

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Дмитриев Николай Николаевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 17.06.2022 10:09:25  
Уникальный программный ключ:  
f7c6227919e4cdbfb4d7b682991f8553b37cafbd

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**имени А.А. ЕЖЕВСКОГО**

Факультет энергетический  
Кафедра электроснабжения и электротехники

Утверждаю  
Декан факультет



24июля 2020 г

Рабочая программа дисциплины  
«Несимметричные режимы распределительных сетей»

Направление подготовки  
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль)  
Оптимизация развивающихся систем электроснабжения

(уровень магистратуры)

Форма обучения: очная, заочная  
2 курс, 4 семестр / 2 курс

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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» относится к вариативной части профессионального цикла Б1.В.01 основной образовательной программы магистратуры учебного плана по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника. Дисциплина изучается в 4 семестре.

## 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
ПК-3	Способен организовать эксплуатацию, испытание и ремонт электрооборудования	ИД-1 <sub>ПК-3</sub> Принимает решения в области электроэнергетики и электротехники	<b>знать:</b> методы анализа состояния , методы испытания динамики показателей качества проектов, с использованием необходимых методов и средств исследований; <b>уметь :</b> разрабатывать мероприятия по эффективному использованию энергии и сырья <b>владеть:</b> навыками оценки экономической эффективности технологических проектов, инновационнотехнологических рисков при разработке объектов профессиональной деятельности

		ИД-2 <sub>пк-з</sub> Оценивает результаты испытаний электрооборудования	<p><b>знать:</b> критерии оценки результатов испытаний электрооборудования</p> <p><b>уметь:</b> прогнозировать и оценивать ожидаемые результаты испытаний</p> <p><b>владеть:</b> современными методами организации проведения испытаний электрооборудования</p>
		ИД-3 <sub>пк-з</sub> Владеет методами и средства испытания, ремонта и эксплуатации электрооборудования	<p><b>знать:</b> методы и средства испытания, ремонта и эксплуатации электрооборудования</p> <p><b>уметь:</b> разрабатывать мероприятия по испытанию, ремонту и эксплуатации электрооборудования</p> <p><b>владеть:</b> навыками испытания, ремонта и эксплуатации электрооборудования</p>
		ИД-4 <sub>пк-з</sub> Организует ремонтные работы на предприятии	<p><b>знать:</b> критерии оценки результатов организации ремонтных работ на предприятии</p> <p><b>уметь:</b> разрабатывать мероприятия по организации ремонтных работ электрооборудования</p> <p><b>владеть:</b> навыками организации ремонта электрооборудования на предприятии</p>
		ИД-5 <sub>пк-з</sub> Управляет деятельностью по эксплуатации электрооборудования	<p><b>знать:</b> критерии оценки результатов организации работ по эксплуатации электрооборудования на предприятии</p> <p><b>уметь:</b> разрабатывать мероприятия по организации работ по эксплуатации электрооборудования</p> <p><b>владеть:</b> навыками организации работ по эксплуатации электрооборудования на предприятии</p>

#### **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 часа

### **5.1. Объем дисциплины и виды учебной работы:**

**5.1.1. Очная форма обучения:** Семестр –4 , вид отчетности – экзамен (4 семестр).

Вид учебной работы	Объем часов / зачетных единиц	Объем часов / зачетных единиц
	всего	4 семестр
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>144/4</b>	<b>144/4</b>
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)</b>	<b>28</b>	<b>28</b>
в том числе:		
Лекции (Л)	14	14
Практические занятия (ПР)	14	14
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>80</b>	<b>80</b>
Курсовой проект (КП)	-	-
Курсовая работа (КР)	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Реферат (Р)	20	20
Эссе (Э)	-	-
Контрольная работа	-	-
Самостоятельное изучение разделов	-	-

Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.)	60	60
Подготовка и сдача экзамена	<b>36</b>	<b>36</b>

### 5.1.2. Заочная форма обучения: Курс – 2, вид отчетности экзамен (2 курс)

Вид учебной работы	Объем часов / зачетных единиц	Объем часов / зачетных единиц
	всего	2 курс
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>144/4</b>	<b>144/4</b>
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)</b>	<b>20</b>	<b>20</b>
в том числе:		
Лекции (Л)	10	10
Практические занятия (ПР)	10	10
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>88</b>	<b>88</b>
Курсовой проект (КП)	-	-
Курсовая работа (КР)	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Реферат (Р)	20	20
Эссе (Э)	-	-
Контрольная работа	-	-
Самостоятельное изучение разделов	-	-
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.)	68	68
Подготовка и сдача экзамена	36	36

## 6. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

#### 6.1.1 Очная форма обучения:

№ п/п	Раздел, тема, содержание дисциплины	Виды учебных занятий, включая самостоятельную и трудоемкость (в часах)				Формы текущей, промежуточной аттестации
		Лекции (Л)	Практ. (семинарские)	лаборат. работы (ЛР)	самост. работа (СРС)	
1	2	3	4	5	6	7
<b>4 семестр</b>						
1.	<b>Общие сведения о несимметрии токов и напряжений</b>	2	2	-	2	отчет
1.1	Общие сведения о несимметрии токов и напряжений					
1.2	Влияние несимметрии напряжений на качество электрической энергии					
1.3	Влияние несимметрии токов на потери электрической энергии					
2	<b>Модульный метод расчета показателей несимметрии токов и напряжений</b>	2	2	-	10	отчет
2.1	Определение показателей несимметрии токов и дополнительных потерь мощности					
2.2	Определение показателей несимметрии напряжений и показателей качества электрической энергии					
3	<b>Влияние несимметрии напряжений на потери и падение напряжения в распределительной сети</b>	2	2	-	10	отчет
3.1	Определение симметричных составляющих потерь напряжения					
3.2	Определение симметричных составляющих падения напряжения					
4.	<b>Влияние симметричных составляющих элементов электрической сети на изменение показателей качества электроэнергии</b>	2	2	-	10	отчет
4.1.	Влияние сопротивления обратной и нулевой последовательности трансформатора на симметричные составляющие токов и напряжений в распределительной сети					
4.2.	Изменение сопротивлений нулевой последовательности линии электропередачи при изменяющемся качестве электроэнергии					
5	<b>Способы и технические средства снижения несимметрии токов и напряжений в распреде-</b>	2	2	-	10	отчет

	<b>лительных электрических сетях</b>					
5.1	Перераспределение однофазных нагрузок в электрической сети					
5.2	Автоматическое подключение однофазной нагрузки к наименее нагруженной фазе электрической сети					
5.3	Применение замкнутых и полужамкнутых схем					
5.4.	Использование специальных шунто-симметрирующих устройств					
6	<b>Автоматизация управления симметрирующими устройствами</b>	1	1	-	10	отчет
6.1	Управление в функции времени					
6.2	Управление в функции тока нулевой последовательности					
7	<b>Определение параметров симметрирующих устройств</b>	1	1	-	8	
7.1	Определение параметров конденсаторного симметрирующего устройства					
7.2	Определение параметров электромагнитного шунтосимметрирующего устройства					
8	<b>Определение показателей несимметрии токов и напряжений в распределительной электрической сети и различными видами несимметричной нагрузки и симметрирующим устройством</b>	1	1	-	10	отчет
9	<b>Прикладные компьютерные программы «Несимметрия 1» и «Несимметрия 2» для расчета показателей несимметрии токов и напряжений в электрической сети с распределенной нагрузкой и СУ</b>	1	1	-	10	отчет
	<b>Экзамен</b>					<b>36</b>
	<b>ИТОГО за 4 семестр</b>	<b>14</b>	<b>14</b>		<b>80</b>	
	<b>Итого по дисциплине</b>	<b>14</b>	<b>14</b>		<b>80</b>	<b>36</b>
					<b>144</b>	

### 6.1.2 Заочная форма обучения:

№ п/п	Раздел, тема, содержание дисциплины	Виды учебных занятий, включая самостоятельную и трудоемкость (в часах)				Формы текущей, промежуточной аттестации
		Лекции (Л)	Практ. (семинарские)	лаборат. работы (ЛР)	самост. работа (СРС)	
1	2	3	4	5	6	7
<b>2 курс</b>						
1.	Общие сведения о несимметрии токов и напряжений	1	1		10	
2	Модульный метод расчета показателей несимметрии токов и напряжений	1	1		10	отчет
3	Влияние несимметрии напряжений на потери и падение напряжения в распределительной сети	1	1		10	отчет
4	Влияние симметричных составляющих элементов электрической сети на изменение показателей качества электроэнергии	1	1		18	отчет
5	Способы и технические средства снижения несимметрии токов и напряжений в распределительных электрических сетях	1	1		10	отчет
6	Автоматизация управления симметрирующими устройствами	2	2		10	отчет
7	Определение параметров симметрирующих устройств	1	1		20	отчет
8	Определение показателей несимметрии токов и напряжений в распределительной электрической сети и различными видами несимметричной нагрузки и симметрирующим устройством	1	1			отчет
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			отчет
	Экзамен					36
	<b>Итого за 2 курс</b>	<b>10</b>	<b>10</b>		<b>88</b>	
	<b>Итого по дисциплине</b>	<b>10</b>	<b>10</b>		<b>88</b>	
					<b>144</b>	

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

7.1.1. 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?p11\\_cid=25&p11\\_id=4544](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_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.

#### 7.1.2. 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

#### 7.2. 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>

### 7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Договор №, дата, организация
<b>Лицензионное программное обеспечение</b>		
1	Microsoft Windows 7	Акт на передачу прав Н-0005792 от 08.06.2011 года
2	Microsoft Office 2010	
3	Kaspersky Business Space Security Russian Edition	
<b>Свободно распространяемое программное обеспечение</b>		
1	LibreOffice 6.3.3	
2	Adobe Acrobat Reader	
3	Mozilla Firefox 83.x	
4	Opera 72.x	
5	Google Chrome 86.x.	

## 8. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССа по дисциплине

п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий и др. объектов для проведения учебных занятий	Основное оборудование	Форма использования
1	2	3	4

1	Учебная аудитория 143	Специализированная мебель: кафедра - 1 шт., столы ученические - 16 шт., стол преподавателя – 1 шт., стулья - 34 шт. Технические средства обучения: проектор Epson EMP-X52 - 1 шт., экран - 1 шт., ПК рабочее место - 1 шт., колонки - 1 шт., доска магнитно-маркерная - 1 шт.	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.
2	Аудитория 303	Специализированная мебель: Стол - 11 шт.; Стул - 11 шт. 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 - 2 шт.; Принтер HP Lazer Jet P 2055 - 1 шт.; Принтер HP Lazer Jet M 1132 MFP - 1 шт.	Аудитория для проведения консультационных и самостоятельных занятий; занятий семинарского типа, индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ)

### Рейтинг-план дисциплины

2 курс, 4 семестр

Лекции – 14 часов. Практические занятия – 14 часов. Экзамен.

### Распределение баллов по разделам (модулям) в 4 семестре

Раздел дисциплины	Максимальный балл	Сроки
Общие сведения о несимметрии токов и напряжений. Модульный метод расчета показателей несимметрии токов и напряжений	0 - 15	1-2
Влияние несимметрии напряжений на потери и падение напряжения в распределительной сети. Влияние симметричных составляющих элементов электрической сети на изменение показателей качества электроэнергии	0 - 15	3-4
Способы и технические средства снижения несимметрии токов и напряжений в распределительных электрических сетях. Автоматизация управления симметрирующими устройствами. Определение параметров симметрирующих устройств	0 - 15	5-6
Определение показателей несимметрии токов и напряжений в распределительной электрической сети и различными видами несимметричной нагрузки и симметрирующим устройством. Прикладные компьютерные программы «Несимметрия 1» и «Несимметрия 2» для расчета показателей несимметрии токов и напряжений в электрической сети с распределенной нагрузкой и СУ	0 - 15	7-8
<b>ИТОГО</b>	<b>60</b>	
Сумма баллов для допуска к экзамену	от 40	

Итоговый рейтинговый балл	от 0 до 100
---------------------------	-------------

#### Распределение баллов по видам работ

Вид работы	Единица измерения	Премиальные баллы
Активность на семинарском занятии	семестр	0 - 8
Посещение занятий	семестр	0 - 5
Внеаудиторная самостоятельная работа	семестр	0 - 12
Участие в конференциях, конкурсах	одно участие	0 - 15
Итого		до 40
Экзамен		20-40

#### Определение итоговой оценки по дисциплине

По результатам работы в семестре студент может получить автоматически зачет или экзамен при условии, если он набрал более 50 баллов. Если студент набрал менее 40 баллов, то он не допускается к экзамену. Неуспевающим студентам предоставляется возможность ликвидировать задолженность (в зависимости от причины неуспеваемости) в предусмотренные кафедрой и деканатом сроки.

Интервал баллов рейтинга	Оценка
Меньше 50	неудовлетворительно
51 - 70	удовлетворительно
71 - 90	хорошо
91 - 100	отлично

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) и учебным планом направления подготовки магистров по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль Оптимизация развивающихся систем электроснабжения



Программу составил: \_\_\_\_\_ Наумов Игорь Владимирович

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры электроснабжения и электротехники.

Протокол №11 от « 24 » июля 2020 г.



Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Подъячих Сергей Валерьевич