

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



Проректор по учебной работе
и цифровизации

А.В. Кубышкина

11.05. 2022 г.

Модели и методы в расчетах систем электроснабжения (Наименование дисциплины)

рабочая программа дисциплины

Закреплена за кафедрой Электроэнергетики и электротехнологий

Направление подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) Электрооборудование и электротехнологии в АПК

Квалификация Магистр

Форма обучения заочная

Общая трудоемкость 3 з.е.

Программу составил(и):

к.п.н., доцент Бычкова Татьяна Викторовна



к.т.н., доцент Безик Валерий Александрович



Рецензент(ы):

д.т.н., профессор Погоньшев Владимир Анатольевич



Рабочая программа дисциплины

Математическое моделирование элементов электротехнических систем

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – магистратура по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника.

Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 февраля 2018 г. №147

составлена на основании учебного плана 2022 года набора

Направление подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль Электрооборудование и электротехнологии в АПК

утвержденного Учёным советом вуза от 11.05.2022 г. протокол № 10

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Электроэнергетики и электротехнологий

Протокол от 11.05.2022 г. протокол № 8

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



1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины является приобретение знаний умений и навыков по моделированию элементов систем электроснабжения, совершенствование расчётов установившихся и переходных режимов в электрических сетях и методов расчета и анализа установившихся нормальных и аварийных режимов электрических сетей с помощью моделей.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Блок ОПОП ВО: Б1.В.ДВ.01.02

Дисциплина «Модели и методы в расчетах систем электроснабжения» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений программы магистратуры.

2.1 Требования к знаниям и умениям студентов после изучения дисциплины

Для освоения дисциплины обучающиеся используют знания, умения, навыки, способы деятельности и установки, сформированные при изучении дисциплин «Теоретические основы электротехники», «Электроснабжение потребителей и режимы» в рамках программы высшей школы (уровень бакалавриата).

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

Полученные в ходе освоения дисциплины «Модели и методы в расчетах систем электроснабжения», 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 ИНДИКАТОРАМИ ДОСТИЖЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

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 в области проектирования систем электропривода», утвержденный приказом Минтруда России от 13.04.2017 № 354н (Зарегистрировано в Минюсте России 5.05.2017 № 46626).

Обобщенная трудовая функция – Разработка отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования системы электропривода (код – В/6).

Трудовая функция – Разработка проектных решений отдельных частей системы электропривода (код – В/02.6).

Трудовые действия:

Выбор оптимальных технических решений для разработки отдельных разделов на различных стадиях проектирования устойчивости системы электроснабжения.

Выбор оборудования и построение моделей системы электроснабжения стадиях проектирования.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен усвоить трудовые функции в соответствии с профессиональным стандартом "Специалист по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов", утвержденный приказом Минтруда России от 17.04.2014 N 266н (Зарегистрировано в Минюсте России 11.07.2014 N 33064).

Обобщенная трудовая функция – Руководство структурным подразделением по техническому обслуживанию и ремонту трансформаторных подстанций и распределительных пунктов (код – В/6).

Трудовая функция – Организационно-техническое, технологическое и ресурсное обеспечение работ по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов (код – В/01.6).

Трудовые действия:

Прием законченных работ по реконструкции трансформаторных подстанций и распределительных пунктов, испытание вновь вводимого оборудования

В результате изучения дисциплины обучающийся должен усвоить трудовые функции в соответствии с профессиональным стандартом "Специалист по эксплуатации воздушных и кабельных муниципальных линий электропередачи", утвержденный приказом Минтруда России от 08.09.2014 N 620н (Зарегистрировано в Минюсте России 10.10.2014 N 34284).

Обобщенная трудовая функция – Руководство структурным подразделением по техническому обслуживанию и ремонту муниципальных линий электропередачи (код – В/6).

Трудовая функция – Организация технологического, технического и материального обеспечения работ по эксплуатации муниципальных линий электропередачи (код – В/02.6).

Трудовые действия:

Проведение измерений, связанных с проверкой элементов линий электропередачи при приемке их в эксплуатацию, после окончания строительства и капитального ремонта.

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Компетенция (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Результаты обучения
Тип задач профессиональной деятельности: организационно-управленческий		
ПКС-5 Способен осуществлять руководство структурным подразделением по техническому обслуживанию и ремонту муниципальных линий электропередачи	ПКС-5.2 Осуществляет управление процессом эксплуатации муниципальных линий электропередачи	Знать: Технические характеристики элементов линий электропередачи и технические требования, предъявляемые к их работе Уметь: Выявлять факторы, которые могут привести к возникновению аварий в процессе эксплуатации линий электропередачи Владеть: Способами правильной эксплуатации технического и вспомогательного оборудования, инструмента и оснастки, используемых в процессе эксплуатации линий электропередачи
ПКС-6 Способен осуществлять руководство структурным подразделением по техническому обслуживанию и ремонту трансформаторных подстанций и распределительных пунктов	ПКС-6.3 Планирование и контроль деятельности по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов	Знать: Нормы допустимых значений отклонения частоты и напряжения электрической энергии Уметь: Оценивать производственно-технические показатели работы трансформаторных подстанций и распределительных пунктов в штатном и аварийном режимах Владеть: Методами контроля степени соответствия характеристик электрическим энергетическим нормативным показателям качества (частота, напряжение)

4. Распределение часов дисциплины по семестрам

Вид занятий	1		2		3		4		Итого	
	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД
Лекции			4	4					4	4
Лабораторные										
Практические			6	6					6	6
Прием зачета с оценкой			0,2	0,2					0,2	0,2
Контактная работа обучающихся с преподавателем (аудиторная)			10,2	10,2					10,2	10,2
Контроль			1,8	1,8					1,8	1,8
Сам. работа			96	96					96	96
Итого			108	108					108	108

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Часов	Индикаторы достижения компетенций
	Раздел 1 Модели элементов энергосистемы в расчетах установившихся режимов			
1.1	Метод узловых напряжений как основа расчета установившихся режимов электроэнергетических систем./Лек/	2	2	ПКС-4.1, ПКС-5.2
1.2	Проработка лекционного материала. Метод узловых напряжений для расчета установившихся режимов. /Ср./	2	4	ПКС-4.1, ПКС-5.2
1.3	Модели линий электропередачи. Модели трансформаторов и автотрансформаторов. Модели токоограничивающих реакторов. Модели генераторов в расчетах установившихся режимов. /Пр./	2	4	ПКС-4.1, ПКС-5.2
1.4	Модели турбин. Статические характеристики нерегулируемых агрегатов турбина-генератор. Статические характеристики регулируемых агрегатов турбина-генератор. /Лек/	2	2	ПКС-4.1, ПКС-5.2
1.5	Проработка лекционного материала. Статические характеристики нерегулируемых агрегатов турбина-генератор. Статические характеристики регулируемых агрегатов турбина-генератор. /Ср/	2	6	ПКС-4.1, ПКС-5.2
1.6	Модели нагрузки. Статические характеристики асинхронного двигателя. Статические характеристики комплексной нагрузки. /Пр/	2	2	ПКС-4.1, ПКС-5.2
2	Раздел 2 Модели элементов энергосистемы в расчетах переходных процессов			ПКС-4.1, ПКС-5.2
2.1	Модели синхронных машин. Уравнение движения ротора агрегата турбина-генератор. /Ср./	2	8	ПКС-4.1, ПКС-5.2

2.2	Вспомогательные понятия к математической модели электромагнитного момента. Индуктивные сопротивления синхронной машины. /Ср/	2	4	ПКС-4.1, ПКС-5.2
2.3	Переход от трехфазной системы координат к прямоугольной системе d-q координат, жестко связанной с ротором (уравнения Парка-Горева). /Ср/	2	4	ПКС-4.1, ПКС-5.2
2.4	Сводка уравнений модели синхронной машины через внутренние параметры. Постоянные времени синхронной машины по продольной и поперечной осям. Система уравнений генератора в форме ЭДС (без учета влияния демпферных контуров./Ср./	2	6	ПКС-4.1, ПКС-5.2
2.5	Переходный процесс при КЗ на выводах генератора (без учета демпферных контуров. Система уравнений генератора в форме ЭДС (с учетом влияния демпферных контуров). Угловая внутренняя характеристика мощности синхронной машины через составляющие в координатах d и q. /Ср./	2	4	ПКС-4.1, ПКС-5.2
2.6	Модели систем возбуждения синхронных машин. Типы систем возбуждения и их особенности. /Ср./	2	6	ПКС-4.1, ПКС-5.2
2.7	Основные количественные характеристики систем возбуждения и АРВ, учитываемые в математической модели. /Ср./	2	4	ПКС-4.1, ПКС-5.2
2.8	Проработка лекционного материала. Модели систем возбуждения синхронных машин. Типы систем возбуждения и их особенности. /Ср/	2	6	ПКС-4.1, ПКС-5.2
2.9	Модели турбины и регуляторов частоты вращения. Первичные регуляторы частоты вращения паровых и гидравлических турбин. /Ср/	2	6	ПКС-4.1, ПКС-5.2
2.10	Сервомоторы с различными способами обратной связи. Передаточные функции звеньев, замещающих турбины и генераторы. /Ср./	2	4	ПКС-4.1, ПКС-5.2
2.11	Основные количественные характеристики систем возбуждения и АРВ, учитываемые в математической модели. /Ср./	2	6	ПКС-4.1, ПКС-5.2
2.12	Проработка лекционного материала. Модели турбины и регуляторов частоты вращения. Первичные регуляторы частоты вращения паровых и гидравлических турбин. Ср./	2	6	ПКС-4.1, ПКС-5.2
2.13	Модели нагрузки. Модель асинхронного двигателя. Особенности моделирования асинхронного двигателя. /Ср/	2	6	ПКС-4.1, ПКС-5.2
2.14	Проработка лекционного материала. Модели нагрузки. Примеры. Модель асинхронного двигателя. /Ср/	2	6	ПКС-4.1, ПКС-5.2
2.15	Основные меры снижения потерь мощности и напряжения в системе электроснабжения. Мероприятия по компенсации реактивной мощности. /Ср./	2	6	ПКС-4.1, ПКС-5.2
2.16	Расчет статических компенсаторов и управление ими. /Ср./	2	2	ПКС-4.1, ПКС-5.2
2.17	Прием зачета с оценкой /К./	2	0,2	ПКС-4.1, ПКС-5.2

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 (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество
6.1.1. Основная литература				
1	Хрущев Ю.В.	Хрущев Ю.В. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах: учебное пособие. Томск: ТПУ, 2012. 154 с https://e.lanbook.com/book/10327	Томск: ТПУ, 2012.	ЭБС
2	Котова Е. Н.	Котова, Е. Н. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах : учебно-методическое пособие / Е. Н. Котова, Т. Ю. Паниковская. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 216 с. http://www.iprbookshop.ru/68522.html	Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014.	ЭБС
6.1.2. Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество
1	Ежков В.В., Зеленохат Н.И., Литкенс И.В., Поляков М.В., Путятин В.А., Строев В.А. и др.	Ежков В.В., Зеленохат Н.И., Литкенс И.В., Поляков М.В., Путятин В.А., Строев В.А. и др. Переходные процессы электрических систем в примерах и иллюстрациях М.: Знак, 1996. -224с. http://www.studmed.ru/stroev-va-perehodnye-processy-elektricheskikh-sistem-v-primerah-i-illyustraciyah_14aab567714.html	М.: Знак, 1996. -224с.	ЭБС
2	Гольдберга О. Д.	Переходные процессы в электрических машинах и аппаратах и вопросы их проектирования: учеб. пособие для вузов. М.: Высш. Шк., 2001. – 512 с.	М.: Высш. Шк., 2001. – 512 с.	11
3	Татур Т. А., Татур В. Е.	Татур Т. А., Татур В. Е. Установившиеся и переходные процессы в электрических цепях: учеб. пособие для вузов. М.: Высш. шк., 2001. - 407 с., ил. http://www.studmed.ru/tatur-ta-tatur-ve-ustanovivshiesya-i-perehodnye-processy-v-elektricheskikh-cepnyah-2001_fc58b6294de.html	М.: Высш. шк., 2001. - 407 с., ил.	ЭБС
6.1.3. Методические разработки				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество
1	Широбокова О.Е.	Широбокова О.Е. Расчеты установивших-	БГАУ, 2018	ЭБС

		ся и переходных электрических режимов. Методическое пособие БГАУ, 2018. http://www.bgsha.com/ru/book/673080/		
2	Широбокова О.Е.	Широбокова О.Е. Модели и методы в расчетах систем электроснабжения. Методическое пособие БГАУ, 2018. http://www.bgsha.com/ru/book/673079/	БГАУ, 2018	ЭБС
3	Широбокова О.Е.	Широбокова О.Е. Расчеты установившихся и переходных электрических режимов. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы по дисциплине «Модели и методы в расчетах систем электроснабжения» для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки. 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника БГАУ, 2018. http://www.bgsha.com/ru/book/673080/	БГАУ, 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/

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://esistemas.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.

6.4. Методические указания по освоению дисциплины

Приложение 2

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

<p>Учебная аудитория для проведения учебных занятий лекционного типа – 226 Специализированная мебель на 30 посадочных мест, доска настенная, кафедра, рабочее место преподавателя. видеопроjectionное оборудование для презентаций; средства звуковоспроизведения; учебные стенды. 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>Учебные аудитории для проведения учебных занятий семинарского типа – 226, 230 Специализированная мебель на 30, 15 посадочных мест, доска настенная, кафедра, рабочее место преподавателя. видеопроjectionное оборудование для презентаций; средства звуковоспроизведения; учебные стенды. 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 – 226, 230 Специализированная мебель на 30, 15 посадочных мест, доска настенная, кафедра, рабочее ме-</p>

сто преподавателя.

видеопроекционное оборудование для презентаций; средства звуковоспроизведения; учебные стенды.

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.

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.

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

Модели и методы в расчетах систем электроснабжения

Направление подготовки: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль Электрооборудование и электротехнологии в АПК

Квалификация (степень) выпускника: Магистр

Форма обучения: заочная

ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: **13.04.02 Электроэнергетика и электротехника**

Профиль **Энергетические системы и комплексы**

Дисциплина: **Модели и методы в расчетах систем электроснабжения**

Форма промежуточной аттестации: **Зачет с оценкой**

ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И ЭТАПЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной ОПОП ВО.

Изучение дисциплины «Модели и методы в расчетах систем электроснабжения» направлено на формировании следующих компетенций:

Процесс формирования компетенций по дисциплине «Расчеты установившихся и переходных электрических режимов»

Компетенция (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Результаты обучения
Тип задач профессиональной деятельности: организационно-управленческий		
ПКС-4 Способен осуществлять руководство структурным подразделением по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту	ПКС-4.1 Осуществляет управление процессом эксплуатации муниципальных линий электропередачи, трансформаторных подстанций и распределительных пунктов	Знать: Технические характеристики элементов линий электропередачи и технические требования, предъявляемые к их работе Уметь: Выявлять факторы, которые могут привести к возникновению аварий в процессе эксплуатации линий электропередачи Владеть: Способами правильной эксплуатации технического и вспомогательного оборудования, инструмента и оснастки, используемых в процессе эксплуатации линий электропередачи
ПКС-5 Способен организовать работу по повышению эффективности энергетического и электротехнического оборудования предприятий, организаций и учреждений	ПКС-5.2 Владеет методами оценки эффективности и энергосбережения энергетического и электротехнического оборудования	Знать: Нормы допустимых значений отклонения частоты и напряжения электрической энергии Уметь: Оценивать производственно-технические показатели работы трансформаторных подстанций и распределительных пунктов в штатном и аварийном режимах Владеть: Методами контроля степени соответствия характеристик электрическим энергетическим нормативным показателям качества (частота, напряжение)

Процесс формирования компетенций по дисциплине «Модели и методы в расчетах систем электроснабжения»

№ раздела	Наименование раздела	3.1	3.2	У.1	У.2	Н.1	Н.2
1	Модели элементов энергосистемы в расчетах установившихся режимов	+	+	+	+	+	+
2	Модели элементов энергосистемы в расчетах переходных процессов	+	+	+	+	+	+

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

Структура компетенций по дисциплине «Модели и методы в расчетах систем электроснабжения»

ПКС-4.1 Осуществляет управление процессом эксплуатации муниципальных линий электропередачи, трансформаторных подстанций и распределительных пунктов					
Знать (З.1)		Уметь (У.1)		Владеть (Н.1)	
Технические характеристики элементов линий электропередачи и технические требования, предъявляемые к их работе	Лекции разделов № 1-3	Выявлять факторы, которые могут привести к возникновению аварий в процессе эксплуатации линий электропередачи	Практические работы разделов № 1-3	Способами правильной эксплуатации технического и вспомогательного оборудования, инструмента и оснастки, используемых в процессе эксплуатации линий электропередачи	Практические работы разделов № 1-3
ПКС-5.2 Владеет методами оценки эффективности и энергосбережения энергетического и электротехнического оборудования.					
Знать (З.2)		Уметь (У.2)		Владеть (Н.2)	
Нормы допустимых значений отклонения частоты и напряжения электрической энергии	Лекции разделов № 1-3	Оценивать производственно-технические показатели работы трансформаторных подстанций и распределительных пунктов в штатном и аварийном режимах	Практические и самостоятельные работы разделов № 1-3	Методами контроля степени соответствия характеристик электрическим энергетическим нормативным показателям качества (частота, напряжение)	Практические и самостоятельные работы раздела № 1-3

3 ПОКАЗАТЕЛИ, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ И ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

3.1 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Модели и методы в расчетах систем электроснабжения»

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

№ п/п	Раздел дисциплины	Контролируемые дидактические единицы (темы, вопросы)	Контролируемые индикаторы компетенций	Оценочное средство (№ вопроса)
1	Модели элементов энергосистемы в расчетах установившихся режимов	Понятие модели элементов систем электроснабжения. Метод узловых напряжений как основа расчета установившихся режимов электроэнергетических систем. Модели линий электропередачи. Модели трансформаторов и автотрансформаторов. Модели токоограничивающих реакторов. Модели генераторов в расчетах установившихся режимов. Модели турбин. Моделирование элементов энергосистем в расчетах установившихся режимов. Моделирование нагрузки. Статические характеристики нерегулируемых агрегатов турбина-генератор.	ПКС-4.1, ПКС-5.2	1-14

		Статические характеристики регулируемых агрегатов турбина-генератор. Модели нагрузки. Статические характеристики асинхронного двигателя. Статические характеристики комплексной нагрузки.		
2	Модели элементов энергосистемы в расчетах переходных процессов	<p>Модели синхронных машин.</p> <p>Уравнение движения ротора агрегата турбина-генератор. Вспомогательные понятия к математической модели электромагнитного момента.</p> <p>Индуктивные сопротивления синхронной машины. Переход от трехфазной системы координат к прямоугольной системе d-q координат, жестко связанной с ротором (уравнения Парка-Горева). Сводка уравнений модели синхронной машины через внутренние параметры.</p> <p>Постоянные времени синхронной машины по продольной и поперечной осям. Система уравнений генератора в форме ЭДС (без учета влияния демпферных контуров). Переходный процесс при КЗ на выводах генератора (без учета демпферных контуров). Система уравнений генератора в форме ЭДС (с учетом влияния демпферных контуров). Угловая внутренняя характеристика мощности синхронной машины через составляющие в координатах d и q.</p> <p>Модели систем возбуждения синхронных машин. Типы систем возбуждения и их особенности. Основные количественные характеристики систем возбуждения и АРВ, учитываемые в математической модели. Модели турбины и регуляторов частоты вращения. Первичные регуляторы частоты вращения паровых и гидравлических турбин. Сервомоторы с различными способами обратной связи. Передаточные функции звеньев, замещающих турбины и генераторы. Модели нагрузки. Модель асинхронного двигателя. Особенности моделирования асинхронного двигателя. Основные меры снижения потерь мощности и напряжения в системе электроснабжения. Мероприятия по компенсации реактивной мощности. Расчет статических компенсаторов и управление ими.</p>	ПКС-4.1, ПКС-5.2	14-38

Перечень вопросов к зачету с оценкой
по дисциплине: «**Модели и методы в расчетах систем электроснабжения**»

1. Понятие модели элементов систем электроснабжения
2. Метод узловых напряжений как основа расчета установившихся режимов электроэнергетических систем
3. Модели линий электропередачи.
4. Модели трансформаторов и автотрансформаторов.
5. Модели токоограничивающих реакторов.
6. Модели генераторов в расчетах установившихся режимов.
7. Модели турбин.
8. Моделирование элементов энергосистем в расчетах установившихся режимов.
9. Моделирование нагрузки.
10. Статические характеристики нерегулируемых агрегатов турбина-генератор.
11. Статические характеристики регулируемых агрегатов турбина-генератор.
12. Модели нагрузки.
13. Статические характеристики асинхронного двигателя.
14. Статические характеристики комплексной нагрузки.
15. Модели синхронных машин.
16. Уравнение движения ротора агрегата турбина-генератор
17. Вспомогательные понятия к математической модели электромагнитного момента.
18. Индуктивные сопротивления синхронной машины.
19. Переход от трехфазной системы координат к прямоугольной системе d - q координат, жестко связанной с ротором (уравнения Парка-Горева).
20. Сводка уравнений модели синхронной машины через внутренние параметры.
21. Постоянные времени синхронной машины по продольной и поперечной осям.
22. Система уравнений генератора в форме ЭДС (без учета влияния демпферных контуров).
23. Переходный процесс при КЗ на выводах генератора (без учета демпферных контуров).
24. Система уравнений генератора в форме ЭДС (с учетом влияния демпферных контуров).
25. Угловая внутренняя характеристика мощности синхронной машины через составляющие в координатах d и q .
26. Модели систем возбуждения синхронных машин.
27. Типы систем возбуждения и их особенности.
28. Основные количественные характеристики систем возбуждения и АРВ, учитываемые в математической модели.
29. Модели турбины и регуляторов частоты вращения.
30. Первичные регуляторы частоты вращения паровых и гидравлических турбин.
31. Сервомоторы с различными способами обратной связи.
32. Передаточные функции звеньев, замещающих турбины и генераторы.
33. Модели нагрузки.
34. Модель асинхронного двигателя.
35. Особенности моделирования асинхронного двигателя.
36. Основные меры снижения потерь мощности и напряжения в системе электроснабжения.
37. Мероприятия по компенсации реактивной мощности.
38. Расчет статических компенсаторов и управление ими.

Критерии оценки компетенций

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Модели и методы в расчетах систем электроснабжения» 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

ПРИМЕРНЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Как изменяется скорость вращения двигателя, получающего питание по линии электропередачи, при возникновении на ней короткого замыкания?

- Уменьшится;
- Значительно уменьшается;*
- Значительно увеличится.

2. Какова величина по нормам запаса статической устойчивости по мощности (для электропередачи) в нормальном режиме?

- 20%.
- 30%;
- 15%

3. Какова величина по нормам запаса статической устойчивости по мощности (для электропередачи) в послеаварийном режиме?

- 20%;
- 8%;

с. 10%.

4. Какова величина по нормам запаса статической устойчивости по напряжению (для узлов нагрузки) в нормальном режиме?

- a. 30%
- b. 20%;
- с. 15%.

5. Укажите, какой критерий является практическим критерием асинхронной нагрузки.

a. $\frac{dP}{ds} > 0 (+)$

b. $\frac{dE}{dU} > 0$

с. $\frac{dP}{ds} < 0$

6. Для каких двигателей применяется прямой пуск?

- a. Для двигателей малой мощности;
- b. Для двигателей средней мощности (до 12,5 МВт);
- с. Для синхронных двигателей большой мощности

7. Укажите, какой критерий является практическим критерием устойчивости узла комплексной нагрузки, при питании узла от одного источника питания.

a. $\frac{dP}{ds} > 0$

b. $\frac{dE}{dU} > 0 (+)$

с. $\frac{dP}{ds} < 0$

8. Укажите, какой критерий является практическим критерием устойчивости узла комплексной нагрузки, при питании узла от нескольких источников питания.

a. $\frac{dP}{ds} > 0$

b. $\frac{dE}{dU} > 0$

с. $\frac{d\Delta Q}{dU} > 0 (+)$

9. Что служит признаком нарушения устойчивости синхронной машины.

- a. Незначительное уменьшение угла δ ;
- b. Значительное уменьшение угла δ ;
- с. Значительное увеличение угла δ ;
- d. Правильные ответы а, с.

10. Какова должна быть величина пускового момента (пусковой мощности) при нормальных условиях пуска?

- a. 10 ÷ 15%.
- b. 50 ÷ 75%.(+)

с. $\geq 100\%$.

11. Какова должна быть величина пускового момента (пусковой мощности) при тяжёлых условиях пуска?

a. $\geq 100\%$.(+)

b. $10 \div 15\%$.

c. $50 \div 75\%$.

12. При каком значении напряжения на питающих шинах при самозапуске считают, что самозапуск будет успешным?

a. При напряжении, равном $0,55 \div 0,65$ от номинального.

b. При номинальном напряжении;

c. При напряжении, равном $0,75 \div 0,8$ от номинального;

d. При напряжении, равном $0,8 \div 0,9$ от номинального.

13. С помощью каких средств можно повысить статическую устойчивость электрической системы?

a. Установкой на генераторах электрической системы АРВ-СД.

b. Установкой конденсаторных батарей;

c. Правильные ответы а и б.

14. С помощью каких средств можно повысить статическую устойчивость узлов нагрузки?

a. Установкой на синхронных двигателях узлов нагрузки АРВ-СД и АРВ-ПТ там, где их нет.

b. Установкой на генераторах электрической системы АРВ-СД.

c. Установкой конденсаторных батарей;

15. Назовите условия устойчивости установившегося режима синхронной машины, работающей в электроэнергетической системе.

a. Вращающий момент должен быть меньше тормозящего момента;

b. Вращающий момент должен быть равен тормозящему и при отклонении от положения равновесия должен возникать момент, противодействующий отклонению.

c. Вращающий момент должен быть больше тормозящего момента.

Ключ теста

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Правильный ответ	b	a	b	c	a	a	b	c	c	b	a	a	a	a	b

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 заплани-

рованных часов. Для закрепления теоретического материала обучающиеся выполняют различные задания (тестовые задания, рефераты, задачи, кейсы, эссе и проч.). Их выполнение призвано обратить внимание обучающихся на наиболее сложные, ключевые и дискуссионные аспекты 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.