

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Электроснабжения и электротехники»

УТВЕРЖДЕНА:

на заседании кафедры электроснабжения и электротехники

Протокол №12 от 18 июня 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ»

Направление: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Интеллектуальные системы электроснабжения

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Сердюкова Екатерина
Владимировна
Дата подписания: 09.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Шакиров
Владислав Альбертович
Дата подписания: 18.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Пионкевич
Владимир Андреевич
Дата подписания: 09.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Качество электрической энергии» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-2 Способен к выполнению работ по проектированию оборудования и технологической автоматики интеллектуальных систем электроснабжения	ПК-2.1
ПК-3 Способен решать производственно-технические задачи по реконструкции оборудования интеллектуальных систем электроснабжения	ПК-3.1

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-2.1	Умеет находить нестандартные решения задач в области качества электрической энергии, применять современные методы и средства исследования, эксплуатации электроэнергетических и электротехнических объектов	Знать основные показатели качества электрической энергии Уметь анализировать показатели качества электрической энергии в СЭС Владеть методами измерения и оценки показателей качества электрической энергии в СЭС
ПК-3.1	Знает современные естественнонаучные и прикладные задачи электроэнергетики в области качества электрической энергии, методы и средства их решения в научно-исследовательской, технологической деятельности	Знать основные изменения характеристик напряжения, показатели качества электрической энергии, современные естественнонаучные и прикладные задачи электроэнергетики в области качества электрической энергии, методы и средства их решения в научно-исследовательской, технологической деятельности. Уметь анализировать показатели качества электрической энергии в СЭС, находить нестандартные

		решения задач в области качества электрической энергии, применять современные методы и средства исследования, эксплуатации электроэнергетических и электротехнических объектов. Владеть методами измерения и оценки показателей качества электрической энергии в СЭС, современными измерительными и компьютерными системами и технологиями, навыками оформления представления и защиты результатов решения.
--	--	--

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Качество электрической энергии» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Проблемы развития и функционирования ЭЭС в современных условиях», «Тенденции развития электротехнического оборудования в энергетике»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Аварийные режимы в электроэнергетических системах», «Возобновляемые энергоресурсы», «Емкостные накопители электрической энергии», «Защита и управление распределенной генерацией», «Интеграция распределенной генерации в энергосистемы»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 1
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	48	48
лекции	16	16
лабораторные работы	16	16
практические/семинарские занятия	16	16
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	60	60

Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 1

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Проблемы качества электрической энергии в электроэнергетике России. Нормативно-технические документы по качеству электрической энергии	1	2			1	2			Устный опрос
2	Изменения характеристик напряжения, ухудшающие качество электрической энергии.	2	8	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	16	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	14	1, 3, 4	52	Устный опрос
3	Средства измерения качества электрической энергии. Контроль и мониторинг качества электрической энергии. Сертификация электрической энергии	3	2							Устный опрос
4	Система управления качеством электрической энергии. Качество электрической энергии в интеллектуальных системах	4	2							Устный опрос
5	Законодательно-	5	2					2	8	Устный

	правовые документы в области качества электрической энергии									опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		16		16		16		60	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 1

№	Тема	Краткое содержание
1	Проблемы качества электрической энергии в электроэнергетике России. Нормативно-технические документы по качеству электрической энергии	Современное состояние качества электрической энергии в электроэнергетике России. Нормативнотехническое регулирование в области качества электрической энергии. Существующие проблемы в области качества электрической энергии. Задачи курса.
2	Изменения характеристик напряжения, ухудшающие качество электрической энергии.	ГОСТ 32144-2013, основные понятия. Изменения характеристик напряжения: отклонение частоты, медленные изменения напряжения, колебания напряжения, несимметрия трехфазной системы напряжений, несинусоидальность напряжения, напряжения сигналов, передаваемых по электрическим сетям, прерывания напряжения, провал напряжения, перенапряжения, импульсное напряжения. Причины отклонения параметров напряжения от номинальных, последствия отклонений, технические мероприятия для их устранения.
3	Средства измерения качества электрической энергии. Контроль и мониторинг качества электрической энергии. Сертификация электрической энергии	Современные средства измерения показателей качества электрической энергии. Виды контроля качества электрической энергии, пункты контроля различных показателей качества электрической энергии. Виды мониторинга качества электрической энергии, автоматизированные системы непрерывного мониторинга. Сертификация электрической энергии: правила, мероприятия
4	Система управления качеством электрической энергии. Качество электрической энергии в интеллектуальных системах	Составляющие системы управления качеством электрической энергии. Проблемы с качеством электрической энергии в интеллектуальных системах.
5	Законодательно-правовые документы в области качества	Постановления Правительства РФ, касающиеся качества электрической энергии, Федеральные законы, Постановления Росстандарта

	электрической энергии	
--	-----------------------	--

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 1

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Изучение стенда для лабораторных работ по качеству электрической энергии в однофазных системах электроснабжения	2
2	Изучение стенда для лабораторных работ по качеству электрической энергии в трехфазных системах электроснабжения	2
3	Регулирование напряжения путем поперечной компенсации реактивной мощности с помощью конденсаторной батареи в однофазной сети	2
4	Регулирование напряжения путем поперечной компенсации реактивной мощности с помощью конденсаторной батареи в трехфазной сети	2
5	Регулирование напряжения путем продольной компенсации реактивной мощности с помощью конденсаторной батареи в однофазной сети	2
6	Регулирование напряжения путем продольной компенсации реактивной мощности с помощью конденсаторной батареи в трехфазной сети	2
7	Компенсация гармоник тока в трехфазной сети с помощью фильтрокомпенсирующего устройства	2
8	Снижение уровня гармоник тока в трехфазной сети путем увеличения пульсности выпрямительных преобразователей	2

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 1

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Основные понятия, связанные с качеством электрической энергии. Состояние качества электрической энергии в России. Законодательноправовые и нормативно-технические документы в области качества электрической энергии.	2
2	ГОСТ 32144-2013 - основной документ по качеству электрической энергии. Область применения, основные термины, определения, положения. Продолжительные изменения характеристик напряжения. Медленные изменения напряжения.	2
3	Колебания напряжения.	2
4	Несимметрия напряжений в трехфазных	2

	системах	
5	Несинусоидальность напряжения. Интергармоники.	2
6	Напряжения сигналов, передаваемых по электрическим сетям. Отклонение частоты	2
7	Случайные события. Прерывания напряжения, провал напряжения, перенапряжение, импульсное напряжение.	2
8	Система управления качеством электрической энергии. Качество электрической энергии в интеллектуальных системах	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 1

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	16
2	Подготовка к зачёту	8
3	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	32
4	Подготовка к сдаче и защите отчетов	4

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Исследовательский метод, Групповые дискуссии, Анализ ситуации.

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Магистрантам заранее назначается тема практического занятия, которую они должны изучить на основе лекционного материала, государственного стандарта и рекомендованной литературы. По теме практического занятия проводится семинар в диалоговом режиме или в форме групповой дискуссии, решаются задачи, соответствующие теме занятия, проводится анализ ситуации и исследование.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Магистрантам заранее назначается тема лабораторной работы, которую они должны изучить на основе лекционного материала, рекомендованной литературы, сделать заготовку отчета по лабораторной работе, в соответствии с методическими указаниями. Перед началом лабораторной работы ответить на вопросы преподавателя в диалоговом режиме по теме лабораторной работы и процессу ее выполнения. После выполнения лабораторной работы подготовить отчет по ее результатам, сделать исследование и анализ полученных результатов.

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Проработка лекционного материала с использованием курса лекций, дополнительной литературы и ИНТЕРНЕТа.

Цель: закрепление лекционного материала, в том числе, для подготовки к практическим занятиям и лабораторным работам в аудитории.

Задание на СРС: преподаватель дает тему, дополнительную литературу и ИНТЕРНЕТ ресурс для ГОСТов на качество электрической энергии:
<http://docs.cntd.ru/document/>.

Критерии оценки качества выполненной работы тестирование и итоговый зачет.

Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям.

Цель: закрепление содержания лекционного материала, на примерах решения задач и выполнении лабораторных работ на физических моделях.

Задание на СРС: преподаватель дает тему практического занятия или лабораторной работы.

Требования к форме и содержанию отчетных материалов: решенные задачи на практических занятиях и отчеты по лабораторным работам.

Критерии оценки качества выполненной работы на практических занятиях – знания по результатам тестирования, на лабораторных работах – отчеты по лабораторным работам и тестирование.

Подготовка к тестированию и зачету по курсу лекций с использованием тестов:

Цель: текущая и итоговая проверка знаний по данной дисциплине;
на основании тестов – корректировка учебных занятий и СРС.

Задание: преподаватель выдает тесты и контрольные вопросы к итоговому зачету.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 1 | Устный опрос

Описание процедуры.

Опрос студентов в режиме диалога. Студенты отвечают на вопросы, предлагаемые преподавателем

Критерии оценивания.

«Зачтено» – результаты обучения соответствуют основным требованиям.

«Не зачтено» - результаты обучения не соответствуют основным требованиям, большая часть материала не усвоена.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПК-2.1	Зачтено» результаты обучения соответствуют основным	– Устное собеседование по теоретическим вопросам и выполнение

	требованиям. «Не зачтено» -результаты обучения не соответствуют основным требованиям, большая часть материала не усвоена	практических заданий и лабораторных работ
ПК-3.1	результаты обучения соответствуют основным требованиям. «Не зачтено» -результаты обучения не соответствуют основным требованиям, большая часть материала не усвоена	Устное собеседование по теоретическим вопросам и выполнение практических заданий и лабораторных работ

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 1, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Опрос студентов в режиме диалога. Студенты отвечают на вопросы, предлагаемые преподавателем.

Пример задания:

1. Понятие об электрической энергии, ее особые свойства.
2. Определение понятия “качество электрической энергии”.
3. Современное состояние качества электрической энергии.
4. ГОСТ 32144-2013, область применения, основные термины и определения.
5. Две группы характеристик напряжения электропитания для оценки качества электрической энергии.
6. Отклонение частоты: причины, показатель, нормы, последствия, технические мероприятия для поддержания частоты.
7. Медленные изменения напряжения: причины, показатель, нормы, последствия.
8. Технические мероприятия для выполнения нормативных требований по медленным изменениям напряжения.
9. Колебания напряжения, фликер: причины, показатели, нормы, последствия.
10. Технические мероприятия для уменьшения колебаний напряжения.
11. Несимметрия напряжений в трехфазных системах: причины, показатели, нормы, последствия.
12. Технические мероприятия для уменьшения несимметрии напряжений в трехфазных

системах.

13. Несинусоидальность напряжения: причины, показатели, нормы, последствия.
14. Пассивные фильтры.
15. Активные фильтры и гибридные фильтры.
16. Увеличение пульсности выпрямительных преобразователей.
17. Напряжения сигналов, передаваемых по проводам.
18. Прерывания напряжения: причины, оценка прерываний напряжения, технические мероприятия для предотвращения прерываний напряжения.
19. Провал напряжения: причины, оценка провалов напряжения, классификация провалов напряжения, технические мероприятия для предотвращения провалов напряжения.
20. Перенапряжения: причины, характеристика перенапряжений, технические мероприятия для предотвращения перенапряжений.
21. Импульсные напряжения: причины, характеристика импульсных напряжений, технические мероприятия по предотвращению импульсных напряжений.
22. Контроль и мониторинг качества электрической энергии по ГОСТ 33073-2014.
23. Средства измерения показателей качества электрической энергии по ГОСТ Р 8-655-2009.
24. Сертификация электрической энергии.
25. Законодательно-правовые документы по качеству электрической энергии.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Результаты обучения соответствуют основным требованиям	Результаты обучения не соответствуют основным требованиям, большая часть материала не усвоена.

7 Основная учебная литература

1. Качество электроэнергии в ЭЭС [Электронный ресурс] : методические указания к лабораторным работам, практическим работам и самостоятельной работе для очной и заочной форм обучения по направлению подготовки бакалавра 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль "Электрические станции" / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2018. - 91.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Левин М. С. Качество электроэнергии в сетях сельских районов / М. С. Левин, А. Е. Мурадян, Н. Н. Сырых, 1975. - 225.
2. Иванов В. С. Режимы потребления и качество электроэнергии систем электроснабжения промышленных предприятий / В. С. Иванов, В. И. Соколов, 1987. - 336.
3. Качество электроэнергии в сетях промышленных предприятий : материалы конференции, 1977. - 182.
4. Константинов Б. А. Качество электроснабжения промышленных предприятий / Б. А. Константинов, Г. З. Зайцев, А. А. Пиковский, 1973. - 80.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Windows Seven Professional (Microsoft Windows Seven Starter) - Seven, Vista, XP_prof_64, XP_prof_32 - поставка 2010
2. Microsoft Office 2007 Standard - 2003 Suites и 2007 Suites - поставка 2010

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Комплект лабораторного оборудования "Качество электрической энергии в системах электроснабжения-3хфазная сеть" КЭЭСЭСТ1М-С-К (стендовое исполнение, компьютер. версия)
2. Комплект лабораторного оборудования "Качество электрической энергии в системах электроснабжения-однофазная сеть" (стендовое исполнение, компьютеризованная версия) КЭЭСЭСО1М-С-К