

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«___» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1157006	Вопросы функционирования электроэнергетических систем

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Проектирование и эксплуатация электроэнергетических систем	Код ОП 1. 13.04.02/33.07
Направление подготовки 1. Электроэнергетика и электротехника	Код направления и уровня подготовки 1. 13.04.02

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Саймова Елена Дмитриевна	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	автоматизированных электрических систем

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Вопросы функционирования электроэнергетических систем

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль включает дисциплины «Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения», «Надежность функционирования электроэнергетического оборудования», «Обеспечение качества электрической энергии». Изучаются специфические процессы, возникающие в линиях электропередачи большой дальности. Рассматриваются вопросы надежного функционирования электросетевых элементов, регулирования и поддержания качества электрической энергии, а также другие специальные вопросы функционирования электроэнергетических систем

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения	3
2	Надежность функционирования электроэнергетического оборудования	3
3	Обеспечение качества электрической энергии	3
ИТОГО по модулю:		9

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Дальние электропередачи сверхвысокого	ПК-3 - Способен создавать и анализировать модели электроэнергетических	З-39 - Объяснять способы передачи электроэнергии на большие расстояния

<p>напряжения</p>	<p>систем и их элементов с целью анализа их свойств и прогноза состояния</p>	<p>З-40 - Объяснять особенности режимов дальних линий электропередачи сверхвысокого напряжения</p> <p>З-41 - Описывать физические, математические и практические основы анализа нагрузочных и особых режимов работы дальних линий электропередачи сверхвысокого напряжения</p> <p>З-42 - Описывать способы и устройства повышения пределов передаваемой мощности и устройства, реализующие технологии управляемых линий электропередач (FACTS)</p> <p>З-43 - Объяснять преимущества и недостатки передач постоянного тока по сравнению с передачами переменного тока</p> <p>У-27 - Использовать современные программно-вычислительные комплексы для электроэнергетических расчетов</p> <p>У-28 - Анализировать режимы дальних линий электропередачи</p> <p>У-29 - Выбирать устройства, для реализации технологии управляемых линий электропередач (FACTS)</p> <p>П-25 - Иметь практический опыт использования программных комплексов для анализа режимов дальних линий электропередачи сверхвысокого напряжения</p> <p>П-26 - Предлагать мероприятия для повышения пределов передаваемой мощности и применения устройств, управляемых линий электропередач (FACTS)</p>
	<p>ПК-4 - Способен проектировать новые объекты электроэнергетики с технико-экономическим обоснованием проектов</p>	<p>З-17 - Объяснять способы передачи электроэнергии на большие расстояния</p> <p>З-18 - Объяснять особенности режимов дальних линий электропередачи сверхвысокого напряжения</p> <p>З-19 - Описывать физические, математические и практические основы анализа нагрузочных и особых режимов работы дальних линий электропередачи сверхвысокого напряжения</p>

		<p>З-20 - Описывать способы и устройства повышения пределов передаваемой мощности и устройства, реализующие технологии управляемых линий электропередач (FACTS)</p> <p>З-21 - Объяснять преимущества и недостатки передач постоянного тока по сравнению с передачами переменного тока</p> <p>У-13 - Использовать современные программно-вычислительные комплексы для электроэнергетических расчетов</p> <p>У-14 - Анализировать режимы дальних линий электропередачи</p> <p>У-15 - Выбирать устройства, для реализации технологии управляемых линий электропередач (FACTS)</p> <p>П-12 - Иметь практический опыт использования программных комплексов для анализа режимов дальних линий электропередачи сверхвысокого напряжения</p> <p>П-13 - Предлагать мероприятия для повышения пределов передаваемой мощности и применения устройств, управляемых линий электропередач (FACTS)</p>
	<p>ПК-5 - Способен применять методы и средства автоматизированных систем управления электроэнергетической системой, определять эффективные режимы её работы</p>	<p>З-34 - Объяснять способы передачи электроэнергии на большие расстояния</p> <p>З-35 - Объяснять особенности режимов дальних линий электропередачи сверхвысокого напряжения</p> <p>З-36 - Описывать физические, математические и практические основы анализа нагрузочных и особых режимов работы дальних линий электропередачи сверхвысокого напряжения</p> <p>З-37 - Описывать способы и устройства повышения пределов передаваемой мощности и устройства, реализующие технологии управляемых линий электропередач (FACTS)</p> <p>З-38 - Объяснять преимущества и недостатки передач постоянного тока по сравнению с передачами переменного тока</p>

		<p>У-22 - Использовать современные программно-вычислительные комплексы для электроэнергетических расчетов</p> <p>У-23 - Анализировать режимы дальних линий электропередачи</p> <p>У-24 - Выбирать устройства, для реализации технологии управляемых линий электропередач (FACTS)</p> <p>П-21 - Иметь практический опыт использования программных комплексов для анализа режимов дальних линий электропередачи сверхвысокого напряжения</p> <p>П-22 - Предлагать мероприятия для повышения пределов передаваемой мощности и применения устройств, управляемых линий электропередач (FACTS)</p>
	<p>ПК-9 - Способен применять информационно-телекоммуникационные технологии для решения вопросов управления и надёжного функционирования интеллектуальных электроэнергетических систем</p>	<p>З-5 - Объяснять способы передачи электроэнергии на большие расстояния</p> <p>З-6 - Объяснять особенности режимов дальних линий электропередачи сверхвысокого напряжения</p> <p>З-7 - Описывать физические, математические и практические основы анализа нагрузочных и особых режимов работы дальних линий электропередачи сверхвысокого напряжения</p> <p>З-8 - Описывать способы и устройства повышения пределов передаваемой мощности и устройства, реализующие технологии управляемых линий электропередач (FACTS)</p> <p>З-9 - Объяснять преимущества и недостатки передач постоянного тока по сравнению с передачами переменного тока</p> <p>У-2 - Использовать современные программно-вычислительные комплексы для электроэнергетических расчетов</p> <p>У-3 - Анализировать режимы дальних линий электропередачи</p> <p>У-4 - Выбирать устройства, для реализации технологии управляемых линий электропередач (FACTS)</p>

		<p>П-3 - Иметь практический опыт использования программных комплексов для анализа режимов дальних линий электропередачи сверхвысокого напряжения</p> <p>П-4 - Предлагать мероприятия для повышения пределов передаваемой мощности и применения устройств, управляемых линий электропередач (FACTS)</p>
<p>Надежность функционирования электроэнергетического оборудования</p>	<p>ПК-3 - Способен создавать и анализировать модели электроэнергетических систем и их элементов с целью анализа их свойств и прогноза состояния</p>	<p>З-44 - Изложить основы общей теории надежности технических систем</p> <p>З-45 - Объяснить специфику электроэнергетических систем при расчетах показателей надежности</p> <p>З-46 - Описывать методы и алгоритмы определения показателей надежности для сложнзамкнутых электрических сетей</p> <p>З-47 - Описывать методы вероятностного эквивалентирования участков расчетной схемы при анализе структурной надежности</p> <p>З-48 - Описывать методы и алгоритмы расчета балансовой надежности энергосистем</p> <p>З-49 - Описывать методы и алгоритмы расчета режимной надежности электроэнергетической системы</p> <p>З-50 - Описывать приемы формирования адекватных решений при появлении непредвиденной ситуации в энергосистеме, планировании ремонтно-восстановительных работ и текущей эксплуатации</p> <p>У-30 - Выполнять расчеты показателей структурной, балансовой и режимной надежности электроэнергетической системы</p> <p>У-31 - Разрабатывать алгоритмы новых расчетных процедур оценки показателей надежности и осуществлять их реализацию</p> <p>П-27 - Получить расчётные показатели надёжности электроэнергетической системы для задачи оценки технико-экономической эффективности существующих электроэнергетических систем, а также проектов их развития</p>

		<p>П-28 - Иметь опыт использования существующих программных комплексов по расчету показателей структурной, балансовой и режимной надежности электроэнергетической системы</p>
	<p>ПК-4 - Способен проектировать новые объекты электроэнергетики с технико-экономическим обоснованием проектов</p>	<p>З-22 - Изложить основы общей теории надежности технических систем</p> <p>З-23 - Объяснить специфику электроэнергетических систем при расчетах показателей надежности</p> <p>З-24 - Описывать методы и алгоритмы определения показателей надежности для сложнзамкнутых электрических сетей</p> <p>З-25 - Описывать методы вероятностного эквивалентирования участков расчетной схемы при анализе структурной надежности</p> <p>З-26 - Описывать методы и алгоритмы расчета балансовой надежности энергосистем</p> <p>З-27 - Описывать методы и алгоритмы расчета режимной надежности электроэнергетической системы</p> <p>З-28 - Описывать приемы формирования адекватных решений при появлении непредвиденной ситуации в энергосистеме, планировании ремонтно-восстановительных работ и текущей эксплуатации</p> <p>У-16 - Выполнять расчеты показателей структурной, балансовой и режимной надежности электроэнергетической системы</p> <p>У-17 - Разрабатывать алгоритмы новых расчетных процедур оценки показателей надежности и осуществлять их реализацию</p> <p>П-14 - Получить расчётные показатели надёжности электроэнергетической системы для задачи оценки технико-экономической эффективности существующих электроэнергетических систем, а также проектов их развития</p> <p>П-15 - Иметь опыт использования существующих программных комплексов по расчету показателей структурной,</p>

		балансовой и режимной надежности электроэнергетической системы
ПК-5 - Способен применять методы и средства автоматизированных систем управления электроэнергетической системой, определять эффективные режимы её работы		<p>З-39 - Изложить основы общей теории надежности технических систем</p> <p>З-40 - Объяснить специфику электроэнергетических систем при расчетах показателей надежности</p> <p>З-41 - Описывать методы и алгоритмы определения показателей надежности для сложносвязанных электрических сетей</p> <p>З-42 - Описывать методы вероятностного эквивалентирования участков расчетной схемы при анализе структурной надежности</p> <p>З-43 - Описывать методы и алгоритмы расчета балансовой надежности энергосистем</p> <p>З-44 - Описывать методы и алгоритмы расчета режимной надежности электроэнергетической системы</p> <p>З-45 - Описывать приемы формирования адекватных решений при появлении непредвиденной ситуации в энергосистеме, планировании ремонтно-восстановительных работ и текущей эксплуатации</p> <p>У-25 - Выполнять расчеты показателей структурной, балансовой и режимной надежности электроэнергетической системы</p> <p>У-26 - Разрабатывать алгоритмы новых расчетных процедур оценки показателей надежности и осуществлять их реализацию</p> <p>П-23 - Получить расчётные показатели надёжности электроэнергетической системы для задачи оценки технико-экономической эффективности существующих электроэнергетических систем, а также проектов их развития</p> <p>П-24 - Иметь опыт использования существующих программных комплексов по расчету показателей структурной, балансовой и режимной надежности электроэнергетической системы</p>
ПК-8 - Способен решать задачи развития		З-5 - Изложить основы общей теории надежности технических систем

<p>интеллектуальных электроэнергетических систем, используя методы прогнозирования и оптимизации</p>	<p>З-6 - Объяснить специфику электроэнергетических систем при расчетах показателей надежности</p> <p>З-7 - Описывать методы и алгоритмы определения показателей надежности для сложнзамкнутых электрических сетей</p> <p>З-8 - Описывать методы вероятностного эквивалентирования участков расчетной схемы при анализе структурной надежности</p> <p>З-9 - Описывать методы и алгоритмы расчета балансовой надежности энергосистем</p> <p>З-10 - Описывать методы и алгоритмы расчета режимной надежности электроэнергетической системы</p> <p>З-11 - Описывать приемы формирования адекватных решений при появлении непредвиденной ситуации в энергосистеме, планировании ремонтно-восстановительных работ и текущей эксплуатации</p> <p>У-4 - Выполнять расчеты показателей структурной, балансовой и режимной надежности электроэнергетической системы</p> <p>У-5 - Разрабатывать алгоритмы новых расчетных процедур оценки показателей надежности и осуществлять их реализацию</p> <p>П-4 - Получить расчётные показатели надёжности электроэнергетической системы для задачи оценки технико-экономической эффективности существующих электроэнергетических систем, а также проектов их развития</p> <p>П-5 - Иметь опыт использования существующих программных комплексов по расчету показателей структурной, балансовой и режимной надежности электроэнергетической системы</p>
<p>ПК-9 - Способен применять информационно-телекоммуникационные технологии для решения вопросов управления и надёжного</p>	<p>З-10 - Изложить основы общей теории надежности технических систем</p> <p>З-11 - Объяснить специфику электроэнергетических систем при расчетах показателей надежности</p>

	<p>функционирования интеллектуальных электроэнергетических систем</p>	<p>З-12 - Описывать методы и алгоритмы определения показателей надежности для сложноразветвленных электрических сетей</p> <p>З-13 - Описывать методы вероятностного эквивалентирования участков расчетной схемы при анализе структурной надежности</p> <p>З-14 - Описывать методы и алгоритмы расчета балансовой надежности энергосистем</p> <p>З-15 - Описывать методы и алгоритмы расчета режимной надежности электроэнергетической системы</p> <p>З-16 - Описывать приемы формирования адекватных решений при появлении непредвиденной ситуации в энергосистеме, планировании ремонтно-восстановительных работ и текущей эксплуатации</p> <p>У-5 - Выполнять расчеты показателей структурной, балансовой и режимной надежности электроэнергетической системы</p> <p>У-6 - Разрабатывать алгоритмы новых расчетных процедур оценки показателей надежности и осуществлять их реализацию</p> <p>П-5 - Получить расчетные показатели надежности электроэнергетической системы для задачи оценки технико-экономической эффективности существующих электроэнергетических систем, а также проектов их развития</p> <p>П-6 - Иметь опыт использования существующих программных комплексов по расчету показателей структурной, балансовой и режимной надежности электроэнергетической системы</p>
<p>Обеспечение качества электрической энергии</p>	<p>ПК-2 - Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы</p>	<p>З-31 - Сделать обзор основных положений нормативных документов в области качества электрической энергии</p> <p>З-32 - Описывать процедуры сертификации качества электрической энергии</p> <p>З-33 - Характеризовать принципы выполнения измерений показателей качества электрической энергии</p>

		<p>У-17 - Анализировать результаты измерения показателей качества электрической энергии</p> <p>У-18 - Рассчитывать уставки приборов для сертификации качества электрической энергии</p> <p>У-19 - Выявлять источники и причины ухудшения показателей качества электрической энергии</p> <p>У-20 - Оценивать состояние электроэнергетической системы при наличии нарушений показателей качества электрической энергии</p> <p>П-15 - Выполнять моделирование элементов и узлов электроэнергетической системы в условиях нарушения показателей качества электрической энергии</p>
	<p>ПК-3 - Способен создавать и анализировать модели электроэнергетических систем и их элементов с целью анализа их свойств и прогноза состояния</p>	<p>З-51 - Сделать обзор основных положений нормативных документов в области качества электрической энергии</p> <p>З-52 - Описывать процедуры сертификации качества электрической энергии</p> <p>З-53 - Характеризовать принципы выполнения измерений показателей качества электрической энергии</p> <p>У-32 - Анализировать результаты измерения показателей качества электрической энергии</p> <p>У-33 - Рассчитывать уставки приборов для сертификации качества электрической энергии</p> <p>У-34 - Выявлять источники и причины ухудшения показателей качества электрической энергии</p> <p>У-35 - Оценивать состояние электроэнергетической системы при наличии нарушений показателей качества электрической энергии</p> <p>П-29 - Выполнять моделирование элементов и узлов электроэнергетической системы в условиях нарушения показателей качества электрической энергии</p>

	<p>ПК-9 - Способен применять информационно-телекоммуникационные технологии для решения вопросов управления и надёжного функционирования интеллектуальных электроэнергетических систем</p>	<p>З-17 - Сделать обзор основных положений нормативных документов в области качества электрической энергии</p> <p>З-18 - Описывать процедуры сертификации качества электрической энергии</p> <p>З-19 - Характеризовать принципы выполнения измерений показателей качества электрической энергии</p> <p>У-7 - Анализировать результаты измерения показателей качества электрической энергии</p> <p>У-8 - Рассчитывать уставки приборов для сертификации качества электрической энергии</p> <p>У-9 - Выявлять источники и причины ухудшения показателей качества электрической энергии</p> <p>У-10 - Оценивать состояние электроэнергетической системы при наличии нарушений показателей качества электрической энергии</p> <p>П-7 - Выполнять моделирование элементов и узлов электроэнергетической системы в условиях нарушения показателей качества электрической энергии</p>
--	---	--

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной и заочной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Дальние электропередачи сверхвысокого
напряжения

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Крючков Павел Анатольевич	кандидат технических наук, доцент	Доцент	автоматизированн ых электрических систем

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Крючков Павел Анатольевич, Доцент, автоматизированных электрических систем**

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Развитие мировой энергетики и проблемы передачи энергии на большие расстояния. Виды и сопоставление передач энергии.
P2	Анализ режимов дальних линий электропередач (ДЛЭП) переменного тока	
P2.T1	Уравнения длинной линии	Уравнения и вторичные параметры четырехполюсника. Сопоставление расчетов по П-образной схеме замещения и уравнениям длинной линии. Идеальная линия, погрешности идеализации. Натуральная мощность. Регулирование активной и реактивной мощности. Активная и реактивная мощность начала и конца передачи. Напряжения и токи линии при передаче мощности больше или меньше натуральной.
P2.T2	Режимы ДЛЭП	Режимы ДЛЭП Режимы и особенности передачи переменного тока длиной в четверть волны. Необходимость компенсации параметров. Режимы и особенности передачи длиной в половину длины волны. Особые режимы ДЛЭП (холостой ход, синхронизация, самовозбуждение).
P3	Повышение пропускной способности ДЛЭП	
P3.T1	Компенсация и настройка параметров ДЛЭП	Способы повышения пропускной способности ДЛЭП.

		Компенсированные дальние линии электропередачи. Схемные решения. Необходимая степень компенсации. Настроенные передачи. Влияние расщепления проводов на пропускную способность ДЛЭП.
Р3.Т2	Обеспечение устойчивости и повышенной пропускной способности ДЛЭП в послеаварийных режимах (ПАР)	Автоматическая аварийная разгрузка ДЛЭП. Переключательные пункты и их влияние на пропускную способность ДЛЭП в ПАР. Учет переключательных пунктов при расчете приведенных затрат на строительство и эксплуатацию ДЛЭП.
Р4	Передачи постоянного тока (ППТ)	
Р4.Т1	Общая характеристика ППТ	Область применения передач и вставок постоянного тока. Примеры ППТ в российской и зарубежной электроэнергетике. Перспективы применения ППТ для передачи электроэнергии на дальние расстояния. Схема замещения ППТ и основные уравнения для расчета режимов ППТ. Основное оборудование ППТ. Выпрямитель и инвертор постоянного тока. Схема выпрямителя. Способы снижения гармонических составляющих кривой напряжения. Униполярные и биполярные схемы ППТ и ВПТ. Области применения, преимущества и недостатки различных схем ППТ.
Р4.Т2	Сравнительный анализ ППТ и ДЛЭП	Преимущества и недостатки ППТ по сравнению с ДЛЭП переменного тока.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения

Электронные ресурсы (издания)

1. Герасименко, А. А.; Оптимальная компенсация реактивной мощности в системах распределения электрической энергии : монография.; Сибирский федеральный университет (СФУ), Красноярск; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364024> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Рыжов, Ю. П.; Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения : учеб. для студентов вузов,

обучающихся по специальности "Электроэнергет. системы и сети" направления подгот. "Электроэнергетика", для системы подгот., переподгот. и повышения квалификации персонала РАО, а также студентам вузов, входящих в состав Открытого энергет. ун-та.; МЭИ, Москва; 2007 (10 экз.)

2. Герасименко, А. А.; Передача и распределение электрической энергии : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. "Электроэнергетика".; Феникс : Издательские проекты, Ростов-на-Дону ; Красноярск; 2006 (25 экз.)

3. , Герасимов, В. Г., Попов, А. И., Дьяков, А. Ф., Лабунцов, В. А., Морозкин, В. П.; Электротехнический справочник : в 4 т. Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии; МЭИ, Москва; 2004 (65 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<http://energyexpert.ru/>

<http://e-m.ru/>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

- <http://library.ustu.ru> Библиотека УрФУ;
- <http://ldjvu-inf.narod.ru/telib.htm> Библиотека электротехника и электроэнергетика;
- Сайт Федеральной сетевой компании - <http://www.fsk-ees.ru/>
- Smart GRID – Энергетика будущего - <http://www.smartgrid.ru/>
- Устройства и технологии управления линиями переменного тока (FACTS) - http://www.ntc-power.ru/innovative_projects/devices_and_technology_management_lines_of_alternating_current_facts/
- Библиотека ГОСТов - <http://vsegost.com/>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения

Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Не требуется

		<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Не требуется
3	Лабораторные занятия	<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Учебная программа «Расчет ДЭП» в виде приложения ОС Windows. Операционная система Windows XP\7\8\10.</p>
4	Самостоятельная работа студентов	<p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Учебная программа «Расчет ДЭП» в виде приложения ОС Windows. Операционная система Windows XP\7\8\10.</p>
5	Консультации	<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с</p>	Не требуется

		санитарными правилами и нормами	
6	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Не требуется

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Надежность функционирования
электроэнергетического оборудования

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Обоскалов Владислав Петрович	доктор технических наук, профессор	Профессор	автоматизированн ых электрических систем

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1.T1	Основы теории надежности	Надежность ЭЭС и ее составные свойства. Классы задач надежности. Отказ элементов, объектов и систем. Восстановление: полное и частичное. Показатели надежности. Цепи Маркова. Диаграмма состояний. Последовательно-параллельные структуры.
P1.T2	Расчет показателей структурной надежности сложнзамкнутых ЭЭС	Метод декомпозиции. Метод вероятностного эквивалентирования. Преобразование «звезда-треугольник», «треугольник- звезда». Итерационные процедуры.
P1.T3	Отказы типа «короткое замыкание»	Упрощенная оценка показателей надежности с отказами элементов типа «короткое замыкание». Эквивалентный выключатель. Процедура «свертка-развертка»
P2	Балансовая надежность ЭЭС	Показатели балансовой надежности и математические методы их расчета. Дефицит мощности и его вероятностные характеристики. Распределение мощности и энергии между параллельно работающими энергосистемами. Метод статистических испытаний. Алгоритм обеспеченного спроса.
P3	Режимная надежность ЭЭС	Показатели режимной надежности и математические методы их расчета. Управляющие воздействия с целью ввода электрического режима в область допустимых значений.
P4	Средства обеспечения надежности	Резервирование как основной метод улучшения показателей надежности. Оптимальный план капитальных ремонтов основного оборудования ЭЭС.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Надежность функционирования электроэнергетического оборудования

Электронные ресурсы (издания)

1. Обоскалов, В. П.; Применение вероятностно-статистических методов и теории графов в электроэнергетике : учебное пособие.; УрФУ, Екатеринбург; 2016 (Электронное издание)

Печатные издания

1. Обоскалов, В. П.; Структурная надежность электроэнергетических систем : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям: 140400-Электроэнергетика и электротехника, 140200-Электроэнергетика.; УрФУ, Екатеринбург; 2012 (8 экз.)

2. Китушин, В. Г.; Надежность энергетических систем : Учеб. пособие для вузов.; Высш.шк., Москва; 1984 (4 экз.)

3. Обоскалов, В. П.; Резервы мощности в электроэнергетических системах : учеб. пособие.; УПИ, Свердловск; 1989 (1 экз.)

4. Обоскалов, В. П.; Надежность обеспечения баланса мощности электроэнергетических систем : Моногр.; ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2002 (8 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Не используются

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Не используются

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Надежность функционирования электроэнергетического оборудования

Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	RastrWin Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Не требуется
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с</p>	RastrWin Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		санитарными правилами и нормами	
5	Самостоятельная работа студентов	Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	RastrWin Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Обеспечение качества электрической
энергии

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Шелюг Станислав Николаевич	кандидат технических наук, доцент	доцент	автоматизированн ых электрических систем

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
Р-1	Введение	Основные понятия и определения в области электромагнитной совместимости. Основные нормативные и регламентирующие документы. Качество электроэнергии как часть электромагнитной совместимости. Место качества электрической энергии в современной электроэнергетике.
Р-2	ГОСТ 32144-2013, ГОСТ 30804, ГОСТ 13109-97	Историческая справка. Структура. Определения. Область применения. Обозначения. Продолжительные изменения. Отклонение частоты. Медленные изменения напряжения и фликер. Несинусоидальность. Несимметрия. Прерывание, провалы и перенапряжения. Классы процесса измерений. Организация измерений. Цифровые устройств в измерениях показателей качества электрической энергии. Работа АЦП в измерительных устройствах. Определение частоты. Алгоритмы объединения результатов измерений. Неопределенность измерений.
Р-3	Измерения показателей качества электрической энергии	Изучение измерительных приборов, предназначенных для измерения показателей качества электрической энергии (Ресурс, Уран, Chauvin Arnoux). Блок схема работы приборов. Изучение схем подключения приборов. Метрологическое обеспечение. Выполнение подключения и программирования приборов. Составление программы в Excel и Mathcad по обработке полученной с приборов аналоговой информации и преобразованию ее в цифровую, определению частоты, расчету показателей качества электрической энергии.

P-4	Источники ухудшения показателей качества электроэнергии	Изучение наиболее вероятных виновников ухудшения показателей качества электрической энергии. Влияние энергоснабжающей организации и потребителя электроэнергии на показатели качества электроэнергии. Рассмотрение системы допущений при моделировании элементов электроэнергетической системы. Построение цифровых двойников генератора, ЛЭП, трансформатора, нелинейного потребителя в программах Matlab и Mathcad. Влияние работы нелинейных элементов на работу на электроэнергетическую систему в целом так и на отдельные ее элементы.
P-5	Влияние качества электроэнергии на работу электроприемников	Технологический и экономический ущерб от ухудшения показателей качества электроэнергии. Существующие методики оценки ущерба. Трехмерная модель мощности. Мощность искажения. Влияние качества электроэнергии: на потери электроэнергии; на точность учета электроэнергии; на работу основного силового оборудования (ЛЭП, трансформаторы, генераторы, компенсирующие установки). Исследование работы электрической сети содержащей линейные и нелинейные элементы в программах Matlab и Mathcad.
P-6	Анализ результатов измерения показателей качества электрической энергии	Оценка результатов измерений показателей качества электроэнергии на основании сравнения с данными ГОСТ 32144-2013. Протокол результатов измерений. Выявление степени влияния различных показателей друг на друга. Оценка величины и направления протекания мощности искажения. Определение величины активной и реактивной мощностей. Построение кривых тока и напряжения и оценка их характеристик. Составление программы в Excel и Mathcad по оценке величины мощности искажения, определению величины неактивной и реактивной мощностей и их соотношению. Влияние несимметричности нагрузки на коэффициенты несимметрии по нулевой и обратной последовательности
P-7	Улучшение показателей качества электрической энергии	Организационные и технические мероприятия по повышению качества электрической энергии. Алгоритм автоматической коррекции показателей качества электрической энергии. Комплексный подход к задаче улучшения показателей качества электрической энергии. Местное и централизованное регулирование показателей качества электроэнергии
P-8	Сертификация качества электроэнергии	Постановление правительства РФ № 982 от 01.12.2009 об обязательной сертификации качества электрической энергии. Схемы сертификации качества электрической энергии. Порядок проведения сертификации. Методика расчет допустимы диапазонов. Расчет допустимых диапазонов напряжения с использованием программы VoltDB. Пути совершенствования методики сертификации качества электрической энергии. Место 522 ФЗ в контроле и сертификации качества электрической энергии.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечение качества электрической энергии

Электронные ресурсы (издания)

1. Овсянников, А. Г.; Электромагнитная совместимость в электроэнергетике : учебник.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2011; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436029> (Электронное издание)
2. Закарюкин, В. П.; Электромагнитная совместимость и средства защиты : учебное пособие.; Директ-Медиа, Москва, Берлин; 2020; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=598053> (Электронное издание)
3. Жежеленко, И. В.; Электромагнитная совместимость в электрических сетях : учебное пособие.; Высшая школа, Минск; 2012; <http://www.iprbookshop.ru/20304.html> (Электронное издание)
4. ; Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения; Издательский дом ЭНЕРГИЯ, Москва; 2012; <http://www.iprbookshop.ru/22778.html> (Электронное издание)
5. ; Электромагнитная совместимость в электроэнергетике : учебное пособие.; Ставропольский государственный аграрный университет, АГРУС, Ставрополь; 2014; <http://www.iprbookshop.ru/47397.html> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Суднова, В. В.; Качество электрической энергии; Энергосервис, Москва; 2000 (2 экз.)
2. ; Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых на электростанциях и подстанциях. Требования и методы испытаний : ГОСТ Р 51317.6.5-2006 (МЭК 61000-6-5:2001). - Введ. 2007-07-01.; Стандартинформ, Москва; 2007 (1 экз.)
3. Вагин, Г. Я., Лоскутов, А. Б., Севостьянов, А. А.; Электромагнитная совместимость в электроэнергетике : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. "Электроэнергетика".; Академия, Москва; 2010 (60 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Не используются

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Не используются

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечение качества электрической энергии

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Matlab R2015a + Simulink Mathcad University Department Perpetual - 400 Locked Maintenance Gold ver. 14
3	Консультации	Рабочее место преподавателя Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Не требуется

4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Не требуется
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Mathcad University Department Perpetual - 400 Locked Maintenance Gold ver. 14</p>