимися. При самостоятельном выполнении заданий обучающиеся могут выявить тот круг вопросов, который усвоили слабо, и в дальнейшем обратить на них особое внимание. Контроль самостоятельной работы обучающихся по выполнению заданий осуществляется преподавателем с помощью выборочной и фронтальной проверок на практических занятиях. Консультации преподавателя проводятся в соответствии с графиком, утвержденным на кафедре. Обучающийся может ознакомиться с ним на информационном стенде. При необходимости дополнительные консультации могут быть назначены по согласованию с преподавателем в индивидуальном порядке.