

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

2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля
М.1.10.

Модуль
Специальные вопросы разработки и эксплуатации
электрооборудования и электротехнических систем

Екатеринбург, 2021

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа Интеллектуальные городские энергетические системы	Код ОП
Направление подготовки Электроэнергетика и электротехника	Код направления и уровня подготовки 13.04.02

Области образования, в рамках которых реализуется модуль образовательной программы по СУОС УрФУ:

№ п/п	Перечень областей образования, для которых разработан СУОС УрФУ	Уровень подготовки
1	Инженерное дело, технологии и технические науки	магистратура

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Давиденко Ирина Васильевна	Доктор техн. наук, доцент	Профессор	Кафедра «Электротехника», Уральский энергетический институт
2	Хальясмаа Александра Ильмаровна	Канд. техн. наук, доцент	Доцент	Кафедра «Электротехника», Уральский энергетический институт
3	Шелюг Станислав Николаевич	Канд. техн. наук, доцент	Доцент	Кафедра «Электротехника», Уральский энергетический институт
4	Мудров Михаил Валентинович	Канд. техн. наук	Доцент	Кафедра «Электропривод и автоматизация промышленных установок», Уральский энергетический институт
5	Поповцев Владислав Викторович		Ведущий инженер	Кафедра «Электротехника», Уральский энергетический институт
6	Игнатъев Данил Андреевич		Ассистент	Кафедра «Автоматизированные электрические системы», Уральский энергетический институт

Руководитель модуля

А.И. Хальясмаа

Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института

Протокол № 114 от 08.10.2021 г.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль состоит из дисциплин «Диагностика электрооборудования», «Качество электрической энергии», «Релейная защита и противоаварийная автоматика», «Силовая электроника» и «Техника и электрофизика высоких напряжений».

Дисциплина «Диагностика электрооборудования» посвящена изучению основ теории технического диагностирования маслонаполненного электрооборудования, методов решения основных задач диагностирования, современных методик и средств его проведения, а также методологии построения систем диагностирования и их основных элементов. При изучении дисциплины в первой половине семестра основное внимание должно быть уделено основам проектирования систем диагностирования и критериям отбора диагностических параметров для систем, а также детальному разбору вопросов связи между физикой процессов, происходящих в оборудовании при его старении и воздействии на него различных эксплуатационных факторов, и диагностическими параметрами. Во второй половине семестра акцент должен быть сделан на системный анализ диагностической информации и данных повреждаемости оборудования с целью снижения рисков, повышения надежности оборудования и эффективности его эксплуатации за счет планирования своевременного и необходимого технического обслуживания, а также повышения объективности процедур его диагностирования.

Дисциплина «Качество электрической энергии» входит в модуль «Специальные вопросы разработки и эксплуатации электрооборудования и электротехнических систем». Дисциплина посвящена формированию у студентов представления об электромагнитной совместимости в системах электроснабжения. Рассматривается электроэнергия как товар со специфическими свойствами, которые вытекают из одновременности процесса ее производства, передачи, распределения и потребления. Задачей дисциплины является рассмотрение комплекса показателей качества электрической энергии, освоение навыков проведения их измерения и формирования умений по оценке результатов измерений. В рамках освоения курса студенты осваивают процедуру выполнения временного согласования работы аналого-цифрового преобразователя при выполнении измерений разных каналов в одном кадре. В рамках дисциплины изучаются принципы и методы улучшения показателей качества электрической энергии, снижения их влияния на работу электротехнического оборудования.

Дисциплина «Релейная защита и противоаварийная автоматика» посвящена изучению принципов выполнения, способов технической реализации, методов расчета рабочих параметров устройств релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем и применению их как для отдельных элементов, так и системы в целом. Помимо типовых видов защит и автоматики для стандартных элементов электроэнергетических систем (линии электропередачи, трансформаторы, генераторы, сборные шины и т.д.) рассматриваются особенности выполнения защит в рамках концепции «Цифровая подстанция», для объектов распределенной генерации, сетей на постоянном токе, в виде централизованной и локальных систем, устройств регулирования на базе силовой электроники.

В рамках дисциплины «Силовая электроника» изучаются основные элементы, на основе которых строятся силовые преобразовательные устройства, принципы построения силовых электрических преобразователей постоянного и переменного тока, рассматриваются основные схемы, характеристики и режимы работы наиболее распространенных полупроводниковых преобразователей. Дисциплина формирует представление о видах силовых преобразователей электроэнергии, методах выбора

силовых элементов для построения преобразователей в соответствии с поставленными задачами.

Дисциплина «Техника и электрофизика высоких напряжений» изучает основные принципы развития электрических разрядов в газообразных, жидких, твердых и комбинированных диэлектриках. Дисциплина описывает основы конструирования внешней изоляции линий электропередач, подстанций и другого оборудования высокого напряжения. В рамках дисциплины рассматриваются испытательные установки высокого напряжения, методы испытания высоковольтной изоляции, принципы получения и измерения высоких постоянных и переменных напряжений, внутренние и грозовые перенапряжения в электрических системах, меры и средства защиты от них.

При реализации дисциплин модуля используются проектная технология обучения, проблемное обучение, информационно-коммуникационные технологии, исследовательские методы. В процессе изучения разделов дисциплин активно применяется проблемное обучение, основанное на разборе реальных производственных проблем и поиске их решений.

Дисциплины модуля могут быть реализованы в смешанной и традиционной технологии. Реализация модуля с использованием смешанной технологии обучения предполагает применение разработанных электронных ресурсов, имеющих статус ЭОР УрФУ и размещенных на образовательной платформе УрФУ, включая учебные пособия, презентации, задания и тесты.

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 и часах
1	Диагностика электрооборудования	2/72
2	Качество электрической энергии	3/108
3	Релейная защита и противоаварийная автоматика	3/108
4	Силовая электроника	3/108
5	Техника и электрофизика высоких напряжений	3/108
ИТОГО по модулю:		14/324

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Отсутствуют
Постреквизиты и корреквизиты модуля	Отсутствуют

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
Диагностика электрооборудования	ПК-10. Способен разрабатывать и применять автоматизированные системы мониторинга, диагностики и эксплуатации городских электроэнергетических систем и сетей	<p>ПК-10.1. Выбирает методологию и технологию проектирования автоматизированных систем мониторинга, диагностики и эксплуатации городских электроэнергетических систем и сетей.</p> <p>ПК-10.1. 3-1. Знает методологию и технологию проектирования автоматизированных систем мониторинга, диагностики и эксплуатации.</p> <p>ПК-10.1. У-1. Умеет интерпретировать результаты работы автоматизированных систем мониторинга, диагностики и эксплуатации.</p>
	ПК-15. Способен к проверке технического состояния и остаточного ресурса оборудования и организации профилактических осмотров и текущего ремонта	<p>ПК-15.1. Анализирует состояние высоковольтного оборудования и выбирает способы и инструменты обеспечения работоспособного исправного технического состояния.</p> <p>ПК-15.1. 3-1. Знает методы неразрушающего контроля состояния высоковольтного оборудования и нормативную документацию в области его технического обслуживания и ремонта.</p> <p>ПК-15.1. У-1. Умеет разрабатывать технологические карты технического обслуживания электроэнергетического оборудования и анализировать его состояние.</p>
Качество электрической энергии	ОПК-3. Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов.	<p>ОПК-3. 3-1. Сделать обзор основных методов статистической обработки и анализа результатов измерений.</p> <p>ОПК-3. У-2. Обоснованно выбрать необходимую аппаратуру и метод исследования для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности.</p> <p>ОПК-3. П-1. Выполнять в рамках поставленного задания экспериментальные комплексные научно-технические исследования и изыскания для решения инженерных задач в области профессиональной деятельности, включая обработку, интерпретацию и оформление результатов</p> <p>ОПК-3. Д-1. Проявлять умение видеть детали, упорство, аналитические умения.</p>
	ПК-13. Способен принимать решения в области электроэнергетики и	ПК-13.1. Решает прикладные задачи и реализует проекты, направленные на повышение технологической эффективности функционирования

	электротехники с учетом энерго и ресурсосбережения	<p>электроэнергетической системы</p> <p>ПК-13.1. 3-1. Знает принципы обеспечения баланса электрической энергии и мощности в электроэнергетической системе.</p> <p>ПК-13.1. 3-2. Знает технологии мониторинга и инструменты анализа измерений в электроэнергетической системе.</p> <p>ПК-13.1. У-1. Умеет разрабатывать технические решения в сфере генерации и потребления электрической энергии с учетом энерго и ресурсосбережения.</p>
Релейная защита и противоаварийная автоматика	ПК-11. Способен к монтажу, регулировке, испытаниям, наладке и сдаче в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования	<p>ПК-11.1. Анализирует функционирование систем релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем.</p> <p>ПК-11.1. 3-1. Знает схемы функционирования устройств релейной защиты и автоматики.</p> <p>ПК-11.1. У-1. Умеет разрабатывать и анализировать схемы функционирования устройств релейной защиты и автоматики.</p>
	ПК-17. Способен анализировать, систематизировать и обобщать информацию, использовать прикладные программы для обеспечения технологических процессов в электрических сетях и надежного функционирования и эксплуатации электросетевого и генерирующего оборудования	<p>ПК-17.1. Анализирует технологические процессы в электрических сетях с использованием прикладных пакетов программ.</p> <p>ПК-17.1. 3-1. Знает методы математического моделирования технических систем и технологических процессов, методы обработки и анализа данных.</p> <p>ПК-17.1. У-1. Умеет использовать прикладные пакеты программ для моделирования технологических процессов в электрических сетях.</p>
Силовая электроника	ОПК-5. Способен планировать, организовывать и контролировать работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования и технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности.	<p>ОПК-5. 3-1. Изложить основные нормы и правила, регламентирующие работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем.</p> <p>ОПК-5. 3-2. Объяснить принципы и типовой порядок планирования, организации и контроля выполнения работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем.</p> <p>ОПК-5. 3-3. Перечислить основные разделы документов (технического задания, технических условий и т.п.), в соответствии с которыми выполняются работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем.</p>

		<p>ОПК-5. У-1. Обосновать детальный план проведения работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем.</p> <p>ОПК-5. У-2. Анализировать задания, распределять и объяснять их работникам коллектива при выполнении работ по созданию, установке и модернизации оборудования, технологических процессов и информационных систем.</p> <p>ОПК-5. У-3. Оценивать исполнение работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем на соответствие регламентам.</p> <p>ОПК-5. П-1. Самостоятельно составить план работ в целом по этапам создания, установки и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем либо отдельных этапов этой работы.</p> <p>ОПК-5. П-2. Провести контроль выполнения заданий с учетом соответствия регламентам, срокам исполнения и материальным затратам.</p> <p>ОПК-5. Д-1. Демонстрировать требовательность и принципиальность в процессе контроля выполнения заданий.</p>
	<p>ПК-17. Способен анализировать, систематизировать и обобщать информацию, использовать прикладные программы для обеспечения технологических процессов в электрических сетях и надежного функционирования и эксплуатации электросетевого и генерирующего оборудования</p>	<p>ПК-17.1. Анализирует технологические процессы в электрических сетях с использованием прикладных пакетов программ.</p> <p>ПК-17.1. 3-1. Знает методы математического моделирования технических систем и технологических процессов, методы обработки и анализа данных.</p> <p>ПК-17.1. У-1. Умеет использовать прикладные пакеты программ для моделирования технологических процессов в электрических сетях.</p>
<p>Техника и электрофизика высоких напряжений</p>	<p>ПК-14. Способен разрабатывать планы, программ и методик проведения испытаний электротехнических и электроэнергетических устройств и систем</p>	<p>ПК-14.1. Разрабатывает планы, программы и методики проведения испытаний высоковольтного оборудования.</p> <p>ПК-14.1. 3-1. Знает принципы электрофизических процессов в изоляции высоковольтного электрооборудования, методы испытаний и контроля ее состояния.</p> <p>ПК-14.1. У-1. Умеет составлять методику испытаний и производить оценку электрической прочности изоляции.</p>

	<p>ПК-16. Способен контролировать выполнение требований охраны труда и качество работ по эксплуатации и ремонту объектов электроэнергетических устройств и систем</p>	<p>ПК-16.1. Планирует перечень организационных мероприятий для безопасного проведения работ в электроустановках.</p> <p>ПК-16.1. 3-1. Знает правила по охране труда при эксплуатации электроустановок, Правила устройства электроустановок, Объемы и нормы испытаний электрооборудования.</p> <p>ПК-16.1. У-1. Умеет формировать перечень организационных мероприятий по обеспечению безопасного проведения работ в электроустановках.</p>
--	---	--

1.5. Форма обучения

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

2. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИН МОДУЛЯ

**ПРОГРАММА МОДУЛЯ
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

**РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИН
МОДУЛЯ**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ 1
ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Давиденко Ирина Васильевна	Доктор техн. наук, доцент	Профессор	Кафедра «Электротехника», Уральский энергетический институт

Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института

Протокол № 114 от 08.10.2021 г.

2. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ 1 (майнор) ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

2.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Смешанная модель обучения с использованием онлайн-курса УрФУ;
- Исключительно электронного обучения с использованием внутреннего онлайн-курса УрФУ.

2.2. Содержание дисциплины 1

Таблица 1.3

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Системы и схемы диагностирования	<p>Системы диагностирования: определение, функциональный состав, специализация, этапы проектирования. Критерии выбора методов контроля при проектировании диагностических систем разного вида. Оценка эффективности методов диагностики.</p> <p>Схемы диагностирования силовых трансформаторов, высоковольтных вводов, трансформаторов тока и напряжения, связывающие виды контроля и список контролируемых параметров с перечнем выявляемых с их помощью дефектов. Выбор необходимого и достаточного набора контролируемых параметров в зависимости от назначения и функционала проектируемой системы.</p>
P2	Методы диагностирования	<p>Тепловизионное обследование электрооборудования: область применения, методы оценки, выявляемые дефекты. Причины появления дефектов термического характера. Измерение уровня частичных разрядов (ЧР): область применения, дефекты, выявляемые в оборудовании, методы регистрации ЧР и их характеристик, методики оценки. Причины и возникновения ЧР по видам оборудования, локализация ЧР.</p> <p>Вибродиагностика: область применения, выявляемые дефекты, в гидрогенераторах, турбогенераторах, трансформаторах, методы оценки. Причины, создающие вибрацию в оборудовании разного типа.</p> <p>Анализ растворенных в трансформаторном масле газов (АРГ): ранняя диагностика развивающихся дефектов маслонаполненного оборудования. Оценка АРГ по критерию допустимых концентраций и скоростей роста концентраций газов. Отечественные и зарубежные методы интерпретации АРГ, особенности интерпретации АРГ разных видов маслонаполненного оборудования.</p> <p>Анализ физико-химических и электрических параметров жидкой изоляции. Особенности оценки параметров, контролируемых качество жидкой и твердой изоляции с учетом их взаимного влияния, конструкции и срока эксплуатации оборудования.</p> <p>Электронно-оптические методы обследования электрооборудования: область применения, методы оценки, выявляемые дефекты.</p> <p>Анализ методов оценки технического состояния твердой изоляции, обмоток и магнитной системы электрооборудования.</p>
P3	Надежность электромагнитных и электромеханических	<p>Методы оценки надежности, классификация (структура) показателей надежности. Сравнение показателей надежности. Методики анализа повреждаемости парка оборудования.</p>

	преобразователей	<p>Особенности аварийности силовых трансформаторов и их узлов, трансформаторов тока и напряжения.</p> <p>Оценка риска технических объектов: понятие и виды рисков, методы их определения. Менеджмент рисков.</p> <p>Методики менеджмента парка электрооборудования с целью обеспечения требуемых показателей надежности. Подходы к оценке остаточного ресурса</p>
Р4	Проектирование экспертно-диагностических систем	<p>Этапы проектирования экспертно-диагностических систем и их технология: идентификация, концептуализация, формализация, реализация, тестирование прототипа, опытная эксплуатация, серийная эксплуатация.</p> <p>Структурно-функциональная схема экспертно-диагностической системы управления техническим обслуживанием парка оборудования. Особенности систем on-line мониторинга: область применения, принципы построения, способы сбора информации и методы ее оценки, выявляемые дефекты. Методы (методики) получения критериев технической диагностики: их достоинства и недостатки.</p>

2.3. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации /полностью на иностранном языке

2.4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 1 ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Электронные ресурсы (издания)

1. Давиденко, И. В. Оценка технического состояния силовых трансформаторов по результатам традиционных испытаний и измерений: Учебно-методическое пособие / Екатеринбург: Ур-ФУ, 2015. 96 с. <https://elar.urfu.ru/handle/10995/36214>.

2. Диагностика электрооборудования электрических станций и подстанций: учебное пособие для студентов [вузов], обучающихся по направлению 140400 - Электроэнергетика и электротехника Екатеринбург: Ур-ФУ, 2015. 64 с. <https://elar.urfu.ru/handle/10995/34803>.

3. Стандарт организации ПАО «Россети» СТО 34.01-23-003-2019. Методические указания по техническому диагностированию развивающихся дефектов маслонаполненного высоковольтного электрооборудования по результатам анализа газов, растворенных в минеральном трансформаторном масле https://www.rosseti.ru/investment/standart/corp_standart/doc/СТО_34.01-23-003-2019.pdf

4. Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007-29.200.10.011-2008. Системы мониторинга силовых трансформаторов и автотрансформаторов. Общие технические требования. <https://www.fsk-ees.ru/upload/docs/56947007-29.200.10.011-2008.pdf>.

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Oxford University Press
2. ProQuest Digital Dissertations and Theses Global
3. Computers & Applied Sciences Complete
4. eLibrary Научная электронная библиотека
5. IEEE Xplore
6. Scopus
7. EndNote Web

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

1. Научная электронная библиотека eLibrary <https://www.elibrary.ru/>
2. Реферативная БД Scopus <https://www.scopus.com/>
3. Электронный научный архив УрФУ <https://elar.urfu.ru/>
4. Зональная научная библиотека (УрФУ) - <http://lib.urfu.ru/>

2.5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 1 ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Сведения об оснащенности 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	Мультимедийная аудитория. Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов. Рабочее место преподавателя. Доска аудиторная. Периферийное устройство.	Microsoft Office (Word, Excel, Power Point); Экспертно-диагностическая система оценки состояния высоковольтного электрооборудования «Альбатрос».
2	Практические занятия	Терминальный класс. Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов. Рабочее место преподавателя. Персональные компьютеры по количеству обучающихся.	Microsoft Office (Word, Excel, Power Point); Экспертно-диагностическая система оценки состояния высоковольтного электрооборудования «Альбатрос».

**ПРОГРАММА МОДУЛЯ
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

**РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИН
МОДУЛЯ**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ 2
КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Шелюг Станислав Николаевич	Канд. техн. наук, доцент	Доцент	Кафедра «Электротехника», Уральский энергетический институт

Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института

Протокол № 114 от 08.10.2021 г.

2. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ 2 (майнор) КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

2.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Смешанная модель обучения с использованием онлайн-курса УрФУ;
- Исключительно электронного обучения с использованием внутреннего онлайн-курса УрФУ.

2.2. Содержание дисциплины 2

Таблица 1.3

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Введение	Общие понятия об электромагнитной совместимости. Нормативные документы. Место и роль в электроснабжении. Качество электроэнергии в электромагнитной совместимости.
P2	Основные положения ГОСТ 32144 -2013	История появления. Определения. Область применения. Обозначения. Продолжительные изменения напряжения. Отклонение частоты. Медленные изменения напряжения и фликер. Несинусоидальность. Несимметрия. Прерывание, провалы и перенапряжения. Классы процесса измерений. Организация измерений. Использование цифровых устройств для измерения показателей качества электрической энергии. Работа аналого-цифровых преобразователей в измерительных устройствах. Алгоритмы объединения результатов измерений. Неопределенность измерений. Измерение показателей качества электрической энергии. Обработка первичных измерений. Обеспечение точности измерений.
P3	Источники ухудшения показателей качества электроэнергии	Наиболее вероятные виновники ухудшения показателей качества электрической энергии. Влияние систем электроснабжения на показатели качества электроэнергии. Построение моделей генератора, ЛЭП, трансформатора, нелинейного потребителя в программах Mathlab и Mathcad.
P4	Влияние качества электроэнергии на работу электроприемников	Виды ущерба от ухудшения показателей качества электроэнергии. Влияние качества электроэнергии на функционирования систем электроснабжения. Моделирование и исследования работы электрической сети содержащей источник электроэнергии, линию, трансформатор и потребителей электроэнергии (линейного и нелинейного) в программах Mathlab и Mathcad.
P5	Измерение показателей качества электрической энергии и обработка их результатов	Обзор измерительных приборов, предназначенных для измерения показателей качества электрической энергии (Ресурс, Уран, Chauvin Arnoux). Составление программы в Excel, Mathcad или Mathlab по обработке полученной с приборов аналоговой информации в цифровую, определению частоты, расчету показателей качества электрической энергии.
P6	Анализ результатов измерения показателей качества электрической	Оценка результатов измерений показателей качества электрической энергии. Определение мощности искажения. Расчет энергетических характеристик. Составление программы в Excel, Mathcad или Mathlab по оценке величины мощности искажения, определению величины неактивной и реактивной мощностей.
P7	Способы и средства	Определение факторов, влияющих на показатели качества электрической энергии. Обеспечение уровня частоты.

	улучшения показателей качества электрической энергии	Обеспечение уровня установившегося значения напряжения. Минимизация колебаний напряжения. Снижения несимметрии. Снижения уровня искажения синусоидальности формы кривой тока и напряжения. Разработка алгоритма и его программная реализация по автоматическому выбору устройств симметрирования и подавления высших гармоник анализируемой электрической сети
P8	Сертификация качества электрической энергии	Постановление правительства РФ №982 от 01.12.2009 в части обязательной сертификации качества электрической энергии. Схемы сертификации качества электрической энергии. Порядок проведения сертификации. Расчет допустимы диапазонов напряжения с использованием программы VoltDB. Программирование прибора Ресурс под результаты выполненных расчетов.

2.3. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации /полностью на иностранном языке

2.4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 2 КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Электронные ресурсы (издания)

1. Волоков Н.Г. Качество электроэнергии в системах электроснабжения: учебное пособие. Национальный исследовательский Томский политехнический университет. Томск: Изд-во: ТПУ, 2010.

[https://portal.tpu.ru/SHARED/d/DIMMASSIKK/academics/Tab2/Волков%20Качество%20элект роэнергии.pdf](https://portal.tpu.ru/SHARED/d/DIMMASSIKK/academics/Tab2/Волков%20Качество%20элект%20роэнергии.pdf).

2. Библиотека электротехника и электроэнергетика. <http://ldjvu-inf.narod.ru/telib.htm>.

3. ПУЭ 7. Правила устройства электроустановок. Издание 7 / Утверждено Министерством энергетики Российской Федерации, приказ от 8 июля 2002 г. (<http://pue7.ru/pue7/sod.php>).

4. Режимы работы воздушных линий электропередачи: учебное пособие/ Г.Н. Александров. Санкт-Петербург: НОУ «Центр подготовки кадров энергетики», 2008. 139 с. (<http://www.cpk-energo.ru/metod/AlexandrovLEP.pdf>)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Oxford University Press
2. ProQuest Digital Dissertations and Theses Global
3. Computers & Applied Sciences Complete
4. eLibrary Научная электронная библиотека
5. IEEE Xplore
6. Scopus
7. EndNote Web

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

1. Научная электронная библиотека eLibrary <https://www.elibrary.ru/>
2. Реферативная БД Scopus <https://www.scopus.com/>

3. Электронный научный архив УрФУ <https://elar.urfu.ru/>
4. Зональная научная библиотека (УрФУ) - <http://lib.urfu.ru/>
5. Электронный фонд нормативно-технической документации Техэксперт.
<http://docs.cntd.ru> .

2.5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 2 КАЧЕСТВО 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	Мультимедийная аудитория. Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов. Рабочее место преподавателя. Доска аудиторная. Периферийное устройство.	Microsoft Office (Word, Excel, Power Point); MATLAB; Mathcad
2	Практические занятия	Терминальный класс. Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов. Рабочее место преподавателя. Персональные компьютеры по количеству обучающихся.	Microsoft Office (Word, Excel, Power Point); MATLAB; Mathcad

**ПРОГРАММА МОДУЛЯ
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

**РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИН
МОДУЛЯ**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ 3
РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И ПРОТИВОАВАРИЙНАЯ АВТОМАТИКА**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Хальясмаа Александра Ильмаровна	Канд. техн. наук, доцент	Доцент	Кафедра «Электротехника», Уральский энергетический институт
2	Игнатъев Данил Андреевич		Ассистент	Кафедра «Автоматизирован ные электрические системы», Уральский энергетический институт

Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института

Протокол № 114 от 08.10.2021 г.

2. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ 3 (майно́р) РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И ПРОТИВОАВАРИЙНАЯ АВТОМАТИКА

2.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Смешанная модель обучения с использованием онлайн-курса УрФУ;
- Исключительно электронного обучения с использованием внутреннего онлайн-курса УрФУ.

2.2. Содержание дисциплины 3

Таблица 1.3

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Основы релейной защиты и автоматики	Назначение устройств релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем. Виды повреждений в ЭЭС. Типы коротких замыканий и ненормальных режимов. Основные требования, предъявляемые к устройствам релейной защиты (селективность, быстродействие, чувствительность, надежность). Принципы действия устройств релейной защиты. Элементы релейной защиты, типы реле и способы их технической реализации. Виды схем устройств релейной защиты и автоматики, способы их изображения на чертежах (совмещенные и разнесенные типы изображения схем).
P2	Измерительные трансформаторы	Назначение измерительных трансформаторов. Принцип действия и устройство трансформатора тока (ТТ) и трансформатора напряжения (ТН). Векторная диаграмма и схема замещения ТТ и ТН. Погрешности ТТ и ТН, классы точности. Режимы работы ТТ и ТН, оценка их пригодности для устройств релейной защиты и автоматики. Схемы соединения ТТ/ТН и реле. Определение вторичной нагрузки на ТТ и ТН.
P3	Защита элементов электроэнергетических систем	Повреждения и ненормальные режимы работы трансформаторов. Защиты силовых трансформаторов. Повреждения и ненормальные режимы работы статора и ротора генератора. Защиты статора и ротора. Повреждения и ненормальные режимы работы сборных шин. Защиты сборных шин. Повреждения и ненормальные режимы работы линий электропередач. Защиты линий.
P4	Противоаварийная автоматика	Задачи управления ЭЭС в различных режимах их работы и краткая характеристика используемых для этого автоматических устройств. Назначение устройств и предъявляемые к ним требования, классификация устройств, область применения и принципы выполнения.
P5	Защита цифровой подстанции	Описание принципов и протоколов работы цифровой подстанции. Передача сигналов и информации на цифровой подстанции. Выполнение релейной защиты и автоматики на современных оцифрованных объектах.
P6	Защита объектов распределенной генерации	Режимы и особенности работы объектов распределенной генерации. Выполнение релейной защиты и автоматики для различных видов распределенной генерации, в том числе ветряных парков и солнечных электростанций, систем накопления электроэнергии. Согласование защит традиционных объектов электроэнергетики и объектов распределенной генерации.
P7	Централизованные и локальные	Выполнение, особенности и проблемы комплексных централизованных систем защиты. Особенности и принципы

	системы защиты и автоматики	выполнения защиты в системах типа Smart Grid, микрогрид.
P8	Защита на постоянном токе	Особенности работы систем на постоянном токе. Выполнение релейной защиты и автоматики для систем на постоянном токе. Особенности исполнения для различных типов объектов.

2.3. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации /полностью на иностранном языке

2.4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 3 РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И ПРОТИВОАВАРИЙНАЯ АВТОМАТИКА

Электронные ресурсы (издания)

1. Проектирование микропроцессорных защит элементов электрических сетей напряжением 110–220 кВ : учебно-методическое пособие / В. П. Федотов, С. С. Старосельников, Л. А. Федотова. 2-е изд., перераб. и доп. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2018. 268 с. https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/58917/4/978-5-7996-2263-3_2018.pdf
2. Релейная защита: учебное пособие / В.Н. Копьев; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. 160 с.; https://portal.tpu.ru/files/departments/publish/enin_kopev_maket.pdf
3. Копьев В.Н. Релейная защита. Проектирование: Учебное пособие. Томск: Изд. ТПУ, 2012. 100с.; https://portal.tpu.ru/files/departments/publish/enin_kopev_maket.pdf
4. Lecture 4: Power system protection. KTH Royal Institute of Technology. <https://www.kth.se/social/files/55f7a5f1f27654494ed1cfba/Lecture%205.pdf>
5. Power system protection – Lecture note. Dr R.K. Jena. College of Engineering and Technology, Bhubaneswar, India.; https://www.cet.edu.in/noticefiles/228_POWER_SYSTEM_PROTECTION.pdf

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Oxford University Press
2. ProQuest Digital Dissertations and Theses Global
3. Computers & Applied Sciences Complete
4. eLibrary Научная электронная библиотека
5. IEEE Xplore
6. Scopus
7. EndNote Web

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

1. Научная электронная библиотека eLibrary <https://www.elibrary.ru/>
2. Реферативная БД Scopus <https://www.scopus.com/>
3. Электронный научный архив УрФУ <https://elar.urfu.ru/>
4. Зональная научная библиотека (УрФУ) - <http://lib.urfu.ru/>

2.5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 3 РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И ПРОТИВОАВАРИЙНАЯ АВТОМАТИКА

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	Мультимедийная аудитория. Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов. Рабочее место преподавателя. Доска аудиторная. Периферийное устройство.	Microsoft Office (Word, Excel, Power Point)
2	Практические занятия	Терминальный класс. Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов. Рабочее место преподавателя. Персональные компьютеры по количеству обучающихся.	Microsoft Office (Word, Excel, Power Point)

**ПРОГРАММА МОДУЛЯ
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

**РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИН
МОДУЛЯ**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ 4 СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Мудров Михаил Валентинович	Канд. техн. наук	Доцент	Кафедра «Электропривод и автоматизация промышленных установок», Уральский энергетический институт

Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института

Протокол № 114 от 08.10.2021 г.

2. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ 4 (майнор) СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

2.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Смешанная модель обучения с использованием онлайн-курса УрФУ;
- Исключительно электронного обучения с использованием внутреннего онлайн-курса УрФУ.

2.2. Содержание дисциплины 4

Таблица 1.3

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Основные элементы силовой электроники	Полупроводниковые элементы. Общая информация об основных элементах силовых преобразователей, таких как диоды, тиристоры, транзисторы. Свойства силовых полупроводников и их вольт-амперные характеристики. Базовые схемы на основе диодов, тиристоров, транзисторов.
P2	Тиристорные преобразователи электрической энергии	Существующие типы тиристорных преобразователей электрической энергии и области их применения. Схемные решения широко применяемых тиристорных преобразователей. Принцип работы системы импульсно-фазового управления.
P3	Транзисторные преобразователи постоянного тока	Принцип построения транзисторных преобразователей постоянного тока, принцип их работы и области применения. Аналоговая и цифровая широтно-импульсная модуляция. Примеры систем управления транзисторными преобразователями постоянного тока.
P4	Транзисторные преобразователи переменного тока	Принцип построения транзисторных преобразователей переменного тока, принцип их работы и области применения. Синусоидальная широтно-импульсная модуляция. Примеры систем управления транзисторными преобразователями переменного тока.
P5	Устройство современных силовых преобразователей частоты	Изучение схемных решений современных транзисторных преобразователей. Силовая часть преобразователя, цепи управления транзисторными ключами, блок питания собственных нужд преобразователя и схемные решения плат управления. Типовые неисправности в современных транзисторных преобразователях.

2.3. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации /полностью на иностранном языке

2.4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 4 СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Электронные ресурсы (издания)

1. Бородин М.Ю., Кириллов А.В., Ясенев Н.Д. Учебное электронное текстовое издание "Физические основы электроники"; УрФУ; Екатеринбург; 2015.
https://study.urfu.ru/Aid/Publication/13427/1/Borodin_Kirillov_Yasenev.pdf

2. Фролов В.Я., Смородинов В.В., Зверев С.Г. Силовая электроника. Учеб. пособие. СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. 281 с.
<https://elib.spbstu.ru/dl/2904.pdf/download/2904.pdf>

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Oxford University Press
2. ProQuest Digital Dissertations and Theses Global
3. Computers & Applied Sciences Complete
4. eLibrary Научная электронная библиотека
5. IEEE Xplore
6. Scopus
7. EndNote Web

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

1. Научная электронная библиотека eLibrary <https://www.elibrary.ru/>
2. Реферативная БД Scopus <https://www.scopus.com/>
3. Электронный научный архив УрФУ <https://elar.urfu.ru/>
4. Зональная научная библиотека (УрФУ) - <http://lib.urfu.ru/>

2.5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 4 СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

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	Мультимедийная аудитория. Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов. Рабочее место преподавателя. Доска аудиторная. Периферийное устройство.	Microsoft Office (Word, Excel, Power Point) Матлаб Simulink; SimPowerSystems
2	Практические занятия	Терминальный класс. Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов. Рабочее место преподавателя. Персональные компьютеры по количеству обучающихся.	Microsoft Office (Word, Excel, Power Point) Матлаб Simulink; SimPowerSystems

**ПРОГРАММА МОДУЛЯ
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

**РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИН
МОДУЛЯ**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ 5
ТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОФИЗИКА ВЫСОКИХ НАПРЯЖЕНИЙ**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Хальясмаа Александра Ильмаровна	Канд. техн. наук, доцент	Доцент	Кафедра «Электротехника», Уральский энергетический институт
2	Поповцев Владислав Викторович		Ведущий инженер	Кафедра «Электротехника», Уральский энергетический институт

Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института

Протокол № 114 от 08.10.2021 г.

2. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ 5 (майно́р) ТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОФИЗИКА ВЫСОКИХ НАПРЯЖЕНИЙ

2.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Смешанная модель обучения с использованием онлайн-курса УрФУ;
- Исключительно электронного обучения с использованием внутреннего онлайн-курса УрФУ.

2.2. Содержание дисциплины 5

Таблица 1.3

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Введение в высоковольтную электроэнергетику	Цели и применение высоковольтной электротехники. Основное высоковольтное оборудование электроэнергетической системы. Производство и передача электрической энергии. Перспективы развития высоковольтной электроэнергетики.
P2	Получение высокого напряжения	Принципы получения высокого постоянного напряжения. Преобразователь напряжения. Инвертор напряжения. Электростатический генератор. Принципы получения высокого переменного напряжения. Испытательный трансформатор. Последовательные резонансные цепи. Каскадные схемы. Принципы получения высокого импульсного напряжения. Генератор импульсных напряжений. Высоковольтные испытательные лаборатории.
P3	Измерение высокого напряжения	Измерительные шаровые разрядники. Электростатический вольтметр. Делитель напряжения. Измерительный трансформатор. Измерения действующего значения, амплитуды и гармоник. Вопросы электромагнитной совместимости.
P4	Электростатические поля и средства регулирования распределения напряжённости электрического поля	Пробивные напряжения изоляционного материала. Электрические поля в однородных изотропных материалах. Электродные конфигурации с однородным и неоднородным электрическими полями. Регулирование напряжённости электрического поля с помощью экранов. Численные методы расчёта электрических полей. Метод конечных разностей. Метод конечных элементов. Метод эквивалентных зарядов. Метод граничных элементов.
P5	Электрический пробой в газах	Характеристики и обнаружение газового разряда. Ионизационные процессы в газе. Виды ионизации. Лавина электронов. Образование стримера. Самостоятельный пробой. Закон Пашена. Разряд в неоднородных полях. Электрическая прочность газовой изоляции. Вольт-секундные характеристики. Коронный разряд. Потери энергии при коронировании. Разряд вдоль поверхности изолятора. Искровой разряд. Дуговой разряд. Напряжение пробоя. Физические характеристики электрической дуги. Теория процессов в створе дуги. Гашение дуги в дугогасительной камере коммутационных аппаратов. Разрядные напряжения различных промежутков.
P6	Пробой твердых и жидких диэлектриков	Электрический пробой. Тепловой пробой. Старение изоляции. Эрозия. Механизмы и стадии развития разряда в жидком и твердом диэлектриках. Понятие и классификация частичных разрядов. Источники частичных разрядов в различных типах диэлектриков. Классическая интерпретация развития частичных разрядов.

Р7	Перенапряжения, координация и испытания изоляции	Понятие электромагнитного поля. Система уравнений Максвелла. Классификация электромагнитных полей. Процессы преломления и отражения электромагнитных волн в узловых точках. Волновые процессы в ЛЭП и обмотках трансформаторов. Понятие волны перенапряжения. Классификация перенапряжений. Способы защиты от перенапряжений. Ограничитель перенапряжений нелинейный. Грозовые перенапряжения. Механизм развития грозового разряда. Грозозащита воздушных линий электропередач и подстанций. Коммутационные перенапряжения. Перенапряжения при отключении ненагруженных ЛЭП и батарей конденсаторов. Лабораторные испытания при высоких напряжениях и статистическая обработка результатов.
----	--	---

2.3. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации /полностью на иностранном языке

2.4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 5 ТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОФИЗИКА ВЫСОКИХ НАПРЯЖЕНИЙ

Электронные ресурсы (издания)

1. Техника высоких напряжений: курс лекций / В. Ф. Важов, В. А. Лавринович. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 150 с.
https://portal.tpu.ru/SHARED/v/VAZHOV/education/HS/Tab/TVN_lek.pdf
2. High Voltage Engineering Fundamentals. E. Kuffel, W.S. Zaengl, J. Kuffel. Second edition. <https://www.mv.helsinki.fi/home/tpaulin/Text/hveng.pdf>
3. Техника высоких напряжений. Примеры и задачи: практикум по дисциплине «Техника высоких напряжений» [Электронный ресурс] / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т ; [авт.-сост. : А. В. Лобанов, Ю. В. Рахманова, Л. Э. Рогинская]. – Уфа : УГАТУ, 2021.; https://www.ugatu.su/media/uploads/MainSite/Ob%20universitete/Izdateli/EI_izd/2021-70.pdf

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Oxford University Press
2. ProQuest Digital Dissertations and Theses Global
3. Computers & Applied Sciences Complete
4. eLibrary Научная электронная библиотека
5. IEEE Xplore
6. Scopus
7. EndNote Web

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

1. Научная электронная библиотека eLibrary <https://www.elibrary.ru/>
2. Реферативная БД Scopus <https://www.scopus.com/>
3. Электронный научный архив УрФУ <https://elar.urfu.ru/>
4. Зональная научная библиотека (УрФУ) - <http://lib.urfu.ru/>
5. Электронный фонд нормативно-технической документации Техэксперт. <http://docs.cntd.ru> .

2.5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 5 ТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОФИЗИКА ВЫСОКИХ НАПРЯЖЕНИЙ

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	Мультимедийная аудитория. Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов. Рабочее место преподавателя. Доска аудиторная. Периферийное устройство.	Microsoft Office (Word, Excel, Power Point)
2	Практические занятия	Терминальный класс. Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов. Рабочее место преподавателя. Персональные компьютеры по количеству обучающихся.	Microsoft Office (Word, Excel, Power Point)

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Код модуля
М.1.10

Модуль
Специальные вопросы разработки и эксплуатации
электрооборудования и электротехнических
систем

Екатеринбург, 2021

Оценочные материалы по модулю составлены авторами:

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Давиденко Ирина Васильевна	Доктор техн. наук, доцент	Профессор	Кафедра «Электротехника», Уральский энергетический институт
2	Хальясмаа Александра Ильмаровна	Канд. техн. наук, доцент	Доцент	Кафедра «Электротехника», Уральский энергетический институт
3	Шелюг Станислав Николаевич	Канд. техн. наук, доцент	Доцент	Кафедра «Электротехника», Уральский энергетический институт
4	Мудров Михаил Валентинович	Канд. техн. наук	Доцент	Кафедра «Электропривод и автоматизация промышленных установок», Уральский энергетический институт
5	Поповцев Владислав Викторович		Ведущий инженер	Кафедра «Электротехника», Уральский энергетический институт
6	Игнатъев Данил Андреевич		Ассистент	Кафедра «Автоматизированные электрические системы», Уральский энергетический институт

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ МОДУЛЯ СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах и часах	Форма итоговой промежуточной аттестации по дисциплинам модуля и в целом по модулю
1	Диагностика электрооборудования	2/72	Зачет
2	Качество электрической энергии	3/108	Экзамен
3	Релейная защита и противоаварийная автоматика	3/108	Зачет
4	Силовая электроника	3/108	Экзамен
5	Техника и электрофизика высоких напряжений	3/108	Экзамен
ИТОГО по модулю:		14/324	

2. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО МОДУЛЮ

Не предусмотрено

**Раздел 3. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ**

**Модуль СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Давиденко Ирина Васильевна	Доктор техн. наук, доцент	Профессор	Кафедра «Электротехника», Уральский энергетический институт

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Таблица 1

Код и наименование компетенций, формируемые с участием дисциплины	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3	4
ПК-10. Способен разрабатывать и применять автоматизированные системы мониторинга, диагностики и эксплуатации городских электроэнергетических систем и сетей	ПК-10.1. Выбирает методологию и технологию проектирования автоматизированных систем мониторинга, диагностики и эксплуатации городских электроэнергетических систем и сетей.	ПК-10.1. 3-1. Знает методологию и технологию проектирования автоматизированных систем мониторинга, диагностики и эксплуатации. ПК-10.1. У-1. Умеет интерпретировать результаты работы автоматизированных систем мониторинга, диагностики и эксплуатации.	Зачет Контрольная работа Практические работы 1-3
ПК-15. Способен к проверке технического состояния и остаточного ресурса оборудования и организации профилактических осмотров и текущего ремонта	ПК-15.1. Анализирует состояние высоковольтного оборудования и выбирает способы и инструменты обеспечения работоспособного исправного технического состояния.	ПК-15.1. 3-1. Знает методы неразрушающего контроля состояния высоковольтного оборудования и нормативную документацию в области его технического обслуживания и ремонта. ПК-15.1. У-1. Умеет разрабатывать технологические карты технического обслуживания электроэнергетического оборудования и анализировать его состояние.	Зачет Контрольная работа Практические работы 1-3

2. ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ, ВКЛЮЧАЯ МЕРОПРИЯТИЯ ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1. Распределение объема времени по видам учебной работы

Таблица 2

№ п/ п	Наименование дисциплины модуля Специальные вопросы разработки и эксплуатации электрооборудования и электротехнических систем	Объем времени, отведенный на освоение дисциплины модуля								
		Аудиторные занятия, час.				Промежуточная аттестация (форма итогового контроля)	Контактная работа (час.)	Самостоятельная работа студента, включая текущую аттестацию (час.)	Всего по дисциплине	
		Занятия лекцион ного типа	Практиче ские работы	Лаборато рные работы	Всего				Час.	Зач. ед.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Диагностика электрооборудования	18	18	0	36	Зачет	41,65	30,35	72	2
Всего на освоение дисциплины модуля (час.)									72	2
Итого по модулю:									324	14

2.2. Виды СРС, количество и объем времени на контрольно-оценочные мероприятия СРС по дисциплине

Контрольно-оценочные мероприятия СРС включают самостоятельное изучение материала, подготовку к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля, выполнение и оформление внеаудиторных мероприятий текущего контроля и подготовку к мероприятиям промежуточного контроля.

Таблица 3

№ п/п	Вид самостоятельной работы студента по дисциплине модуля	Количество контрольно-оценочных мероприятий СРС	Объем контрольно-оценочных мероприятий СРС (час.)
1	Подготовка к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля: лекционным, практическим занятиям.		24,7
2	Выполнение контрольной работы	1	12
3	Подготовка к зачету	1	4
4	Самостоятельное изучение материала		25,65
Итого на СРС по дисциплине:			30,35

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Самостоятельное изучение материала	2 семестр, 1-8 уч. н.	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,5		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,5		
2. Практические занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических занятий – 0,4		
Текущая аттестация на практических занятиях	Сроки –	Максимальная

	семестр, учебная неделя	оценка в баллах
Самостоятельное изучение материала, выполнение практических работ	2 семестр, 9-17 уч. н.	60
Выполнение контрольной работы	2 семестр, 10-18 уч. н.	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим занятиям–1		
Промежуточная аттестация по практическим занятиям– не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим занятиям– 0		

3.3. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
2	1

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Личностные	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов

качества	обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.
----------	---

4.2. Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

Задания по контрольно-оценочным мероприятиям в рамках текущей и промежуточной аттестации должны обеспечивать освоение и достижение результатов обучения (индикаторов) и предметного содержания дисциплины на соответствующем уровне.

5.1. Описание контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

5.1.1. Практические занятия

Номер занятия	Примерный перечень тем практических занятий
1	Оценка технического состояния силовых трансформаторов по результатам испытаний и измерений
2	Управление надежностью эксплуатации парка маслонаполненного оборудования с помощью экспертно-диагностических систем.
3	Получение критериев диагностирования контролируемых параметров по статистике, накопленной при эксплуатации электрооборудования.

5.1.2. Лабораторные занятия

Не предусмотрено

5.1.3. Курсовая работа / Курсовой проект

Не предусмотрено

5.1.4. Контрольная работа

Задания к контрольной работе (по вариантам) и пример выполнения изложен в учебно-методическом пособии «Оценка технического состояния силовых трансформаторов по результатам традиционных испытаний и измерений» / И. В. Давиденко Екатеринбург: УрФУ, 2015. 96 с.

5.1.5. Домашняя работа

Не предусмотрено

5.1.6. Расчетно-графическая работа

Не предусмотрено

5.1.7. Реферат / эссе / творческая работа

Не предусмотрено

5.1.8. Проектная работа

Не предусмотрено

5.1.9. Деловая (ролевая) игра / Дебаты / Дискуссия / Круглый стол

Не предусмотрено

5.1.10. Кейс-анализ

Не предусмотрено

5.2. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.2.1. Экзамен в форме независимого тестового контроля

НТК по дисциплине модуля не проводится.

5.2.2. Зачет в традиционной форме: устные ответы на вопросы билетов

Список примерных вопросов

1. Определения технического диагностирования: цель, решаемые задачи, этапы использования в жизненном цикле изделия. Системы диагностирования: определение, функциональный состав, специализация, этапы проектирования. Классификация систем диагностирования.

2. Методы контроля технического состояния маслonaполненного электрооборудования, их достоинства и недостатки, целесообразность использования, критерии выбора. Оценка эффективности методов диагностики.

3. Контролируемые параметры и диагностические признаки: определение, классификация.

Достоинства и недостатки диагностических признаков разного вида.

4. Диагностические модели: назначение и классификация. Сравнительная характеристика диагностических моделей разного вида: структурно-следственной, матричной, математической, логико-математической, алгоритмической и др.

5. Схема диагностирования силовых трансформаторов, связывающая виды контроля и список контролируемых параметров с перечнем выявляемых с их помощью дефектов. Выбор необходимого и достаточного набора контролируемых параметров в зависимости от назначения и функционала проектируемой системы.

6. Схема диагностирования высоковольтных вводов, переключающих устройств, связывающая виды контроля и список контролируемых параметров с перечнем выявляемых с их помощью дефектов. Выбор необходимого и достаточного набора контролируемых параметров в зависимости от назначения и функционала проектируемой системы.

7. Схемы диагностирования трансформаторов тока и напряжения, связывающая виды контроля и список контролируемых параметров с перечнем выявляемых с их помощью дефектов. Выбор необходимого и достаточного набора контролируемых параметров в зависимости от назначения и функционала проектируемой системы.

8. Процессы, происходящие в трансформаторах во время их эксплуатации. Результат влияния на оборудование физико-химических процессов, термохимического старения, механических воздействий, воздействий электрического поля, частичных разрядов, технологических и эксплуатационных факторов.

9. Анализ газов, растворенных в жидкой изоляции. Критерии оценки с помощью граничных значений концентраций и скоростей изменения концентраций газов. Учет факторов, оказывающих влияние на контролируемые параметры масла.

10. Анализ газов, растворенных в жидкой изоляции. Отечественные и зарубежные аналитические и графические методы интерпретации анализа растворенных в масле газов силовых трансформаторов, их сравнительный анализ.

11. Критерии оценки результатов АРГ и особенности интерпретации АРГ для высоковольтных вводов.

12. Критерии оценки результатов АРГ и особенности интерпретации АРГ для трансформаторов тока и напряжения.

13. Анализ физико-химических и электрических параметров жидкой изоляции. Влияние структурно-группового состава масел, конструкции, срока эксплуатации и других факторов на процесс его старения и образования дефектов изоляции.

14. Электронно-оптические методы обследования электрооборудования: область применения, выявляемые дефекты, критерии оценки.

15. Методы диагностирования состояния твердой изоляции: оценка степени старения увлажнения, загрязнения, деструкции. Контролируемые параметры и критерии их оценки. Факторы, влияющие на достоверность методов.

16. Методы оценки магнитной системы трансформаторов: контролируемые параметры и критерии их оценки. Сравнительный анализ точности и достоверности

методов.

17. Методы диагностирования деформации обмоток трансформаторов, их достоинства и недостатки. Контролируемые параметры и критерии их оценки

18. Методы оценки технического состояния узлов трансформатора: контролируемые параметры, критерии их оценки. Сравнение методов по достоверности и точности.

19. Тепловизионное обследование электрооборудования: область применения, методы оценки, дефекты, выявляемые в электромеханических преобразователях. Причины появления дефектов термического характера.

20. Измерение уровня частичных разрядов (ЧР): область применения, дефекты, выявляемые в оборудовании, методы регистрации ЧР и их характеристик, методики оценки. Причины и возникновения ЧР по видам оборудования, локализация ЧР.

21. Вибродиагностика: область применения, выявляемые дефекты маслonaполненного оборудования, методы оценки, контролируемые параметры. Причины, создающие вибрацию в оборудовании разного типа.

22. Надежность электрооборудования: методы оценки надежности объектов, их элементов и систем. Показатели надежности, их оценка. Факторы, влияющие на надежность маслonaполненного оборудования. Пути повышения надежности оборудования.

23. Аварийность маслonaполненного оборудования: определение отказа, понятие браковки, классификация дефектов \ отказов. Процедура анализа повреждаемости на примере силовых трансформаторов и их узлов. Подходы к оценке остаточного ресурса.

24. Анализ повреждаемости трансформаторов тока и напряжения по причинам, характеру развития и проявления дефектов, в разрезе изготовителей, сроков эксплуатации, виновников и т.д.

25. Анализ и оценивание риска технических объектов: понятие и виды рисков, методы их определения. Менеджмент рисков. Методики менеджмента парка оборудования с целью обеспечения требуемых показателей надежности.

26. Этапы проектирования экспертно-диагностических систем и их технология: идентификация, концептуализация, формализация, реализация, тестирования, опытная эксплуатация, серийная эксплуатация (сопровождение). Особенности жизненного цикла экспертно-диагностических систем.

27. Структурно-функциональная схема экспертно-диагностической системы оценки состояния электрооборудования: назначение подсистем и блоков, их функциональная взаимосвязь, потоки движения информации.

28. Особенности систем on-line мониторинга: область применения, принципы построения, способы сбора информации и методы ее оценки, выявляемые дефекты.

29. Оценка существующих подходов к получению критериев технической диагностики, их достоинства и недостатки.

30. Методика определения предельно-допустимых и допустимых значений контролируемых параметров по данным эксплуатации.

**Раздел 3. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ**

**Модуль СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Шелюг Станислав Николаевич	Канд. техн. наук, доцент	Доцент	Кафедра «Электротехника», Уральский энергетический институт

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Таблица 1.1

Код и наименование компетенций, формируемые с участием дисциплины	Индикаторы достижения компетенции	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
<p>ОПК-3. Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов.</p>	<p>ОПК-3. 3-1. Сделать обзор основных методов статистической обработки и анализа результатов измерений.</p> <p>ОПК-3. У-2. Обоснованно выбрать необходимую аппаратуру и метод исследования для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности.</p> <p>ОПК-3. П-1. Выполнять в рамках поставленного задания экспериментальные комплексные научно-технические исследования и изыскания для решения инженерных задач в области профессиональной деятельности, включая обработку, интерпретацию и оформление результатов</p> <p>ОПК-3. Д-1. Проявлять умение видеть детали, упорство, аналитические умения.</p>	<p>Практические занятия 1-4</p> <p>Круглый стол</p> <p>Экзамен</p>

Таблица 1.2

Код и наименование компетенций, формируемые с участием дисциплины	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3	4
<p>ПК-13. Способен принимать решения в области электроэнергетики и электротехники с</p>	<p>ПК-13.1. Решает прикладные задачи и реализует проекты, направленные на повышение</p>	<p>ПК-13.1. 3-1. Знает принципы обеспечения баланса электрической энергии и мощности в электроэнергетической</p>	<p>Практические занятия 1-4</p> <p>Круглый стол</p>

<p>учетом энерго и ресурсосбережения</p>	<p>технологической эффективности функционирования электроэнергетической системы</p>	<p>системе.</p> <p>ПК-13.1. 3-2. Знает технологии мониторинга и инструменты анализа измерений в электроэнергетической системе.</p> <p>ПК-13.1. У-1. Умеет разрабатывать технические решения в сфере генерации и потребления электрической энергии с учетом энерго и ресурсосбережения.</p>	<p>Экзамен</p>
--	---	--	----------------

2. ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ, ВКЛЮЧАЯ МЕРОПРИЯТИЯ ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1. Распределение объема времени по видам учебной работы

Таблица 2

№ п/ п	Наименование дисциплины модуля Специальные вопросы разработки и эксплуатации электрооборудования и электротехнических систем	Объем времени, отведенный на освоение дисциплины модуля								
		Аудиторные занятия, час.				Промежуточная аттестация (форма итогового контроля)	Контактная работа (час.)	Самостоятельная работа студента, включая текущую аттестацию (час.)	Всего по дисциплине	
		Занятия лекцион ного типа	Практиче ские работы	Лаборато рные работы	Всего				Час.	Зач. ед.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	Качество электрической энергии	18	18	0	36	Экзамен	43,73	64,27	108	3
Всего на освоение дисциплины модуля (час.)									108	3
Итого по модулю:									324	14

2.2. Виды СРС, количество и объем времени на контрольно-оценочные мероприятия СРС по дисциплине

Контрольно-оценочные мероприятия СРС включают самостоятельное изучение материала, подготовку к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля, выполнение и оформление внеаудиторных мероприятий текущего контроля и подготовку к мероприятиям промежуточного контроля.

Таблица 3

№ п/п	Вид самостоятельной работы студента по дисциплине модуля	Количество контрольно-оценочных мероприятий СРС	Объем контрольно-оценочных мероприятий СРС (час.)
1	Подготовка к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля: лекционным, практическим занятиям.		16,5
2	Подготовка к круглому столу	2	12
3	Подготовка к экзамену	1	18
4	Самостоятельное изучение материала		17,77
Итого на СРС по дисциплине:			64,27

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Самостоятельное изучение материала	2 семестр, 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17 уч. н.	60
Круглый стол	2 семестр, 7, 16 уч. н.	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,5		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		

2. Практические занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических занятий – 0,4		
Текущая аттестация на практических занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Самостоятельное изучение материала, выполнение практических работ	2 семестр, 1,2,3,4,5, 9,10,11,12,13 уч. н.	20
Работа на практических занятиях	2 семестр, 4, 8, 12, 16 уч. н.	80
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим занятиям–1		
Промежуточная аттестация по практическим занятиям– не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим занятиям– 0		

3.3. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
2	1

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.2. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.

Личностные качества	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.
---------------------	--

4.3. Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

Задания по контрольно-оценочным мероприятиям в рамках текущей и промежуточной аттестации должны обеспечивать освоение и достижение результатов обучения (индикаторов) и предметного содержания дисциплины на соответствующем уровне.

5.1. Описание контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

5.1.1. Практические занятия

Номер занятия	Примерный перечень тем практических занятий
1	Построение моделей генератора, ЛЭП, трансформатора, нелинейного потребителя в программах Mathlab и Mathcad.
2	Моделирование работы электрической сети содержащей источник электроэнергии, линию, трансформатор и потребителей электроэнергии (линейного и нелинейного) в программах Mathlab и Mathcad.
3	Составление программы в Excel, Mathcad или Mathlab по оценке величины мощности искажения, определению величины неактивной и реактивной мощностей.
4	Разработка алгоритма по автоматическому выбору устройств симметрирования и подавления высших гармоник анализируемой электрической сети
5	Приборы для измерения показателей качества электрической энергии. Выполнение измерений. Обработка результатов измерений в Excel
6	Измерение показателей качества в трехфазной электрической цепи, соединенной по схеме звезда с нулем, различными приборами с наличием несимметричной и нелинейной нагрузки. Обработка результатов измерений в Mathcad.
7	Расчет допустимых диапазонов напряжения с использованием программы VoltDB. Программирование прибора Ресурс под результаты выполненных расчетов.
8	Расчет допустимых диапазонов напряжения с использованием программы Excel.

5.1.2. Лабораторные занятия

Не предусмотрено

5.1.3. Курсовая работа / Курсовой проект

Не предусмотрено

5.1.4. Контрольная работа

Не предусмотрено

5.1.5. Домашняя работа

Не предусмотрено

5.1.7. Расчетно-графическая работа

Не предусмотрено

5.1.7. Реферат / эссе / творческая работа

Не предусмотрено

5.1.8. Проектная работа

Не предусмотрено

5.1.9. Круглый стол

Примерные задания для подготовки к круглому столу:

подготовить презентацию и краткий доклад по теме

Круглый стол 1

1. Определение частоты измеренного сигнала с использованием методов аппроксимации по точкам переходов через ноль и по максимальным значениям гармонических кривых.
2. Моделирование работы аналого-цифрового преобразователя с различной частотой дискретизации по времени и различной величиной квантов АЦП.
3. Моделирование линии электропередачи, силового трансформатора, генератора и нелинейной нагрузки в фазных координатах с учетом наличия магнитной взаимосвязи фаз устройств.
4. Расчет установившегося режима электрической сети, содержащей генератор, линию электропередачи, силового трансформатора и нагрузки с использованием ранее разработанных моделей этих устройств при различной форме симметрии и нелинейности нагрузки и самих элементов

Круглый стол 2

1. Разработка программного обеспечения в Excel, Mathcad или Matlab по обработке полученной с приборов аналоговой информации в цифровую, определению частоты, расчету показателей качества электрической энергии. Сравнение с данными, полученными с использованием специализированного программного обеспечения.
2. Создание программы в Excel, Mathcad или Matlab по оценке величины мощности искажения, определению величины неактивной и реактивной мощностей.
3. Программная реализация алгоритма по автоматическому выбору устройств симметрирования и подавления высших гармоник электрической сети
4. Расчет допустимых диапазонов напряжения с использованием Excel. Сравнение результатов с данными программы VoltDB.

5.1.10. Кейс-анализ

Не предусмотрено

5.2. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.2.1. Экзамен в форме независимого тестового контроля

НТК по дисциплине модуля не проводится.

5.2.2. Экзамен в тестовой форме:

Содержание тестов

Электрическая энергия сертифицируется .

- по таким показателям, как медленные изменения напряжения (отрицательное и положительное отклонения напряжения) и отклонение частоты
- только по такому показателю, как медленные изменения напряжения
- только по такому показателю, как отклонение частоты

Согласно стандарту ИСО 9000:2005,... - это часть менеджмента качества, направленная на создание уверенности, что требования к качеству будут выполнены

- обеспечение качества
- управление качеством
- стандартизация качества

- стимулирование качества

Провалы напряжения обычно ...

- вызываются переключениями нагрузки
- вызываются отключениями нагрузки
- происходят из-за неисправностей в электрических сетях или в электроустановках потребителей
- происходят при подключении мощной нагрузки

При оценке соответствия электрической энергии нормам качества электрической энергии, относящимся к гармоническим составляющим напряжения, установленным в стандарте ГОСТ 32144-2013, маркированные данные

- обязательно учитывают
- могут учитывать
- не учитывают

По ГОСТу, если все отклонения напряжения за период измерений только положительные, значение ...

- $du (-)$ принимается равным нулю
- $du (+)$ принимается равным нулю
- $du (-)$ принимается равным 10
- $du (+)$ принимается равным 10

В трехфазных системах электроснабжения за окончание провала напряжения принимают момент, когда напряжение ... порогового значения окончания провала напряжения

- хотя бы в одной из фаз возрастает выше
- во всех фазах падает ниже
- хотя бы в одной из фаз падает ниже
- во всех фазах возрастает выше

... - это совокупность организационной структуры, методик, процессов и ресурсов, нужных для осуществления общего руководства качеством

- Менеджмент качества
- Система качества
- Управление качеством
- Обеспечение качества

Согласно международному стандарту ИСО 9000:2005, качество - это .

- степень, с которой совокупность собственных характеристик выполняет требования (потребности или ожидания, которые установлены, обычно предполагаются или являются обязательными)
- совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением
- совокупность характеристик объекта, относящихся к его способности удовлетворить установленные или предполагаемые потребности
- свойство, реально удовлетворяющее потребителей

Согласно ГОСТ 33073-2014, продолжительность непрерывных измерений показателя качества электрической энергии при рассмотрении претензий к качеству электроэнергии устанавливается соглашением между сетевой организацией и потребителем, но составляет не менее ...

- одних суток
- трех суток
- пяти суток
- семи суток

Для наблюдения и оценки характеристик прерываний, провалов напряжения и перенапряжений пункта мониторинга качества электрической энергии требуется ...

- мониторинг от двух до шести месяцев
- мониторинг не более года
- длительный мониторинг до 1 года и более

Длительность провала напряжения может быть до .

- 1 мин.
- 5 мин.
- 7 мин.

- 10 мин.

Если заявитель не удовлетворен решением Апелляционного совета Органа по сертификации электрической энергии (ОС ЭЭ) по жалобе, претензии, апелляции, то он может подать апелляцию в ...

- Федеральную службу по аккредитации
- отраслевую комиссию Министерства энергетики РФ
- арбитражный суд

Ощущение неустойчивости зрительного восприятия, вызванное световым источником, яркость или спектральный состав которого изменяются во времени, - ...

- Фликер

Одиночные быстрые изменения напряжения характеризуются .

- быстрым переходом среднеквадратического значения напряжения от одного установившегося значения к другому
- постепенным плавным переходом среднеквадратического значения напряжения от одного установившегося значения к другому
- постоянным колебанием среднеквадратического значения напряжения

Рассмотрение апелляций против решений, принятых Органом по сертификации электрической энергии (ОС ЭЭ), осуществляет ...

- Апелляционный совет ОС ЭЭ
- специальная комиссия в составе Министерства энергетики РФ
- руководитель ОС ЭЭ лично

По ГОСТу, если все отклонения напряжения за период измерений только отрицательные, значение .

- $du(-)$ принимается равным нулю
- $du(+)$ принимается равным нулю
- $du(-)$ принимается равным 100
- $du(+)$ принимается равным 100

Члены, представители сторон, апелляции которых будут рассматриваться на заседании, а также лица, привлекаемые по инициативе Апелляционного совета Органа по сертификации электрической энергии (ОС ЭЭ), о месте, дате и времени заседания Совета

- уведомляются заранее
- уведомляются за 24 часа
- не уведомляются

Согласно ГОСТ 33073-2014, при проведении контроля качества электроэнергии, органы государственного контроля (надзора) устанавливают продолжительность непрерывных измерений значений показателя качества электрической энергии не менее ...

- трех дней
- пяти дней
- одной недели (семи суток)
- десяти дней

Обычно одиночные быстрые изменения напряжения не превышают ... в электрических сетях низкого и среднего напряжения соответственно

- 3 % - и - 5%
- 6 % - и - 7%
- 5 % - и - 4%
- 8 % - и - 7%

Решение по заявке направляется заявителю не позднее ... после заключения договора на проведение работ по сертификации

- одной недели
- трех рабочих дней
- двух недель
- двадцати дней

В качестве пункта мониторинга качества электрической энергии для мониторинга кратковременной и длительной доз фликера выбирают ...

- точки передачи электрической энергии потребителям по четырехпроводным и пятипроводным трехфазным сетям
- точки общего присоединения с искажающими потребителями

- точки передачи электрической энергии, близко расположенные к точке общего присоединения неискажающих и искажающих потребителей, особенно большой мощности, или непосредственно точку общего присоединения
- любую удобную для контроля точку в рассматриваемой электрической сети

Оперативное управление качеством направлено на .

- обеспечение максимального уровня качества
- обеспечение соответствия фактического уровня качества заданному технической документацией
- достижение баланса между интересами потребителя и изготовителя

Объектом сертификации электрической энергии является .

- оборудование энергосистемы
- организация, осуществляющая передачу (подачу) или продажу (перепродажу) электрической энергии бытовым потребителям
- электрическая энергия в электрических сетях общего назначения

Согласно ГОСТу, низкое напряжение - это напряжение, номинальное среднеквадратическое значение которого не превышает...

- о 1 кВ
- о 10 кВ
- о 35 кВ

Номинальное значение частоты напряжения электропитания в электрической сети равно .

- 40 Гц
- 50 Гц
- 60 Гц
- 70 Гц

Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения установлены .

- ГОСТ 33073-2014
- ГОСТ 30804.4.30-2013
- ГОСТ 32144-2013

Пороговое значение начала прерывания напряжения принимают равным ... опорного напряжения

- 5%
- 10%
- 50%
- 100 %

Класс точности приборов для измерения показателей качества электрической энергии

- 1,0
- 0,5
- 1,5
- 2,0

Прибор для контроля показателей качества измеряет 3 величины. По какому каналу обычно происходит определение частоты:

- канал 2;
- канал 1;
- канал 3.

Почему при измерении частоты по переходам через ноль пользуются экстраполяцией

- повышение точности;
- наличие эффекта множественного перехода через ноль;
- снижение внешних помех;
- требования ГОСТ.

Чему равна величина одноного кванта по уровню, если разрядность АЦП – 4, а $X_{\max}=30$

- 1,0
- 2,0
- 1,875
- 1,765

С увеличением уровня напряжения значение суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения

- уменьшается;
- увеличивается;
- остается неизменным.

Предельный номер гармоник при определении значений коэффициентов гармонических составляющих по ГОСТ 32144-2013

- 20;
- 25;
- 30;
- 40.

Какова предельная величина коэффициента несимметрии напряжений по нулевой последовательности в сетях с изолированной нейтралью

- 4;
- 2;
- 0;
- не определяется.

Предельный номер гармоник при определении значений коэффициентов гармонических составляющих по ГОСТ 32144-2013

- 20;
- 25;
- 30;
- 40.

Как при обработке результатов измерений в Excel определяется действующее значение напряжения?

- $U = \sqrt{\frac{1}{N} \cdot \sum_1^N (u_i)^2}$;
- $U = \frac{1}{N} \cdot \sum_1^N u_i$;
- $U = \sqrt{\sum_1^N (u_i)^2}$.

Как часто происходит вычисление частоты при измерении показателей качества электрической энергии

- 1 раз в минуту;
- каждый период основной частоты;
- 1 раз в десять минут;
- 1 раз в час.

Как определить наличие нелинейной нагрузки по результатам измерений?

- приложенное напряжение и протекающий ток синусоидальны;
- приложенное напряжение и протекающий ток несинусоидальны;
- напряжение опережает ток на 90 градусов;
- ток опережает напряжение на 90 градусов.

Как происходит преобразование квантов АЦП в именованные единицы?

- умножением номера кванта на метрологический коэффициент;
- методом наименьших квадратов;
- скользящим средним;
- экстраполяцией.

Что оказывает большее влияние на глубину хранения информации в приборе контроля показателей качества электрической энергии при неизменном объеме памяти. Расположить факторы в порядке уменьшения значимости:

- частота дискретизации по времени;
- количество хранимых параметров;
- уровень напряжения;
- коэффициент мощности.

Что оказывает большее влияние на глубину хранения информации в приборе контроля показателей качества электрической энергии при неизменном объеме памяти. Расположить факторы в порядке уменьшения значимости:

- частота дискретизации по времени;

- количество хранимых параметров;
- уровень напряжения;
- коэффициент мощности.

С какой частотой по теореме Котельникова должно работать АЦП при измерении показателей качества электроэнергии по ГОСТ 32144-2013:

- 4000 Гц;
- 100 Гц;
- 2000 Гц;
- 50 Гц.

Как с помощью Mathcad смоделировать интергармонику?

- у одной гармоники задать частоту менее 50 Гц;
- задать постоянную составляющую;
- у одной гармоники задать частоту более 2000 Гц;
- у одной гармоники задать частоту не кратную 50 Гц и более 100 Гц.

Особенности моделирования трансформатора в фазных координатах?

- одинаковые продольные и поперечные элементы для всех фаз;
- одинаковые продольные и различные поперечные элементы;
- различные продольные и одинаковые поперечные элементы;
- у крайних фаз одинаковые элементы а у средней меньше.

На каком интервале усредняется информации в Ресурсе

- 1 минута;
- 10 минут;
- 1 секунда;
- 30 минут.

На каком интервале усредняется информации в Урана

- 1 минута;
- 10 минут;
- 1 секунда;
- 30 минут;
- Задается оператором.

Какое количество высших гармоник определяет Chauvin Arnoux

- 10;
- 20;
- 40;
- 100.

Как с помощью Mathcad смоделировать интергармонику?

- у одной гармоники задать частоту менее 50 Гц;
- задать постоянную составляющую;
- у одной гармоники задать частоту более 2000 Гц;
- у одной гармоники задать частоту не кратную 50 Гц и более 100 Гц.

Особенности моделирования трансформатора в фазных координатах?

- одинаковые продольные и поперечные элементы для всех фаз;
- одинаковые продольные и различные поперечные элементы;
- различные продольные и одинаковые поперечные элементы;
- у крайних фаз одинаковые элементы, а у средней меньше.

Какая характеристика генератора важна в моделировании электрических режимов с нелинейной нагрузкой и может не учитываться при построении модели с линейной нагрузкой?

- постоянная инерции;
- номинальное напряжение;
- сопротивление генератора;
- скорость вращения.

Как определить постоянную составляющую напряжения или тока?

- среднеквадратичное значение на периоде;
- среднее значение на периоде;
- минимальное значение на периоде;
- максимальное значение на периоде.

Как соотносятся величины активной мощности при ее определении по всему сигналу или по первой гармонике?

- совпадут;
- по первой гармонике больше;
- по всему сигналу больше;
- не достаточно информации.

Как соотносятся величины реактивной мощности при ее определении по всему сигналу или по первой гармонике?

- совпадут;
- по первой гармонике больше;
- по всему сигналу больше;
- не достаточно информации.

Как определяется направление протекания тока высших гармоник?

- если угол между током и напряжением меньше 0° , то ток протекает от потребителя;
- если угол между током и напряжением больше 0° , то ток протекает от потребителя;
- если модуль угла между током и напряжением больше 90° , то ток протекает от потребителя;
- не достаточно информации.

Какие настройки нужно сделать в Excel, чтобы средствами Matcad было удобнее считывать информацию?

- разделитель дробной части – «.»;
- расширение файла «*.xls»;
- уменьшить число листов;
- все пречисленное.

**Раздел 3. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И ПРОТИВОАВАРИЙНАЯ АВТОМАТИКА**

**Модуль СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Хальясмаа Александра Ильмаровна	Канд. техн. наук, доцент	Доцент	Кафедра «Электротехника», Уральский энергетический институт
2	Игнатъев Данил Андреевич		Ассистент	Кафедра «Автоматизированные электрические системы», Уральский энергетический институт

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И ПРОТИВОАВАРИЙНАЯ АВТОМАТИКА

Таблица 1

Код и наименование компетенций, формируемые с участием дисциплины	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3	4
<p>ПК-11. Способен к монтажу, регулировке, испытаниям, наладке и сдаче в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования</p>	<p>ПК-11.1. Анализирует функционирование систем релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем</p>	<p>ПК-11.1. 3-1. Знает схемы функционирования устройств релейной защиты и автоматики</p> <p>ПК-11.1. У-1. Умеет разрабатывать и анализировать схемы функционирования устройств релейной защиты и автоматики</p>	<p>Практические занятия</p> <p>Зачет</p>
<p>ПК-17. Способен анализировать, систематизировать и обобщать информацию, использовать прикладные программы для обеспечения технологических процессов в электрических сетях и надежного функционирования и эксплуатации электросетевого и генерирующего оборудования</p>	<p>ПК-17.1. Анализирует технологические процессы в электрических сетях с использованием прикладных пакетов программ</p>	<p>ПК-17.1. 3-1. Знает методы математического моделирования технических систем и технологических процессов, методы обработки и анализа данных</p> <p>ПК-17.1. У-1. Умеет использовать прикладные пакеты программ для моделирования технологических процессов в электрических сетях</p>	<p>Практические занятия</p> <p>Зачет</p>

2. ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ, ВКЛЮЧАЯ МЕРОПРИЯТИЯ ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1. Распределение объема времени по видам учебной работы

Таблица 2

№ п/ п	Наименование дисциплины модуля Специальные вопросы разработки и эксплуатации электрооборудования и электротехнических систем	Объем времени, отведенный на освоение дисциплины модуля								
		Аудиторные занятия, час.				Промежуточная аттестация (форма итогового контроля)	Контактная работа (час.)	Самостоятельная работа студента, включая текущую аттестацию (час.)	Всего по дисциплине	
		Занятия лекцион ного типа	Практиче ские работы	Лаборато рные работы	Всего				Час.	Зач. ед.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	Релейная защита и противоаварийная автоматика	18	18	0	36	Экзамен	43,73	64,27	108	3
Всего на освоение дисциплины модуля (час.)									108	3
Итого по модулю:									324	14

2.2. Виды СРС, количество и объем времени на контрольно-оценочные мероприятия СРС по дисциплине

Контрольно-оценочные мероприятия СРС включают самостоятельное изучение материала, подготовку к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля, выполнение и оформление внеаудиторных мероприятий текущего контроля и подготовку к мероприятиям промежуточного контроля.

Таблица 3

№ п/п	Вид самостоятельной работы студента по дисциплине модуля	Количество контрольно-оценочных мероприятий СРС	Объем контрольно-оценочных мероприятий СРС (час.)
1	Подготовка к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля: лекционным, практическим занятиям.		29,5
2	Подготовка к зачету	1	4
3	Самостоятельное изучение материала		30,77
Итого на СРС по дисциплине:			64,27

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,7		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Самостоятельное изучение материала	1 семестр, 3, 5, 7, 11, 13, 15 уч. н.	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,5		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,5		
2. Практические занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических занятий – 0,3		
Текущая аттестация на практических занятиях	Сроки –	Максимальная

	семестр, учебная неделя	оценка в баллах
Самостоятельное изучение материала, выполнение практических работ	1 семестр, 4, 8, 12, 16 уч. н.	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим занятиям–1		
Промежуточная аттестация по практическим занятиям– не предусмотрена Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим занятиям– 0		

3.3. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
2	1

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.3. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Личностные качества	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего

уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.4. Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

Задания по контрольно-оценочным мероприятиям в рамках текущей и промежуточной аттестации должны обеспечивать освоение и достижение результатов обучения (индикаторов) и предметного содержания дисциплины на соответствующем уровне.

5.1. Описание контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

5.1.1. Практические занятия

Номер занятия	Примерный перечень тем практических занятий
1	Расчет защиты ветрогенератора
2	Расчет защиты солнечной электростанции
3	Проектирование локальной системы защиты и автоматики микросети
4	Проектирование централизованной системы защиты и автоматики
5	Расчет защиты линии на постоянном токе

5.1.2. Лабораторные занятия

Не предусмотрено

5.1.3. Курсовая работа / Курсовой проект

Не предусмотрено

5.1.4. Контрольная работа

Не предусмотрено

5.1.5. Домашняя работа

Не предусмотрено

5.1.8. Расчетно-графическая работа

Не предусмотрено

5.1.7. Реферат / эссе / творческая работа

Не предусмотрено

5.1.8. Проектная работа

Не предусмотрено

5.1.9. Деловая (ролевая) игра / Дебаты / Дискуссия / Круглый стол

Не предусмотрено

5.1.10. Кейс-анализ

Не предусмотрено

5.2. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.2.1. Экзамен в форме независимого тестового контроля

НТК по дисциплине модуля не проводится.

5.2.2. Зачет в традиционной форме (устные ответы на вопросы билетов):

1. Назначение релейной защиты (РЗ) и противоаварийной автоматики (ПА).

2. Принципы выполнения и основные требования, предъявляемые к устройствам РЗ.
3. Виды повреждений в ЭЭС. Типы коротких замыканий и ненормальных режимов.
4. Устройство и принцип действия трансформаторов тока (ТТ) и трансформаторов напряжения (ТН).
5. Погрешности ТТ и ТН. Выбор ТТ и ТН для устройств РЗ.
6. Повреждения и ненормальные режимы работы трансформаторов. Защиты силовых трансформаторов.
7. Повреждения и ненормальные режимы работы статора и ротора генератора. Защиты статора и ротора.
8. Повреждения и ненормальные режимы работы сборных шин. Защиты сборных шин.
9. Повреждения и ненормальные режимы работы линий электропередач. Защиты линий.
10. ПА регулирования частоты.
11. ПА регулирования напряжения.
12. ПА – АПВ, АВР – назначение, требования, принципы выполнения.
13. Описание принципов и протоколов работы цифровой подстанции. Передача сигналов и информации на цифровой подстанции.
14. Защита ветряных электростанций.
15. Защита солнечных электростанций.
16. Централизованные системы РЗ и ПА.
17. Локализованные системы РЗ и ПА. РЗ и ПА в изолированных системах.
18. Защита микросетей и современных городских распределителей.
19. Защита линий постоянного тока разных напряжений.
20. Защита сетей постоянного тока.
21. Структура и функции микропроцессорных устройств защиты и автоматики.

**Раздел 3. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА**

**Модуль СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Мудров Михаил Валентинович	Канд. техн. наук	Доцент	Кафедра «Электропривод и автоматизация промышленных установок», Уральский энергетический институт

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Таблица 1.1

Код и наименование компетенций, формируемые с участием дисциплины	Индикаторы достижения компетенции	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
<p>ОПК-5. Способен планировать, организовывать и контролировать работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования и технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности.</p>	<p>ОПК-5. 3-1. Изложить основные нормы и правила, регламентирующие работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем.</p> <p>ОПК-5. 3-2. Объяснить принципы и типовой порядок планирования, организации и контроля выполнения работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем.</p> <p>ОПК-5. 3-3. Перечислить основные разделы документов (технического задания, технических условий и т.п.), в соответствии с которыми выполняются работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем.</p> <p>ОПК-5. У-1. Обосновать детальный план проведения работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем.</p> <p>ОПК-5. У-2. Анализировать задания, распределять и объяснять их работникам коллектива при выполнении работ по созданию, установке и модернизации оборудования, технологических процессов и информационных систем.</p> <p>ОПК-5. У-3. Оценивать исполнение работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем на соответствие регламентам.</p>	<p>Лабораторная работа № 3</p> <p>Круглый стол</p> <p>Экзамен</p>

	<p>ОПК-5. П-1. Самостоятельно составить план работ в целом по этапам создания, установки и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем либо отдельных этапов этой работы.</p> <p>ОПК-5. П-2. Провести контроль выполнения заданий с учетом соответствия регламентам, срокам исполнения и материальным затратам.</p> <p>ОПК-5. Д-1. Демонстрировать требовательность и принципиальность в процессе контроля выполнения заданий.</p>	
--	--	--

Таблица 1.2

Код и наименование компетенций, формируемые с участием дисциплины	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3	4
ПК-17. Способен анализировать, систематизировать и обобщать информацию, использовать прикладные программы для обеспечения технологических процессов в электрических сетях и надежного функционирования и эксплуатации электросетевого и генерирующего оборудования	ПК-17.1. Анализирует технологические процессы в электрических сетях с использованием прикладных пакетов программ.	<p>ПК-17.1. 3-1. Знает методы математического моделирования технических систем и технологических процессов, методы обработки и анализа данных.</p> <p>ПК-17.1. У-1. Умеет использовать прикладные пакеты программ для моделирования технологических процессов в электрических сетях.</p>	<p>Лабораторные работы</p> <p>Экзамен</p>

2. ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ, ВКЛЮЧАЯ МЕРОПРИЯТИЯ ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1. Распределение объема времени по видам учебной работы

Таблица 2

№ п/ п	Наименование дисциплины модуля Специальные вопросы разработки и эксплуатации электрооборудования и электротехнических систем	Объем времени, отведенный на освоение дисциплины модуля								
		Аудиторные занятия, час.				Промежуточная аттестация (форма итогового контроля)	Контактная работа (час.)	Самостоятельная работа студента, включая текущую аттестацию (час.)	Всего по дисциплине	
		Занятия лекцион ного типа	Практиче ские работы	Лаборато рные работы	Всего				Час.	Зач. ед.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	Силовая электроника	18	18	0	36	Экзамен	43,73	64,27	108	108
Всего на освоение дисциплины модуля (час.)									108	108
Итого по модулю:									324	14

2.2. Виды СРС, количество и объем времени на контрольно-оценочные мероприятия СРС по дисциплине

Контрольно-оценочные мероприятия СРС включают самостоятельное изучение материала, подготовку к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля, выполнение и оформление внеаудиторных мероприятий текущего контроля и подготовку к мероприятиям промежуточного контроля.

Таблица 3

№ п/п	Вид самостоятельной работы студента по дисциплине модуля	Количество контрольно-оценочных мероприятий СРС	Объем контрольно-оценочных мероприятий СРС (час.)
1	Подготовка к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля: лекционным, практическим занятиям.		19,5
2	Подготовка к круглому столу	1	5
3	Подготовка к зачету	1	18
4	Самостоятельное изучение материала		21,77
Итого на СРС по дисциплине:			64,27

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Самостоятельное изучение материала	1 семестр, 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17 уч. н.	60
Круглый стол	1 семестр, 5, 7 уч. н.	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,5		

Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,5		
2. Практические занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических занятий – 0,4		
Текущая аттестация на практических занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Самостоятельное изучение материала, выполнение практических работ	1 семестр, 4, 8, 12, 16 уч. н.	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим занятиям–1		
Промежуточная аттестация по практическим занятиям– не предусмотрена Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим занятиям– 0		

3.3. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
1	1

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.4. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.

Личностные качества	<p>Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов.</p> <p>Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения.</p> <p>Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.</p>
---------------------	---

4.5. Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

Задания по контрольно-оценочным мероприятиям в рамках текущей и промежуточной аттестации должны обеспечивать освоение и достижение результатов обучения (индикаторов) и предметного содержания дисциплины на соответствующем уровне.

5.1. Описание контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

5.1.1. Практические занятия

Номер занятия	Примерный перечень тем практических занятий
1	Изучение полупроводниковых элементов и их свойств в среде Falstad.
2	Изучение базовых схем на основе полупроводниковых силовых приборов в среде Falstad.
3	Построение модели транзисторного преобразователя постоянного тока в среде Matlab Simulink/SimPower Systems. Изучение работы преобразователя с регулированием напряжения ШИМ.
4	Построение модели транзисторного преобразователя переменного тока в среде Matlab Simulink/SimPower Systems. Изучение работы преобразователя с регулированием от синусоидальной ШИМ.
5	Изучение силовой платы транзисторного преобразователя и поиск неисправности на плате.

5.1.2. Лабораторные занятия

Не предусмотрено

5.1.3. Курсовая работа / Курсовой проект

Не предусмотрено

5.1.4. Контрольная работа

Не предусмотрено

5.1.5. Домашняя работа

Не предусмотрено

5.1.9. Расчетно-графическая работа

Не предусмотрено

5.1.7. Реферат / эссе / творческая работа

Не предусмотрено

5.1.8. Проектная работа

Не предусмотрено

5.1.9. Круглый стол

Примерные задания для подготовки к круглому столу:

подготовить презентацию и краткий доклад по теме

1. Современные топологии силовых цепей транзисторных преобразователей постоянного тока.
2. Современные топологии силовых цепей транзисторных преобразователей переменного тока.
3. Современные полупроводниковые силовые приборы.
4. Активные выпрямители в транзисторных преобразователях.
5. Сравнение транзисторных преобразователей переменного тока популярных производителей. Основные сходства и отличия.
6. Принцип работы тормозного модуля транзисторного преобразователя. Как рассчитать элементы модуля.

7. Варианты построения блоков питания собственных нужд преобразователей.
8. Принцип формирования напряжения на выходе транзисторного преобразователя переменного тока.
9. Принцип формирования напряжения на выходе тиристорного преобразователя переменного тока.
10. Принцип формирования напряжения на выходе транзисторного преобразователя постоянного тока.
11. Принцип формирования напряжения на выходе тиристорного преобразователя постоянного тока.

5.1.10. Кейс-анализ

Не предусмотрено

5.2. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.2.1. Экзамен в форме независимого тестового контроля

НТК по дисциплине модуля не проводится.

5.2.2. Экзамен в традиционной форме: устные ответы на вопросы экзаменационных билетов

Список примерных вопросов

6. Автономный инвертор напряжения. Трехфазная схема. Принцип работы.
7. Принципы формирования широтно-импульсной модуляции. Формирование управляющих сигналов для транзисторов.
8. Особенности схемы неуправляемого выпрямителя для АИН. Организация торможения. Процессы в звене постоянного тока.
9. Преобразователи постоянного тока с широтно-импульсной модуляцией. Одноключевой ШИП. Принцип работы. Графики процессов.
10. Трехфазный тиристорный преобразователь напряжения. Схема преобразователя. Принцип работы. Графики процессов.
11. Диод. Свойства, вольт-амперные характеристики.
12. Тиристор. Свойства, вольт-амперные характеристики.
13. Транзисторы. Свойства, вольт-амперные характеристики.
14. Обратногодвой импульсный блок питания. Принцип работы.
15. Цепи управления транзисторными ключами в силовых транзисторных преобразователях.
16. Типовые неисправности в силовых транзисторных преобразователях.
17. Особенности схемы неуправляемого выпрямителя для АИН. Фильтры в звене постоянного тока. Процессы в звене постоянного тока.
18. Преобразователи постоянного тока с широтно-импульсной модуляцией. Четырехключевой ШИП. Принцип работы. Графики процессов.
19. Транзисторные преобразователи постоянного тока. Варианты построения, варианты применения.
20. Активный выпрямитель. Схема. Принцип работы. Основные достоинства и недостатки.

**Раздел 3. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
ТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОФИЗИКА ВЫСОКИХ НАПРЯЖЕНИЙ**

**Модуль СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Хальясмаа Александра Ильмаровна	Канд. техн. наук, доцент	Доцент	Кафедра «Электротехника», Уральский энергетический институт
2	Поповцев Владислав Викторович		Ведущий инженер	Кафедра «Электротехника», Уральский энергетический институт

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ ТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОФИЗИКА ВЫСОКИХ НАПРЯЖЕНИЙ

Таблица 1

Код и наименование компетенций, формируемые с участием дисциплины	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3	4
ПК-14. Способен разрабатывать планы, программ и методик проведения испытаний электротехнических и электроэнергетических устройств и систем	ПК-14.1. Разрабатывает планы, программы и методики проведения испытаний высоковольтного оборудования.	<p>ПК-14.1. 3-1. Знает принципы электрофизических процессов в изоляции высоковольтного электрооборудования, методы испытаний и контроля ее состояния.</p> <p>ПК-14.1. У-1. Умеет составлять методику испытаний и производить оценку электрической прочности изоляции.</p>	<p>Практические занятия</p> <p>Экзамен</p>
ПК-16. Способен контролировать выполнение требований охраны труда и качество работ по эксплуатации и ремонту объектов электроэнергетических устройств и систем	ПК-16.1. Планирует перечень организационных мероприятий для безопасного проведения работ в электроустановках.	<p>ПК-16.1. 3-1. Знает правила по охране труда при эксплуатации электроустановок, Правила устройства электроустановок, Объемы и нормы испытаний электрооборудования.</p> <p>ПК-16.1. У-1. Умеет формировать перечень организационных мероприятий по обеспечению безопасного проведения работ в электроустановках.</p>	<p>Практические занятия</p> <p>Экзамен</p>

2. ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ, ВКЛЮЧАЯ МЕРОПРИЯТИЯ ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1. Распределение объема времени по видам учебной работы

Таблица 2

№ п/ п	Наименование дисциплины модуля Специальные вопросы разработки и эксплуатации электрооборудования и электротехнических систем	Объем времени, отведенный на освоение дисциплины модуля								
		Аудиторные занятия, час.				Промежуточная аттестация (форма итогового контроля)	Контактная работа (час.)	Самостоятельная работа студента, включая текущую аттестацию (час.)	Всего по дисциплине	
		Занятия лекцион ного типа	Практиче ские работы	Лаборато рные работы	Всего				Час.	Зач. ед.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	Техника и электрофизика высоких напряжений	18	18	0	36	Экзамен	43,73	64,27	108	108
Всего на освоение дисциплины модуля (час.)										108
Итого по модулю:									324	14

2.2. Виды СРС, количество и объем времени на контрольно-оценочные мероприятия СРС по дисциплине

Контрольно-оценочные мероприятия СРС включают самостоятельное изучение материала, подготовку к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля, выполнение и оформление внеаудиторных мероприятий текущего контроля и подготовку к мероприятиям промежуточного контроля.

Таблица 3

№ п/п	Вид самостоятельной работы студента по дисциплине модуля	Количество контрольно-оценочных мероприятий СРС	Объем контрольно-оценочных мероприятий СРС (час.)
1	Подготовка к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля: лекционным, практическим занятиям.		21,5
2	Подготовка к экзамену	1	18
3	Самостоятельное изучение материала		24,77
Итого на СРС по дисциплине:			64,27

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Самостоятельное изучение материала	2 семестр, 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17 уч. н.	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,5		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,5		
2. Практические занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических занятий – 0,4		

Текущая аттестация на практических занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Самостоятельное изучение материала, выполнение практических работ	2 семестр, 4, 8, 12, 16 уч. н.	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим занятиям–1		
Промежуточная аттестация по практическим занятиям– не предусмотрена		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим занятиям– 0		

3.3. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
2	1

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.5. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Личностные качества	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения.

	Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.
--	--

4.6. Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительн о (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворител ьно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

Задания по контрольно-оценочным мероприятиям в рамках текущей и промежуточной аттестации должны обеспечивать освоение и достижение результатов обучения (индикаторов) и предметного содержания дисциплины на соответствующем уровне.

5.1. Описание контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

5.1.1. Практические занятия

Номер занятия	Примерный перечень тем практических занятий
1	Расчет коэффициента использования генератора импульсных напряжений
2	Приближённая качественная оценка окупаемости высоковольтной испытательной лаборатории
3	Расчёт напряжения искрового пробоя для шаровых разрядников заданных геометрических параметров
4	Расчёт напряжённости электрического поля простейших электродных конфигураций: шар-шар, шар-плоскость, два параллельных цилиндрических провода
5	Расчёт электрического поля простейших электродных конфигураций с учётом внесения экранов
6	Оценка потерь энергии на коронирование проводов ЛЭП заданной конфигурации
7	Оценка возникновения теплового и электрического пробоев в газовом диэлектрике при заданных начальных параметрах

5.1.2. Лабораторные занятия

Не предусмотрено

5.1.3. Курсовая работа / Курсовой проект

Не предусмотрено

5.1.4. Контрольная работа

Не предусмотрено

5.1.5. Домашняя работа

Не предусмотрено

5.1.10. Расчетно-графическая работа

Не предусмотрено

5.1.7. Реферат / эссе / творческая работа

Не предусмотрено

5.1.8. Проектная работа

Не предусмотрено

5.1.9. Деловая (ролевая) игра / Дебаты / Дискуссия / Круглый стол

Не предусмотрено

5.1.10. Кейс-анализ

Не предусмотрено

5.2. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.2.1. Экзамен в форме независимого тестового контроля

НТК по дисциплине модуля не проводится.

5.2.2. Зачет в традиционной форме: устные ответы на вопросы билетов

Список примерных вопросов

1. Основное высоковольтное оборудование электроэнергетической системы: виды, классификация.
2. Производство и передача электрической энергии на постоянном и переменном токах на расстояния. Существующие проблемы и пути решения.
3. Основные принципы получения высокого постоянного напряжения. Трудности реализации.
4. Основные принципы получения высокого переменного напряжения. Трудности реализации.
5. Преобразователь и инвертор напряжения. Принципы работы.
6. Испытательный трансформатор. Типы конструкций, предназначение и ограничения.
7. Генератор импульсных напряжений. Принцип работы. Коэффициент использования.
8. Напряжение пробоя изоляционных материалов. Способы увеличения напряжения пробоя.
9. Способы регулирования напряжённости электрического поля изоляционных конструкций.
10. Численные методы расчёта электрических полей: виды и области применения.
11. Ионизационные процессы в газе. Типы ионизации.
12. Лавина электронов. Образование лидера и стримеров. Механизм развития.
13. Понятие самостоятельного пробоя. Условия наступления самостоятельного разряда.
14. Закон Пашена.
15. Коронный разряд: условия и механизм образования.
16. Искровой разряд: механизм развития.
17. Дуговой разряд: механизм развития.
18. Способы гашения дуги переменного тока.
19. Способы гашения дуги постоянного тока.
20. Основные характеристики электрической дуги постоянного тока.
21. Основные характеристики электрической дуги переменного тока.
22. Особенности развития дугового разряда в дугогасительной камере высоковольтного выключателя переменного тока.
23. Особенности развития дугового разряда в дугогасительной камере высоковольтного выключателя постоянного тока.
24. Процессы, протекающие в створе дуги.
25. Электрический пробой. Возникновение и способы избегания.
26. Тепловой пробой. Возникновение и способы избегания.
27. Частичные разряды в диэлектриках. Механизм развития, классификация и источники развития.
28. Система уравнений Максвелла: физический смысл и интерпретация.
29. Волновые процессы в ЛЭП. Процессы преломления и отражения волн.

30. Волновые процессы в кабельных линиях. Процессы преломления и отражения волн.
31. Классификация перенапряжений и способы борьбы с ними.
32. Основные причины коммутационных перенапряжений.
33. Механизм развития грозового разряда.
34. Лабораторные испытания при высоких напряжениях: схемы, цели и виды испытаний.