

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Дмитриев Николай Николаевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 25.08.2022 04:47:44
Уникальный программный ключ:
f7c6227919e44c78d3e5110110110110

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского»**

Энергетический факультет
Электроснабжение и электротехника

Утверждаю
Декан
факультета
Сукьясов С.В.

(Подпись)
25 марта 2022 г.

Рабочая программа дисциплины
"Несимметричные режимы распределительных сетей"

Направление подготовки (специальность) 13.04.02 - Электроэнергетика и электротехника.
Направленность (профиль) Оптимизация развивающихся систем электроснабжения
(академическая магистратура)

Форма обучения: очная, заочная, очно-заочная
2 Курс - 4 семестр/2 курс/3 семестр

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ

Цель освоения дисциплины:

- формирование у студентов комплекса знаний по несимметричным режимам работы распределительных электрических сетей

Основные задачи освоения дисциплины:

- сформировать у студентов комплекс знаний по несимметричным режимам работы распределительных электрических сетей

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Несимметричные режимы распределительных сетей; 13.04.02 - Электроэнергетика и электротехника; Оптимизация развивающихся систем электроснабжения; (ФГОС3++);» находится в части, формируемой участниками образовательных отношений Б1.В учебного плана по специальности подготовки 13.04.02 - Электроэнергетика и электротехника. Планируемые результаты в 4

3. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ)

Изучение данной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций:

Код компетенции	Результаты освоения ОП	Индикаторы компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
-----------------	------------------------	------------------------	---------------------------------------------------------

	Способен разрабатывать мероприятия по улучшению показателей качества электрической энергии	ИД-1ПК-3 Принимает решения в области электроэнергетики и электротехники	<p>знать: методы анализа состояния , методы испытания динамики показателей качества проектов, с использованием необходимых методов и средств исследований;</p> <p>уметь :</p> <p>разрабатывать мероприятия по эффективному использованию энергии и сырья</p> <p>владеть:</p> <p>навыками оценки экономической эффективности технологических проектов, инновационные технологические рисков при разработке объектов профессиональной деятельности</p>
		ИД-2ПК-3 Оценивает результаты испытаний электрооборудования	<p>знать: критерии оценки результатов испытаний электрооборудования</p> <p>уметь:</p> <p>прогнозировать и оценивать ожидаемые результаты испытаний</p> <p>владеть:</p> <p>современными методами организации проведения испытаний электрооборудования</p>

ПК-3

ИД-3ПК-3 Владеет методами и средствами испытания, ремонта и эксплуатации электрооборудования	знать: методы и средства испытания, ремонта и эксплуатации электрооборудования уметь: разрабатывать мероприятия по испытанию, ремонту и эксплуатации электрооборудования владеть: навыками испытания, ремонта и эксплуатации электрооборудования
ИД-4ПК-3 Организует ремонтные работы на предприятии	знать: критерии оценки результатов организации ремонтных работ на предприятии уметь: разрабатывать мероприятия по организации ремонтных работ электрооборудования владеть: навыками организации ремонта электрооборудования на предприятии

		ИД-5ПК-3 Управляет деятельностью по эксплуатации электрооборудования	знать: критерии оценки результатов организации работ по эксплуатации электрооборудования на предприятии уметь: разрабатывать мероприятия по организации работ по эксплуатации электрооборудования владеть: навыками организации работ по эксплуатации электрооборудования на предприятии
--	--	----------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение по дисциплине лиц, относящихся к категории инвалидов, и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

В случае возникновения необходимости обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья в Университете предусматривается создание специальных условий, включающих в себя использование специальных образовательных программ, методов воспитания, дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в здания Университета и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение образовательных программ обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

При получении высшего образования обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются бесплатно учебная литература, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

С учетом особых потребностей обучающимся с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается предоставление учебных, лекционных материалов в электронном виде.

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е. - 144 часов

Очная форма обучения: Семестр - 4 семестр, вид отчетности – Экзамен.

Вид учебной работы	Всего часов/зачетных единиц	Семестр
		ы
		4
Общая трудоемкость дисциплины	144/4	144/4
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	28	28
В том числе:		
Лекционные занятия	14	14
Практические занятия	14	14
Самостоятельная работа:	80	80
Самостоятельная работа	80	80
Экзамен	36	36

Заочная форма обучения: Курс - 2 курс, вид отчетности – Экзамен.

Вид учебной работы	Всего часов/зачетных единиц	Учебные
		курсы
		2
Общая трудоемкость дисциплины	144/4	144/4
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	20	20
В том числе:		
Лекционные занятия	10	10
Практические занятия	10	10
Самостоятельная работа:	88	88
Самостоятельная работа	88	88
Экзамен	36	36

ОчноЗаочная форма обучения: Семестр - 3 семестр, вид отчетности – Экзамен.

Вид учебной работы	Всего часов/зачетных единиц	Семестр
		ы
		3
Общая трудоемкость дисциплины	144/4	144/4
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	26	26
В том числе:		
Лекционные занятия	10	10
Практические занятия	16	16
Самостоятельная работа:	82	82
Самостоятельная работа	82	82
Экзамен	36	36

6. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества часов и видов учебных занятий

6.1. Очная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа
1	Общие сведения о несимметрии токов и напряжений	2	2	2
2	Модульный метод расчета показателей несимметрии токов и напряжений	2	2	10
3	Влияние несимметрии напряжений на потери и падение напряжения в распределительной сети	2	2	10
4	Влияние симметричных составляющих элементов электрической сети на изменение показателей качества электроэнергии	2	2	10
5	Способы и технические средства снижения несимметрии токов и напряжений в распределительных электрических сетях	2	2	10
6	Автоматизация управления симметрирующими устройствами	1	1	10
7	Определение параметров симметрирующих устройств	1	1	8
8	Определение показателей несимметрии токов и напряжений в распределительной электрической сети и различными видами несимметричной нагрузки и симметрирующим устройством	1	1	10
9	Прикладные компьютерные программы «Несимметрия 1» и «Несимметрия 2» для расчета показателей несимметрии токов и напряжений в электрической сети с распределенной нагрузкой и СУ	1	1	10
ИТОГО		14	14	80
Экзамен		36		
Итого по дисциплине		144		

6.2. Заочная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа
1	Общие сведения о несимметрии токов и напряжений	1	1	10

2	Модульный метод расчета показателей несимметрии токов и напряжений	1	1	10
3	Влияние несимметрии напряжений на потери и падение напряжения в распределительной сети	1	1	10
4	Влияние симметричных составляющих элементов электрической сети на изменение показателей качества электроэнергии	1	1	18
5	Способы и технические средства снижения несимметрии токов и напряжений в распределительных электрических сетях	1	1	10
6	Автоматизация управления симметрирующими устройствами	2	2	10
7	Определение параметров симметрирующих устройств	1	1	20
8	Определение показателей несимметрии токов и напряжений в распределительной электрической сети и различными видами несимметричной нагрузки и симметрирующим устройством	1	1	
9	Прикладные компьютерные программы «Несимметрия 1» и «Несимметрия 2» для расчета показателей несимметрии токов и напряжений в электрической сети с распределенной нагрузкой и СУ	1	1	
ИТОГО		10	10	88
Экзамен		36		
Итого по дисциплине		144		

6.3. Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа
1	Общие сведения о несимметрии токов и напряжений	1	1	8
2	Модульный метод расчета показателей несимметрии токов и напряжений	1	1	8
3	Влияние несимметрии напряжений на потери и падение напряжения в распределительной сети	1	2	8
4	Влияние симметричных составляющих элементов электрической сети на изменение показателей качества электроэнергии	1	2	8
5	Способы и технические средства снижения несимметрии токов и напряжений в распределительных электрических сетях	1	2	8
6	Автоматизация управления симметрирующими устройствами	1	2	8

7	Определение параметров симметрирующих устройств	2	2	8
8	Определение показателей несимметрии токов и напряжений в распределительной электрической сети и различными видами несимметричной нагрузки и симметрирующим устройством	1	2	14
9	Прикладные компьютерные программы «Несимметрия 1» и «Несимметрия 2» для расчета показателей несимметрии токов и напряжений в электрической сети с распределенной нагрузкой и СУ	1	2	12
ИТОГО		10	16	82
Экзамен		36		
Итого по дисциплине		144		

7. ФОРМЫ ТЕКУЩЕЙ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Общие сведения о несимметрии токов и напряжений:

- Отчет по практическим занятиям

Модульный метод расчета показателей несимметрии токов и напряжений:

- Отчет по практическим занятиям

Влияние несимметрии напряжений на потери и падение напряжения в распределительной сети:

- Отчет по практическим занятиям

Влияние симметричных составляющих элементов электрической сети на изменение показателей качества электроэнергии:

- Отчет по практическим занятиям

Способы и технические средства снижения несимметрии токов и напряжений в распределительных электрических сетях:

- Отчет по практическим занятиям

Автоматизация управления симметрирующими устройствами:

- Отчет по практическим занятиям

Определение параметров симметрирующих устройств:

- Отчет по практическим занятиям

Определение показателей несимметрии токов и напряжений в распределительной электрической сети и различными видами несимметричной нагрузки и симметрирующим устройством:

- Отчет по практическим занятиям

Прикладные компьютерные программы «Несимметрия 1» и «Несимметрия 2» для расчета показателей несимметрии токов и напряжений в электрической сети с распределенной нагрузкой и СУ:

- Отчет по практическим занятиям

8. СТРУКТУРА СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	именование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Общие сведения о несимметрии токов и напряжений	Общие сведения о несимметрии токов и напряжений. Влияние несимметрии напряжений на качество электрической энергии. Влияние несимметрии токов на потери электрической энергии

2	Модульный метод расчета показателей несимметрии токов и напряжений	Определение показателей несимметрии токов и дополнительных потерь мощности. Определение показателей несимметрии напряжений и показателей качества электрической энергии
3	Влияние несимметрии напряжений на потери и падение напряжения в распределительной сети	Определение симметричных составляющих потерь напряжения. Определение симметричных составляющих падения напряжения
4	Влияние симметричных составляющих элементов электрической сети на изменение показателей качества электроэнергии	Влияние сопротивления обратной и нулевой последовательности трансформатора на симметричные составляющие токов и напряжений в распределительной сети. Изменение сопротивлений нулевой последовательности линии электропередачи при изменяющемся качестве электроэнергии
5	Способы и технические средства снижения несимметрии токов и напряжений в распределительных электрических сетях	Перераспределение однофазных нагрузок в электрической сети. Автоматическое подключение однофазной нагрузки к наименее нагруженной фазе электрической сети. Применение замкнутых и полужамкнутых схем. Использование специальных шунтосимметрирующих устройств.
6	Автоматизация управления симметрирующими устройствами	Управление в функции времени. Управление в функции тока нулевой последовательности.
7	Определение параметров симметрирующих устройств	Определение параметров конденсаторного симметрирующего устройства Определение параметров электромагнитного шунтосимметрирующего устройства
8	Определение показателей несимметрии токов и напряжений в распределительной электрической сети и различными видами несимметричной нагрузки и симметрирующим устройством	
9	Прикладные компьютерные программы «Несимметрия 1» и «Несимметрия 2» для расчета показателей несимметрии токов и напряжений в электрической сети с распределенной нагрузкой и СУ	

9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

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

9.1.1. Основная литература

1. Электротехника и электроника. Трехфазные электрические цепи [Электронный ресурс] : учеб. пособие для вузов / Иркут. гос. с.-х. акад. ; авт.-сост.: М. Ю. Бузунова, А. Г. Черных. Кн. 1, 2013. - 1 эл. опт. диск (CD-RW)
2. Наумов, И. В. Прогнозирование функциональных состояний систем электроснабжения (на примере распределительных электрических сетей г. Иркутска) [Текст] : [моногр.] / И. В. Наумов, В. Н. Ерин ; Иркут. гос. с.-х. акад. - Иркутск : ИрГСХА, 2009. - 147 с.
3. Фролов, Ю. М. Основы электроснабжения [Электронный ресурс] / Ю. М. Фролов. - Москва : Лань, 2012. - Электрон. текстовые дан. // Лань : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4544.
4. Исследование и анализ дополнительных потерь мощности и качества электрической энергии в сельских распределительных сетях напряжением 0,38 кВ при несимметричной нагрузке : отчет о НИР : практ. рекомендации / Иркут. гос. с.-х. акад., 2006. - 54 с.
5. Косоухов, Ф. Д. Несимметрия напряжений и токов в сельских распределительных сетях / Ф. Д. Косоухов, И. В. Наумов, 2003. - 258 с.
6. Смирнов, С. С. Обеспечение качества электроэнергии в распределительных сетях, питающих сельскохозяйственных потребителей [Текст] : Метод. указ. к выполнению курсового проекта по дисциплине "Электроснабжение" / С.С. Смирнов ; Иркут. гос. с.-х. акад. - Иркутск : ИрГСХА, 2003. - 25 с.
7. Наумов, И. В. Оптимизация несимметричных режимов системы сельского электроснабжения (теоретические обобщения) [Текст] / И. В. Наумов ; Иркут. гос. с.-х. акад. - Иркутск : ИрГСХА, 2001. - 217 с.

9.1.2. Дополнительная литература

1. Исследование и анализ дополнительных потерь мощности и качества электрической энергии в сельских распределительных сетях напряжением 0,38 кВ при несимметричной нагрузке [Текст] : отчет о НИР : практ. рекомендации / Иркут. гос. с.-х. акад. ; рук. И. В. Наумов, исполн. С. В. Подъячих, Д. А. Иванов, Д. А. Шпак. - Иркутск: Репроцентр А1, 2006. - 54 с.
2. Проектирование систем электроснабжения [Текст] : учеб. пособие для вузов : рек. Учеб.-метод. об-нием / И. В. Наумов, Т. Б. Лещинская, С. И. Бондаренко ; Иркут. гос. с.-х. акад. - Иркутск : ИрГСХА, 2011. - 325 с. : табл. ; 21 см. - Библиогр.: с. 170. - ISBN 978-5-91777-042-0

9.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

1. Энергосбережение в низковольтных электрических сетях при несимметричной нагрузке : монография / Ф. Д. Косоухов, Н. В. Васильев, А. Л. Борошнин, А. О. Филиппов. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 280 с. — ISBN 978-5-8114-2119-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75512>
2. Сопротивление материалов : учебник / Б. Е. Мельников, Л. К. Паршин, А. С. Семенов, В. А. Шерстнев. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 576 с. — ISBN 978-5-8114-4740-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/131018>

9.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Договор №, дата, организация
Лицензионное программное обеспечение		
1	Microsoft Office 2010	Акт на передачу прав Н-0005792 от 08.06.2011 года

2	Microsoft Office 2007 (пакет приложений Майкрософт)	лицензии: № 44217759, 44667904, 43837216, 44545018, 44545016, 44217780
3	Kaspersky Business Space Security Russian Edition	Акт на передачу прав Н-0005792 от 08.06.2011 года
Свободно распространяемое программное обеспечение		
1	Adobe Acrobat Reader	Свободно распространяемое ПО
2	LibreOffice 6.3.3	Свободно распространяемое ПО
3	Mozilla Firefox 83.x	Свободно распространяемое ПО
4	Opera 72.x	Свободно распространяемое ПО
5	Google Chrome 86.X (веб-браузер)	Свободно распространяемое ПО

10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

№	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий и др. объектов для проведения учебных занятий	Основное оборудование	Форма использования

1	Молодежный, ауд. 143	<p>Специализированная мебель: столы - 16 шт., стулья - 33 шт., стол преподавателя – 1 шт., трибуна - 1 шт., шкаф - 1 шт., доска магнитно-маркерная - 1 шт.</p> <p>Технические средства обучения: проектор Optoma - 1 шт., экран S-Classic - 1 шт., системный блок AMD Ahtlon 64 Processor 3000+ 1,8 ГГц - 1 шт., монитор Samsung 940N - 1 шт., колонки - 1 шт.</p> <p>Список ПО на компьютере: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010, 19. Яндекс.Браузер</p>	<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p>
---	----------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2	Молодежный, ауд. 303	<p>Специализированная мебель: столы ученические - 6 шт., столы компьютерные - 15 шт., стулья – 21 шт.</p> <p>Технические средства обучения: 11 персональных компьютеров подключенных к сети "Интернет" и доступом в электронную информационно-образовательную среду ФГБОУ ВО Иркутского ГАУ и электронно-библиотечную систему (электронной библиотеки), сканер CanoScan LIDE 110 - 1 шт., сканер Epson Perfection V 37 - 1 шт., принтер HP Lazer Jet P 2055 - 1 шт., принтер HP Lazer Jet M 1132 MFP - 1 шт.</p> <p>Список ПО на компьютере: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010, LibreOffice 6.3.3, Adobe Acrobat Reader, Mozilla Firefox 83.x, Opera 72.x, Google Chrome 86.x.</p>	<p>Аудитория для проведения консультационных и самостоятельных занятий ;</p> <p>занятий семинарского типа, индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ)</p>
---	----------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

11. РАЗРАБОТЧИКИ

Кандидат технических наук
(ученая степень)

Профессор
(занимаемая должность)

Электроснабжение и
электротехника
(место работы)

Наумов И. В.
(ФИО)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры электроснабжения и электротехники
Протокол № 7 от 25 марта 2022 г.

Зав.кафедрой _____ /Подъячих С.В./
(Подпись)