

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

**Кафедра электроэнергетики
(ЭЭ_ПИ)**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий ОП ВО

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

**Кафедра электроэнергетики
(ЭЭ_ПИ)**

наименование кафедры

Пантелеев В.И.

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ИССЛЕДОВАНИЕ И
ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ
КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

Дисциплина Б1.В.03 Исследование и оптимизация параметров
качества электроэнергии

Направление подготовки / 13.04.02 Электроэнергетика и
специальность электротехника

Направленность
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2021

Красноярск 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования с учетом профессиональных стандартов по укрупненной группе

130000 «ЭЛЕКТРО- И ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Программу
составили

канд. техн. наук, доцент, Степанов А.Г.

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является реализация уровневой системы высшего профессионального образования в направлении подготовки 130402 – Электроэнергетика и электротехника в части углубленного профессионального образования, позволяющего выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности, обладать универсальными и предметно-специализированными компетенциями, способствующими его социальной мобильности и устойчивости на рынке труда.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Основными задачами изучения дисциплины являются формирование профессиональных компетенций в следующих областях: показатели качества электро-энергии, причины их возникновения и влияния на электрооборудование и питающую сеть; методы и средства оптимизации режимов работы электрических сетей и приборов; представления о существующих современных технических средств для измерения и контроля показателей качества электроэнергии; основным приемам расчета и анализа показателей качества электроэнергии освоении.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

ПК-2:Способен участвовать в проведение научно-исследовательских разработок электротехнических комплексов и систем	
ПК-2.12:Разрабатывает мероприятия по повышению качества электрической энергии и обеспечению их соответствия требованиям стандартов	
Уровень 1	законы распределения вероятностей показателей качества электрической энергии и их числовые характеристики
Уровень 2	современные достижения и методы исследования в области своей профессиональной деятельности, а также основных достижений и методов исследования смежных областей
Уровень 1	Определять отклонения напряжений в контрольных точках и рассчитывать допустимый вклад потребителя по ПКЭ
Уровень 2	анализировать получаемые результаты, выделять наиболее существенные и формулировать их в виде научных положений
Уровень 3	составлять отчёты о научно-исследовательской работе в форме презентаций, устных докладов на научных семинарах и конференциях, в виде научных
Уровень 1	подходами и способами решения задач контроля показателей электроэнергии в вопросах исследования и оптимизации параметров

	качества
Уровень 2	современными критериями оценки актуальности, достоверности и значимости

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Для усвоения данной дисциплины студенты должны изучить в полном объеме следующие дисциплины базовой подготовки бакалавров: теоретические основы электротехники, электрические машины, электроэнергетические сети и системы, переходные процессы в электроэнергетических системах, электрические станции и подстанции, релейная защита и автоматика электроэнергетических систем. Является обязательной дисциплиной вариативной части учебного плана подготовки магистров.

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		1
Общая трудоемкость дисциплины	3 (108)	3 (108)
Контактная работа с преподавателем:	1 (36)	1 (36)
занятия лекционного типа	0,5 (18)	0,5 (18)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	0,5 (18)	0,5 (18)
практикумы		
лабораторные работы		
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
Самостоятельная работа обучающихся:	1 (36)	1 (36)
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
Промежуточная аттестация (Экзамен)	1 (36)	1 (36)

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	1. Исследование и оптимизация параметров качества электроэнергии	18	18	0	36	
Всего		18	18	0	36	

3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме

1	1	<p>Тема 1.1 Общие сведения о качестве электрической энергии: Требования, предъявляемые к качеству электрической энергии в энергосистемах. Задачи контроля качества электроэнергии. Правовые основы обеспечения показателей качества электрической энергии. Понятие электромагнитной совместимости. Общие сведения о влиянии показателей качества электроэнергии на режимы работы сетей и электрооборудования, на производительность основных производственных механизмов.</p>	1	0	0
2	1	<p>Тема 1.2 Межгосударственный стандарт ГОСТ 32144-2013: Основные положения ГОСТ 32144-2013 на качество электрической энергии. Показатели и нормы качества электрической энергии. Методика определения показателей качества электрической энергии. Требования к погрешности измерений показателей качества электрической энергии.</p>	2	0	0

3	1	<p>Тема 1.3 Интегральные характеристики показателей качества электрической энергии: Баланс активной и реактивной мощности в электрических системах. Законы распределения вероятностей показателей качества электрической энергии и их числовые характеристики. Корреляционные методы анализа качества электрической энергии.</p>	2	0	0
---	---	--	---	---	---

4	1	<p>Тема 1.4 Контроль качества электрической энергии по отдельным показателям: Основные задачи контроля качества электроэнергии. Виды контроля КЭ. Выбор пунктов контроля качества ЭЭ. Определение качества электрической энергии по показателям: установившееся отклонение напряжения, размах изменения напряжения, доза фликера, коэффициент искажения синусоидальности напряжения, коэффициент n-ой гармонической составляющей напряжения, коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности, коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности, отклонение частоты, длительность провала напряжения, импульсное напряжение, коэффициент временного перенапряжения. Виды представления результатов контроля качества ЭЭ и их анализ.</p>	2	0	0
---	---	--	---	---	---

5	1	<p>Тема 1.5 Приборы контроля качества электрической энергии: Современные средства измерения. Присоединение средств измерения к измерительным трансформаторам. Характеристики измерительных трансформаторов напряжения и тока. Методы измерения показателей качества электроэнергии. Классификация приборов контроля качества электрической энергии, их технические характеристики. Погрешности приборов контроля. Погрешности средств присоединения приборов контроля.</p>	2	0	0
6	1	<p>Тема 1.6 Влияние показателей качества электрической энергии на работу потребителей: Влияние показателей качества электрической энергии на учет электроэнергии, работу силовых установок, системы релейной защиты, автоматики, телемеханики и связи. Определение ущерба от невыполнения нормативных требований к отдельным показателям качества электрической энергии.</p>	1	0	0

7	1	<p>Тема 1.7 Влияние схемы сети на распределение кондуктивных помех: Суммирование помех. Частотные характеристики системы электро-снабжения. Резонанс напряжений и токов в СЭС. Распределение токов и напряжений при несимметричных режимах. Влияние КЭ на потери электроэнергии. Влияние несинусоидальности напряжений и токов на приборы учета. Влияние системы заземления сети напряжением до 1000 В.</p>	2	0	0
---	---	---	---	---	---

8	1	<p>Тема 1.8 Способы и технические средства обеспечения качества электроэнергии:</p> <p>Способы регулирования напряжения.</p> <p>Конденсаторные батареи для регулирования напряжения.</p> <p>Компенсация высших гармонических составляющих.</p> <p>Симметрирующий эффект конденсаторных батарей. Компенсация колебаний напряжения.</p> <p>Средства защиты от провалов напряжения.</p> <p>Определение экономического ущерба на предприятии от провалов напряжения.</p> <p>Устройства, минимизирующие последствия провалов напряжения.</p> <p>Современные средства обеспечения качества электроэнергии.</p>	2	0	0
---	---	--	---	---	---

9	1	<p>Тема 1.9 Оптимизация параметров качества электрической энергии: Задачи исследования и оптимизации параметров качества электроэнергии.</p> <p>Принципы системы контроля, анализа качества электроэнергии.</p> <p>Расчетно-инструментальная методика регулирования напряжения в сетях среднего и низкого напряжения.</p> <p>Диагностика системы электроснабжения.</p> <p>Методы и средства улучшения показателей качества электрической энергии: использование технических средств, выбор оптимальных законов регулирования, выявление и устранение электромагнитных помех.</p>	2	0	0
10	1	<p>Тема 1.10 Расчет отклонений напряжения в контрольных точках: Определение требуемых уровней напряжения в контрольных точках.</p> <p>Расчет допустимого вклада потребителя по показателю качества электро-энергии.</p>	2	0	0
Всего			18	0	0

3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в acad. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме

1	1	1.Эмпирическая функция распределения показателей качества электрической энергии и ее изображение, оценка параметров; выбор теоретической функции распределения; основы теории корреляции и регрессивного анализа.	2	0	0
2	1	2.Потери мощности в двигателях, трансформаторах и конденсаторах в условиях несинусоидального напряжения .	2	0	0
3	1	3.Гармонический анализ первичных напряжений и токов. Расчет несинусоидальных режимов, погрешности расчета.	4	0	0
4	1	4.Несимметричные режимы, их оценка. Симмет-ричные составляющие трехфазной цепи.	2	0	0
5	1	5.Приборы контроля показателей качества электрической энергии	2	0	0
6	1	6.Определение ущербов от низкого качества электрической энергии.	2	0	0
7	1	7.Выбор параметров фильтро-компенсирующих устройств высших гармоник напряжения.	2	0	0
8	1	8.Расчет отклонений напряжения в контрольных точках	2	0	0
Всего			18	0	0

3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Кудрин Б. И.	Электроснабжение: учебник для вузов, обучающихся по направлению подготовки "Электроэнергетика и электротехника"	Москва: Академия, 2015
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Арриллага Дж., Брэдли Д., Боджер П., Железко Ю. С.	Гармоники в электрических системах: пер. с англ.	Москва: Энергоатомиздат, 1990
Л2.2	Железко Ю. С.	Выбор мероприятий по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях: рук. для практ. расчетов	Москва: Энергоатомиздат, 1989
Л2.3	Жежеленко И.В.	Высшие гармоники в системах электроснабжения промпредприятий	Москва: Энергоатомиздат, 1984
Л2.4	Жежеленко И. В., Рабинович Л., Божко М.	Качество электроэнергии на промышленных предприятиях	Киев: Техника, 1981
Л2.5	Жежеленко И.В.	Показатели качества электроэнергии на промышленных предприятиях	Москва: Энергия, 1977
Л2.6	Железко Ю. С.	Компенсация реактивной мощности в сложных электрических системах: научное издание	Москва: Энергоиздат, 1981
Л2.7	Железко Ю. С., Артемьев А. В., Савченко О. В.	Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях: Руководство для практических расчетов	Москва: НЦ ЭНАС, 2005
Л2.8	Жежеленко И. В., Божко В. М., Вагин Г. Я., Рабинович М. Л.	Эффективные режимы работы электротехнологических установок	Киев: Техника, 1987

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Организация самостоятельной работы производится в соответствии с графиком учебного процесса и самостоятельной работы.

Методические рекомендации студентам по изучению курса

Перед началом изучения дисциплины студентам необходимо ознако-миться с целями, задачами, структурой дисциплины, выполнением заданий, а также балльно-рейтинговой системой. При изучении каждого раздела курса студентам необходимо ознакомиться с содержанием и объемом темы по программе, методическими указаниями, а также изучить последовательность рассматриваемых в ней вопросов.

Приступая к работе над учебным материалом необходимо предвари-тельно с ним ознакомиться. При изучении теоретического материала реко-мендуется внимательно изучить и осмыслить предлагаемый материал в рамках выбранной темы. Дополнительно к изучению темы необходимо пользоваться учебным электронным пособием. Изучение теоретического материала сопровождается подготовкой к практическим и лабораторным занятиям, проходящих в рамках аудиторных занятий и самостоятельное выполнение индивидуальных заданий, относящихся к рассматриваемой теме.

В случае каких-либо затруднений в самостоятельной работе студент всегда может обратиться за консультацией к преподавателю лично.

Контроль знаний и оценка результатов обучения

Контроль знаний по дисциплине проводится по темам практических занятий с целью определения уровня самостоятельной работы студента по учебному материалу дисциплины в форме устного опроса.

Объектами текущего контроля при изучении дисциплины являются: посещение лекций, подготовка и качество выполнения реферата, работа на практических занятиях. Результаты текущего контроля влияют на рейтинг студента.

Промежуточная аттестации по дисциплине проводится в соответствии с требованиями Федерального Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки в форме экзамена. Он подводит итог знаниям студента, полученным за весь период изучения дисциплины.

Учебный план, предусмотренный учебной программой дисциплины, должен быть реализован студентом в полном объеме.

Согласно графику учебного процесса преподаватель выставляет

оценки за «контрольные недели».

Виды самостоятельной работы студентов:

1. Подготовка к практическим занятиям–6 часов.
2. Изучение лекционного курса–20 часов.
3. Подготовка реферата по одной из перечисленных тем (п.5.2) – 10 часов:

Самостоятельное изучение разделов дисциплины и закрепление полученных знаний происходит в течение всего семестра.

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

9.1.1	Пакет Microsoft Office Excel.
9.1.2	Пакет Microsoft Office Word.
9.1.3	MathCAD – программное средство для выполнения на компьютере разнообразных математических и технических расчетов, снабженная простым в освоении и в работе графическим интерфейсом, которая предоставляет пользователю инструменты для работы с формулами, числами, графиками и текстами.
9.1.4	Программная оболочка системы дистанционного обучения, включающий систему размещения учебных материалов, систему тестирования знаний, систему взаимодействия студентов и преподавателей

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

9.2.1	Электронный каталог Научной библиотеки Сибирского федерального университета
9.2.2	Электронный каталог Государственной универсальной научной библиотеки Красноярского края
9.2.3	Электронный каталог Центральной научной библиотеки КНЦ СО РАН
9.2.4	Электронный каталог Библиотеки института биофизики СО РАН
9.2.5	Электронный каталог Библиотеки института физики им. Л.В. Киренского СО РАН
9.2.6	Электронный каталог Библиотеки института вычислительного моделирования СО РАН
9.2.7	Электронный каталог Научной библиотеки Сибирского государственного технологического университета
9.2.8	Электронный каталог Научной библиотеки Красноярского государственного аграрного университета
9.2.9	Электронный каталог Научной библиотеки Сибирского государственного аэрокосмического университета
9.2.10	Научная электронная библиотека (eLIBRARY.RU): http://elibrary.ru
9.2.11	Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина: http://www.prlib.ru

9.2.1 2	Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ): http://uisrussia.msu.ru
9.2.1 3	Электронная библиотека диссертаций РГБ: http://dvs.rsl.ru (доступ к полному тексту), http://diss.rsl.ru (доступ к каталогу)
9.2.1 4	Электронная библиотека РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина: http://elib.gubkin.ru
9.2.1 5	Электронно-библиотечная база данных «Электронная библиотека технического ВУЗа»: http://www.studentlibrary.ru
9.2.1 6	Электронно-библиотечная система "ИНФРА-М": http://www.znanium.com
9.2.1 7	Электронно-библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Рукопт»: http://rucont.ru
9.2.1 8	Электронно-библиотечная система «Лань»: http://e.lanbook.com
9.2.1 9	Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»: http://ibooks.ru

10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для проведения занятий лекционного типа имеется набор демонстрационного оборудования (ММО) и учебно-наглядного пособия (презентации), обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочей учебной программе дисциплины.

Перечень материально-технического обеспечения, необходимого для реализации программы магистратуры, включает в себя компьютерные классы, оснащенные персональными компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, при этом обеспечена возможность подключения к сети «Интернет», а также обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определен в п.9.2 и подлежит ежегодному обновлению.