

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

Структурное подразделение «Электрических станций, сетей и систем»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры электрических станций, сетей и систем
Протокол №7 от 10 марта 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЭС»

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Электрические станции

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Тигунцев Степан Георгиевич Дата подписания: 25.05.2025
--

Документ подписан простой электронной подписью Утвердил и согласовал: Федосов Денис Сергеевич Дата подписания: 04.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

1.1 Дисциплина «Качество электроэнергии в ЭЭС» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКР-1 Способность к оформлению и представлению результатов выполненной научно-исследовательской работы в области профессиональной деятельности	ПКР-1.3, ПКР-1.5
ПКС-2 Способность к выполнению работ по управлению режимами электрических станций и электроэнергетических систем	ПКС-2.2, ПКС-2.5

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКР-1.3	Оформляет результаты научно-исследовательской работы в области электроэнергетики в виде отчёта, реферата или публикации	Знать правила оформления результатов научно-исследовательской работы в области качества ЭЭ в виде отчёта, реферата или публикации. Уметь оформлять результаты научно-исследовательской работы в области качества ЭЭ в виде отчёта, реферата или публикации Владеть навыками оформления результатов научно-исследовательской работы в области качества ЭЭ в виде отчёта, реферата или публикации
ПКР-1.5	Защищает результаты выполненной научно-исследовательской работы, участвует в дискуссиях по теме исследования	Знать принципы организации защиты результатов выполненной научно-исследовательской работы, дискуссий по теме исследования Уметь выполнять защиту результатов выполненной научно-исследовательской работы, участвовать в дискуссиях по теме исследования Владеть навыками защиты и дискуссии по результатам НИР
ПКС-2.2	Проводит необходимые расчёты и эксперименты для анализа качества электроэнергии в электрических системах	Знать алгоритмы расчета несимметричных (НР) и несинусоидальных (НСР) режимов, правила составления схем замещения для расчета режимов. Уметь проводить и анализировать расчеты НР и НСР Владеть навыками работы на ПК

		при расчете НР и НСР.
ПКС-2.5	Предлагает организационные и технические решения для управления качеством электроэнергии в электрических системах, оценивает их техническую эффективность	Знать алгоритмы и условия для определения параметров устройств при управлении качеством электроэнергии Уметь рассчитывать параметры устройств и определять места их установки Владеть навыками оценки технической эффективности управления качеством ЭЭ

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Качество электроэнергии в ЭЭС» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Теоретические основы электротехники», «Электроэнергетические системы и сети», «Электрические станции и подстанции», «Физика», «Математическое моделирование в энергетике и электротехнике»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Математические задачи электроэнергетики», «Эксплуатация электрооборудования станций и подстанций», «Электроэнергетические системы и управление ими», «Электрические станции и подстанции»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Семес тр № 6	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины	108	36	72
Аудиторные занятия, в том числе:	64	32	32
лекции	16	16	0
лабораторные работы	16	0	16
практические/семинарские занятия	32	16	16
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	44	4	40
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет	Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 6

№ 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	Нормирование и контроль качества электроэнергии.	1, 2, 3	6							Устный опрос
2	Методы расчета показателей качества электроэнергии.	4, 5	4			1, 3, 4	12	1	4	Устный опрос
3	Улучшение качества электроэнергии.	6	2							Устный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		12				12		4	

Семестр № 7

№ 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	Методы расчета показателей качества электроэнергии.					1, 2	8	1, 2	24	Устный опрос
2	Улучшение качества электроэнергии.			1, 2, 3	16	3, 4, 5	8	3	16	Устный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего				16		16		40	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 6

№	Тема	Краткое содержание
1	Нормирование и контроль качества электроэнергии.	Влияние качества электроэнергии на электроприемники и технологические установки. Нормативно-правовое обеспечение проблемы качества электроэнергии. Контроль качества электроэнергии.
2	Методы расчета показателей качества электроэнергии.	Расчет несимметрии напряжений. Расчет несинусоидальности напряжений.
3	Улучшение качества электроэнергии.	Регулирование напряжения в сети, Ограничение колебаний напряжения. Снижение несимметрии напряжений. Снижение несинусоидальности напряжений.

Семестр № 7

№	Тема	Краткое содержание
1	Методы расчета показателей качества электроэнергии.	Алгоритмы расчета отклонений, несимметрии, несинусоидальности напряжений в ЭЭС.
2	Улучшение качества электроэнергии.	Алгоритмы расчета параметров устройств для уменьшения отклонений, снижения несимметрии, несинусоидальности напряжений в ЭЭС.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 7

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Выбор компенсирующих устройств для нормализации отклонений напряжений в сложной ЭЭС	5
2	Выбор параметров симметрирующих устройств для нормализации показателей несимметрии напряжений в сложной ЭЭС	5
3	Выбор фильтров высших гармоник для нормализации показателей несинусоидальности напряжений в сложной ЭЭС	6

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 6

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Расчет параметров схем замещения элементов ЭЭС по прямой последовательности	4
2	Расчет параметров схем замещения элементов ЭЭС по обратной последовательности для расчета несимметричных режимов.	4
3	Расчет параметров схем замещения элементов ЭЭС на частотах гармоник для расчета несинусоидальных режимов.	4
4	Расчет и анализ отклонений напряжений при различных условиях 4	4

Семестр № 7

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Расчет и анализ несимметричных режимов в симметричных координатах	4
2	Расчет и анализ несинусоидальных режимов в симметричных координатах	4
3	Расчет параметров КУ	2
4	Расчет параметров СУ и СКУ	3
5	Расчет параметров фильтров высших гармоник	3

	3	
--	---	--

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 6

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание отчета	4

Семестр № 7

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	12
2	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	12
3	Подготовка к сдаче и защите отчетов	16

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Компьютерные симуляции

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

Перед курсом практических работ в начале каждого семестра обучающиеся проходят инструктаж по технике безопасности в лаборатории и расписываются в журнале об усвоении инструктажа. Перед каждой работой обучающиеся знакомятся с теоретическими сведениями по практической работе, которые содержатся в методических указаниях, конспектах лекций или раздаточных материалах. В начале каждой работы проводится устный опрос обучающихся, проводится целевой инструктаж.

Практические работы выполняются индивидуально. Перед началом работы обучающиеся показывают преподавателю схему замещения с определенными параметрами для расчетных испытаний. По завершении работы обучающиеся сохраняют результаты расчетов на индивидуальных носителях информации.

По каждой практической работе обучающиеся готовят индивидуальный отчет в письменном или печатном виде. Обучающиеся индивидуально защищают каждый отчет преподавателю на собеседовании, отвечая на контрольные вопросы и/или демонстрируя выполнение индивидуальных заданий.

Методические указания по выполнению практических работ содержатся в литературе:

5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Перед курсом лабораторных работ в начале каждого семестра обучающиеся проходят инструктаж по технике безопасности в компьютерном классе и расписываются в журнале об усвоении инструктажа. Перед каждой работой обучающиеся знакомятся с теоретическими сведениями по лабораторной работе, которые содержатся в методических указаниях, конспектах лекций или раздаточных материалах. В начале каждой работы проводится устный опрос обучающихся, проводится целевой инструктаж.

Лабораторные работы выполняются индивидуально. Перед началом работы обучающиеся

показывают преподавателю схему замещения с определенными параметрами для расчетных испытаний. По завершении работы обучающиеся сохраняют результаты расчетных экспериментов.

По каждой лабораторной работе обучающиеся готовят индивидуальный отчет в письменном или печатном виде. Обучающиеся индивидуально защищают каждый отчет преподавателю на собеседовании, отвечая на контрольные вопросы и/или демонстрируя выполнение индивидуальных заданий.

Методические указания по выполнению лабораторных работ содержатся в литературе

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Изучение дисциплины следует начинать с проработки данной рабочей программы, особое внимание уделяя целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины.

По каждой лабораторной работе обучающиеся готовят индивидуальные отчеты в письменном или печатном виде и готовятся к их защите. Контрольные вопросы к каждой работе содержатся в методических указаниях и в п. 6.1 данной рабочей программы.

Защита

проходит индивидуально в формате собеседования, где обучающиеся отвечают на вопросы

преподавателя и/или защищают выполненные индивидуальные задания.

Проработка теоретических разделов курса выполняется по конспектам лекций и рекомендуемой литературе в соответствии с перечнем оценочных средств и контрольных вопросов, представленных в п. 6.2 данной рабочей программы.

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 6 | Устный опрос

Описание процедуры.

устный выборочный опрос обучающихся на лекциях и лабораторных работах по темам, пройденным на предыдущих занятиях по дисциплине.

Критерии оценивания.

в течение семестра каждый обучающийся в течение 1-3 раз (в зависимости от числа обучающихся в группах) участвует в устном опросе (выборочно по списку группы). Ответ на вопрос должен быть кратким и содержательным. За каждый неверный ответ или отсутствие ответа обучающийся получает штрафной балл. При сдаче промежуточной аттестации за каждый штрафной балл обучающийся получает по дополнительному вопросу по той же теме, которая вызвала затруднения при устном опросе.

6.1.2 семестр 7 | Устный опрос

Описание процедуры.

устный выборочный опрос обучающихся на лекциях и лабораторных работах по темам, пройденным на предыдущих занятиях по дисциплине.

Критерии оценивания.

в течение семестра каждый обучающийся в течение 1-3 раз (в зависимости от числа обучающихся в группах) участвует в устном опросе (выборочно по списку группы). Ответ на вопрос должен быть кратким и содержательным. За каждый неверный ответ или отсутствие ответа обучающийся получает штрафной балл. При сдаче промежуточной аттестации за каждый штрафной балл обучающийся получает по дополнительному вопросу по той же теме, которая вызвала затруднения при устном опросе.

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
ПКР-1.3	Оформляет результаты научно-исследовательской работы в области электроэнергетики в виде отчёта, реферата или публикации	устный опрос
ПКР-1.5	Защищает результаты выполненной научно-исследовательской работы, участвует в дискуссиях по теме исследования	устный опрос
ПКС-2.2	Проводит необходимые расчёты и эксперименты для анализа качества электроэнергии в электрических системах	устный опрос
ПКС-2.5	Предлагает организационные и технические решения для управления качеством электроэнергии в электрических системах, оценивает их техническую эффективность	устный опрос

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 6, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Зачёт за семестр 6 и 7 обучающиеся сдают по билетам.

Пример задания:

Направление: 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника

Профили: «Электрические станции», «Электроснабжение»

Билет № 1

для проведения промежуточной аттестации по дисциплине: Качество электроэнергии в ЭЭС

1. Характеристика качества электроэнергии. Нормируемые показатели качества ЭЭ.

2. Характеристики схемы замещения электрической сети по обратной последовательности.

3. Задача №1.

Билет составил: доцент, к.т.н. _____ С.Г. Тигунцев_

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Обучающийся обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного и нормативного материала в области качества ЭЭ в электроэнергетических систем, а именно: знание показателей качества ЭЭ, нормирования показателей качества ЭЭ, влияния качества ЭЭ на работу электрооборудования, метод симметричных составляющих, гармонических составляющих, характеристики отклонения, колебания, провала, отключения напряжения и перенапряжения, формирования схем замещения для расчета нормальных, несимметричных и несинусоидальных режимов, алгоритмы расчета НР и НСР, алгоритмы определения параметров устройств для улучшения качества ЭЭ. Обучающийся умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой, знает основные показатели качества ЭЭ, способен выполнять расчёты НР, НСР и параметров устройств для улучшения показателей качества ЭЭ. Обучающийся демонстрирует систематический характер знаний по дисциплине и способность к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности	Обучающийся обнаруживает пробелы в знаниях основного учебного материала: не знает показателей качества ЭЭ, нормирование показателей качества ЭЭ, влияния качества ЭЭ на работу электрооборудования, метод симметричных составляющих, гармонических составляющих, характеристики отклонения, колебания, провала, отключения напряжения и перенапряжения, формирования схем замещения для расчета нормальных, несимметричных и несинусоидальных режимов, алгоритмы расчета НР и НСР, алгоритмы определения параметров устройств для улучшения качества ЭЭ. Обучающийся допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не знает основные показатели качества ЭЭ, не способен выполнять расчёты НР, НСР и параметров устройств для улучшения показателей качества ЭЭ. Ответы обучающегося носят несистематизированный, отрывочный, поверхностный характер, обучающийся не понимает существа излагаемых им вопросов

6.2.2.2 Семестр 7, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

Зачёт за семестр 6 и 7 обучающиеся сдают по билетам.

Пример задания:

Направление: 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника

Профили: «Электрические станции», «Электроснабжение»

Билет № 1

для проведения промежуточной аттестации по дисциплине: Качество электроэнергии в ЭЭС

1. Характеристика качества электроэнергии. Нормируемые показатели качества ЭЭ.
2. Характеристики схемы замещения электрической сети по обратной последовательности.
3. Задача №1.

Билет составил: доцент, к.т.н. _____ С.Г. Тигунцев.

6.2.2.2.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Обучающийся обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного и нормативного материала в области качества ЭЭ в электроэнергетических системах, а именно: знание показателей качества ЭЭ, нормирования показателей качества ЭЭ, влияния качества ЭЭ на работу электрооборудования, метод симметричных составляющих, гармонических составляющих, характеристики отклонения, колебания, провала, отключения напряжения и перенапряжения, формирования схем замещения для расчета нормальных, несимметричных и несинусоидальных режимов, алгоритмы расчета НР и НСР, алгоритмы определения параметров устройств для улучшения качества ЭЭ. Обучающийся умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой, знает основные показатели качества ЭЭ, способен выполнять расчёты НР, НСР и параметров устройств для улучшения показателей качества ЭЭ. Обучающийся демонстрирует систематический характер знаний по дисциплине и способность к их	Обучающийся обнаруживает пробелы в знаниях основного учебного материала: не знает показателей качества ЭЭ, нормирование показателей качества ЭЭ, влияния качества ЭЭ на работу электрооборудования, метод симметричных составляющих, гармонических составляющих, характеристики отклонения, колебания, провала, отключения напряжения и перенапряжения, формирования схем замещения для расчета нормальных, несимметричных и несинусоидальных режимов, алгоритмы расчета НР и НСР, алгоритмы определения параметров устройств для улучшения качества ЭЭ. Обучающийся допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не знает основные показатели качества ЭЭ, не способен выполнять расчёты НР, НСР и параметров устройств для улучшения показателей качества ЭЭ. Ответы обучающегося носят несистематизированный, отрывочный, поверхностный характер, обучающийся не понимает существа излагаемых им вопросов

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.
2. Управление качеством электроэнергии / И. И. Карташев [и др.], 2006. - 319.
3. Федосов Д. С. Учебное пособие по дисциплине Управление качеством электроэнергии [Электронный ресурс] / Д. С. Федосов, 2012. - 98.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Иванов В. С. Режимы потребления и качество электроэнергии систем электроснабжения промышленных предприятий / В. С. Иванов, В. И. Соколов, 1987. - 336.
2. Кобозев В. А. Качество электроэнергии и энергоэффективность систем электроснабжения потребителей : учебное пособие / В. А. Кобозев, И. В. Лыгин, 2022. - 356.
3. Закарюкин В. П. Управление качеством электроэнергии в системах электроснабжения железных дорог : монография / В. П. Закарюкин, А. В. Крюков, А. В. Черепанов, 2015. - 179.
4. Управление качеством электроэнергии : учебное пособие / И. И. Карташев [и др.], 2017. - 347.

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 Standard 2010_RUS_ поставка 2010_(артикул 021-09683)

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Компьютерный класс с проектором