Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Факультет атомной энергетики и технологий
Кафедра «Атомная энергетика»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «Электромагнитная совместимость и качество электроэнергии»

Направления подготовки
«13.03.02. Электроэнергетика и электротехника»

Основная профессиональная образовательная программа
«Электроснабжение»

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Заочная

Балаково

Цель освоения дисциплины

Целью дисциплины являются:

- формирование у студентов прочной теоретической базы по анализу, расчету качества электрической энергии в электроэнергетических системах;

- изучения влияния качества электрической энергии на режимы работы электротехнического оборудования, усвоение практических методов расчета и анализа режимов работы энергосистемы с учетом качества электрической энергии;

- формирование у обучающихся знаний и умений в оценке природы возникновения факторов несовместимости работы электротехнических устройств, локализации их и обеспечение рациональной эксплуатации систем электроснабжения.

Задачами дисциплины являются:

- изучение студентами влияния качества электроэнергии на работу электро-приемников и электромагнитной совместимости, контроля за качеством электроэнергии промышленных установок;

- изучение методов повышения качества электроэнергии.

Профессиональные стандарты:

- «16.147. Специалист по проектированию систем электроснабжения объектов капитального строительства».

- «20.041. Работник по оперативно-технологическому управлению в электрических сетях».

- «24.089. Специалист в области электротехнического обеспечения атомной станции».

Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Электромагнитная совместимость и качество электроэнергии» является дисциплиной по выбору студентов вариативной части профессионального модуля учебного плана, составленного в соответствии с образовательным стандартом по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (Основная профессиональная образовательная программа «Электроснабжение») и изучается студентами на четвертом году обучения в восьмом семестре.

Для освоения дисциплины «Электромагнитная совместимость и качество электроэнергии» необходимы знание, умение и владение материалом по предшествующим дисциплинам «Теоретические основы электротехники»; «Электроника».

Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы при осуществлении профессиональной деятельности бакалавра, выполнении выпускной квалификационной работы.

Изучение дисциплины «Электромагнитная совместимость и качество электроэнергии» направлено на формирование у студентов трудовых функций:

- B/02.6. Разработка текстовой и графической частей проектной документации системы электроснабжения объектов капитального строительства.

- E/01.6. Организация и контроль выполнения функций по оперативно-технологическому управлению.

- D/03.6. Разработка мероприятий по продлению сроков эксплуатации, модернизации и техническому переоснащению АС.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции:

профессиональные

Задачи профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Участие в расчетах и проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования; проведение предварительного технико-экономического обоснования проектных решений	Электрические станции и подстанции; электроэнергетические системы и сети; системы электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, транспортных систем и их объекты	ПК-1 Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические и экологические требования	З-ПК-1 Знать: методы разработки технической документации и нормативную базу для составления информационных обзоров, рецензий, отзывов, заключений на техническую документацию У-ПК-1 Уметь: осуществлять взаимодействие с проектными, конструкторскими организациями и организациями изготовителями электро-технического оборудования, выполнять анализ проектной документации В-ПК-1 Владеть: навыками использования типовых проектов и анализ применимости указанного в проекте электро-технического оборудования для объекта профессиональной деятельности
Организация, обеспечение заданных диспетчерских графиков и соблюдение надежности и экономичности режимов работы	Электрические станции и подстанции; электроэнергетические системы и сети; системы электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, транспортных систем и их объекты	ПК-6 Способен осуществлять изменение схем соединений сети и управлять режимами работ электрооборудования в нормальных и аварийных режимах	З-ПК-6 Знать: порядок производства оперативных переключений и ведения оперативных переговоров; ликвидации технологических нарушений в электрической части; характерные неисправности и повреждения ЭТО, способы их предупреждения, определения и устранения У-ПК-6 Уметь: осуществлять оперативные переговоры и оформлять оперативную документацию; контролировать режимы работы турбогенераторов, трансформаторов, автотрансформаторов и шунтирующих реакторов, а также производить изменения в схемах электрических соединений объекта

			профессиональной деятельности В-ПК-6 Владеть: навыками работы с современными системами управления, сбора и передачи данных, постоянного мониторинга состояния оборудования, параметров его режима работы и их анализа
Участие в расчетах и проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования; проведение предварительного технико-экономического обоснования проектных решений	Электрические станции и подстанции; электроэнергетические системы и сети; системы электроснабжения промышленных предприятий и их объекты	ПК-7.1 Способен анализировать и рассчитывать режимы работы, принимать участие в проектировании, модернизации и реконструкции объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием	З- ПК-7.1 Знать: основы проектирования систем электроснабжения промышленных предприятий и их объектов; алгоритм выбора номинальных напряжений, выбора конфигурации сети и оборудования электрических сетей при их модернизации и реконструкции; методы расчета режимов электрических сетей промышленных предприятий и их объектов У-ПК-7.1 Уметь: производить выбор электрооборудования систем электроснабжения промышленных предприятий и их объектов; рассчитывать технико-экономические показатели систем электроснабжения; выбирать оптимальный вариант схемы электрической сети; рассчитывать параметры нормальных и послеаварийных режимов систем электроснабжения объектов профессиональной деятельности; работать с нормативной и справочной документацией. В-ПК-7.1 Владеть: навыками выбора электрооборудования систем электроснабжения промышленных предприятий и их объектов; навыками расчета технико-экономичес-ких показателей систем электроснабжения; навыками работы с нормативной и справочной документацией; навыками анализа результатов расчета режимов работы систем электроснабжения объектов профессиональной деятельности.

Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины реализуются следующие задачи воспитания:

Направление/ цели	**Создание условий, обеспечивающих**	**Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин**	**Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность**
Профессиональное воспитание	- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения **(В18)**	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.	1.Организация научно-практических конференций, круглых столов, встреч с ведущими специалистами предприятий экономического сектора города по вопросам технологического лидерства России. 2. Участие в подготовке публикаций в высокорейтинговых рецензируемых научных изданиях

Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в 8-ом семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 ак. часа.

Календарный план

№ Раздела	**№ Темы**	**Наименование раздела (темы) дисциплины**	**Виды учебной деятельности (в часах)**					**Аттестация раздела (форма*)**	**Максимальный балл за раздел****
			Всего	**Лекции**	**Лабораторные**	**Практические**	**СРС/КРС**		
1	1	Сущность проблемы электромагнитной несовместимости	17	2			15	Т	15
	2	Качество электроэнергии	17/1	1		1/1	15		
2	3	Режимы систем электроснабжения с нелинейными нагрузками	53	1		2	50	Т	20
	4	Режимы систем электроснабжения с	23	1		2	20		

		несимметричными и резко переменными нагрузками							
3	5	Снижение уровней электромагнитной несовместимости питающей сети и электроприемников	34/1	1		1/1	32	Т	15
Вид промежуточной аттестации			**144/2**	**6**		**6/2**	**132**	**Э**	**50**

* - сокращенное наименование формы контроля

** - сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращенное наименование форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	**Полное наименование**
Т	Тестирование
Э	Экзамен

Содержание лекционного курса

Темы лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	**Всего часов**	**Учебно-методическое обеспечение**
1	**2**	**3**
Лекция 1. Нормирование показателей, характеризующих несинусоидальные режимы. Влияние высших гармоник на силовое электрооборудование, системы релейной защиты, автоматики, телемеханики и связи. Потери от высших гармоник в электрических машинах, трансформаторах и конденсаторах. Ущерб, обусловленный не синусоидальностью напряжений и токов.	2	1-6
Лекция 2. Показатели качества электроэнергии и их нормирование (отклонения и колебания частоты; отклонения напряжения; колебания напряжения - размах изменения напряжения, доза колебания напряжения, частота изменения напряжения, интервал времени между изменениями напряжения, глубина провала напряжения, интенсивность провалов напряжения, длительность импульса напряжения; не симметрия напряжения трехфазной сети; не синусоидальность напряжения и другие параметры). Измерение и расчет параметров качества электроэнергии. Регулирование напряжения (изменением добавочного напряжения; изменением продольной и поперечной составляющих падения напряжения за счет регулирования потока реактивной мощности в питающих и распределительных линиях электрической сети; изменением напряжения в питающей сети энергосистемы; изменением схемы электрической сети). Симметрирование нагрузок.	1	1-6
Лекция 3. Нелинейные нагрузки и высшие гармоники напряжения и тока в промышленных электрических сетях. Вентильные преобразователи. Дуговые сталеплавильные печи. Сварочные нагрузки. Печи сопротивления с тиристорным регулированием. Реакторы с тиристорным регулированием.	1	1-6

Лекция 4. Характеристика несимметричных режимов электрических систем. Многофазные сети электроснабжения промпредприятий при не симметрии нагрузки. Влияние несимметричных нагрузок на режимы работы электроприемников. Отклонения и колебания напряжения при работе резко переменных нагрузок. Колебания частоты при работе резко переменных нагрузок. Дуговые сталеплавильные печи в системах электроснабжения. Вентильные преобразователи прокатных станов в системах электроснабжения.	1	1-6
Лекция 5. Фильтры высших гармоник в сети, питающей нелинейную нагрузку. Параллельная работа силовых фильтров высших гармоник. Батареи конденсаторов в сетях с высшими гармониками. Симметрирование напряжения и электрических нагрузок. Компенсирующие устройства для уменьшения колебаний напряжения. Централизованное, местное и автоматическое регулирование напряжения в промышленных электрических сетях.	1	1-6

Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	**2**	**3**
Исследование медленного изменения напряжения	1	1-6
Исследование колебаний напряжения и фликера	2	1-6
Исследование несинусоидального напряжения	2	1-6
Исследование несимметричности напряжения	1	1-6

Перечень лабораторных работ – не предусмотрены учебным планом

Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	**2**	**3**
Сущность проблемы электромагнитной несовместимости	15	1-6
Качество электроэнергии	15	1-6
Режимы систем электроснабжения с нелинейными нагрузками	50	1-6
Режимы систем электроснабжения с несимметричными и резко переменными нагрузками	20	1-6
Снижение уровней электромагнитной несовместимости питающей сети и электроприемников	32	1-6

Расчетно-графическая работа не предусмотрена учебным планом

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом

Образовательные технологии

В соответствии с требованиями образовательного стандарта НИЯУ МИФИ по

направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий:

1) разбор конкретных ситуаций при решении задач по контрольным заданиям;

2) разбор конкретных ситуаций при проведении лекционных занятий, в том числе в форме коллоквиумов;

3) внеаудиторную работу в рамках текущих внеаудиторных консультаций с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

В рамках учебных курсов могут быть предусмотрены встречи с представителями компаний, университетов, государственных и общественных организаций, мастер-классы экспертов и специалистов.

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине «Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах»:

1) самостоятельная работа студентов с использованием информационной справочной системы ИОС;

2) активная работа с современными пакетами прикладных программ для обработки результатов экспериментальных данных.

Практическая подготовка при реализации учебной дисциплины организуется путем проведения практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка также включает в себя занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью

Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Наименование оценочного средства
Входной контроль			
1	Входной контроль		Вопросы входного контроля (устно)
Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости			
1	Сущность проблемы электромагнитной несовместимости и качества электроэнергии	З-ПК-1, З-ПК-6, З-ПК-7.1; У-ПК-1, У-ПК-6, У-ПК-7.1, В-ПК-1, В-ПК-6, В-ПК-7.1,	Тест 1
2	Режимы систем электроснабжения с нелинейными нагрузками и с несимметричными и резко переменными	З-ПК-1, З-ПК-6, З-ПК-7.1; У-ПК-1, У-ПК-6, У-ПК-7.1, В-ПК-1, В-ПК-6, В-ПК-7.1,	Тест 2

	нагрузками		
3	Снижение уровней электромагнитной несовместимости питающей сети и электроприемников	З-ПК-1, З-ПК-6, З-ПК-7.1; У-ПК-1, У-ПК-6, У-ПК-7.1, В-ПК-1, В-ПК-6, В-ПК-7.1,	Тест 3
Промежуточная аттестация			
1	Экзамен	З-ПК-1, З-ПК-6, З-ПК-7.1; У-ПК-1, У-ПК-6, У-ПК-7.1, В-ПК-1, В-ПК-6, В-ПК-7.1,	Вопросы к экзамену (письменно)

Оценочные средства для входного контроля представляют собой вопросы, которые задаются студентам в устной форме.

В качестве оценочного средства текущего контроля используются устный и письменный опрос, выполнение практических контрольных заданий.

В качестве оценочного средства аттестации раздела используются тесты Т1 и Т2.

При заочной форме обучения в качестве оценочного средства аттестации раздела используется также контрольная работа.

Контрольная работа – средство проверки умений применять полученные знания для выполнения заданий по теме или разделу. Выполняется по индивидуальному заданию.

Для промежуточной аттестации предусмотрены экзаменационные вопросы.

По итогам обучения выставляется экзамен.

Вопросы входного контроля

1. Понятие электрической энергосистемы.
2. Воздушные линии электропередач.
3. Кабельные линии электропередач.
4. Конфигурация сетей
5. Категории потребителей.
6. Оборудование подстанций: ОРУ, трансформатор, ЗРУ.
7. Коммутационные аппараты распределительных устройств.
8. Регулирование напряжения сети.
9. Нагрузки и потребители ЭЭС и их характеристика

Оценочные средства текущего контроля

Текущий контроль проводится по каждой теме практического занятия с целью определения уровня самостоятельной работы студента над учебными материалами дисциплины. Результаты текущего контроля влияют на рейтинг студента. Проводится по результатам выполнения и защиты практических занятий, на основании решения студентами самостоятельных работ.

Оценочные средства аттестации разделов

Тест- 1 Сущность проблемы электромагнитной несовместимости и качества электроэнергии

1.1.Вопрос. Каким документом регламентируются нормы показателей качества электроэнергии.

Ответы. 1. Гражданским кодексом.
2. Правилами устройства электроустановок.
3. ГОСТ

4. Правилами технической эксплуатации.

Правильный ответ: 3

1.2. Вопрос. Требования ГОСТ для величины установившегося отклонения напряжения..

Ответы. 1. Uу н = 5% Uном Uпред =5% Uном.

2. Uу н = 5% Uном Uпред =10% Uном.

3. Uу н= 10% Uном Uпред =10% Uном.

4. Uу н= 1% Uном Uпред = 5% Uном.

Правильный ответ: 2

1.3. Вопрос. Требования ГОСТ для величины коэффициента несинусоидальности напряжения Ku при номинальном напряжении Uн=0,38кВ

Ответы 1. Ku норм.=8,0 и Ku пред. = 12,0

2. Ku норм =4,0 Ku пред. = 6,0

3. Ku норм. = 10,0 Ku пред = 15,0

4. Ku норм. =5,0 Ku пред. = 10,0

Правильный ответ: 1

1.4. Вопрос. Требования ГОСТ для величины а)коэффициента не симметрии напряжения по обратной последовательности К2u и б) коэффициента не симметрии напряжения по нулевой последовательности К0u

Ответы 1. а)К2u н = 2% К2u пред. = 4% б) К0u н = 2% К0u пред.=4%.

2. а)К2u н = 1% К2u пред. = 2% б) К0u н = 1% К0u пред.=2%.

3. а)К2u н = 4% К2u пред. = 6% б) К0u н = 4% К0u пред.=6%.

4. а)К2u н = 5% К2u пред. = 10% б) К0u н = 5% К0u пред.=10%.

Правильный ответ: 1

1.5. Вопрос. Требования ГОСТ для величины отклонения частоты □f

Ответы 1. f н = 0,2 Гц f пред. =0,4Гц.

2. f н =0,2% f пред. 0,4%

3. f н = 0,5Гц f пред = 1,0Гц.

4. f н = 0,5% f пред = 1,0%.

Правильный ответ: 1

1.6. Вопрос. Влияние увеличения уровня напряжения на работу электроприемников

а) электроосвещения, б) электродвигателей.

Ответы. 1. а) срок службы ламп накаливания увеличивается б) ротор перегревается

2. а) срок службы ламп накаливания уменьшается б) статор перегревается

3. а) срок службы ламп накаливания уменьшается б) ротор перегревается

4. а) срок службы ламп накаливания увеличивается б) статор перегревается

Правильный ответ: 2

1.7. Вопрос. Влияние уменьшения уровня напряжения на работу электроприемников

а) электроосвещения, б) электродвигателей.

Ответы.

1 а) срок службы ламп накаливания увеличивается б) статор перегревается

2. а) срок службы ламп накаливания увеличивается, световой поток уменьшается б) ротор перегревается, пусковой момент уменьшается.

3. а) срок службы ламп накаливания уменьшается, световой поток уменьшается б) ротор перегревается, пусковой момент увеличивается.

4. а) срок службы ламп накаливания уменьшается, световой поток увеличивается б) статор перегревается, пусковой момент уменьшается.

Правильный ответ: 2

2.8. Вопрос. Комплекс мероприятий по снижению отклонения напряжения

Ответы 1. Регулировка напряжения.

2. Стабилизация напряжения.

3. Компенсация реактивной энергии.

4. Подключение добавочного напряжения.

Правильный ответ: 1

2.9. Вопрос. Комплекс мероприятий по снижению колебания напряжения

Ответы

1. Регулировка напряжения.

2. Стабилизация напряжения.

3. Компенсация реактивной энергии.

4. Подключение добавочного напряжения

Правильный ответ: 2

2.10. Вопрос. Какие мероприятия позволяют уменьшить отклонение напряжения до допустимой величины □ Uy.

Ответы:

1. Установка фильтров высших гармоник.

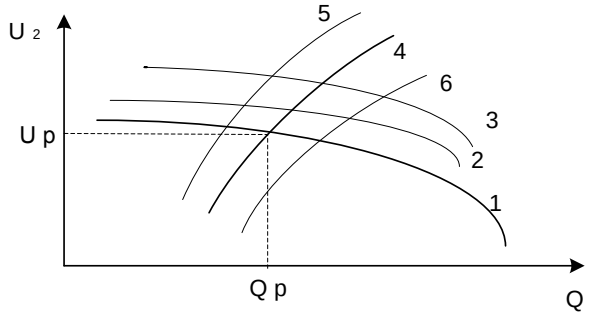
2. Установка реакторов.

3. Компенсация реактивной энергии.

4. Компенсация реактивной энергии и подключение добавочного напряжения.

Правильный ответ:4

2.11. Вопрос. Зависимость а) уровня напряжения от потребляемой реактивной мощности U 2 = f (Q), б) потребляемой реактивной мощности от уровня напряжения Q = f (U 2)



Ответы 1. а) Графики 1,2,3. б) Графики 4,5,6.

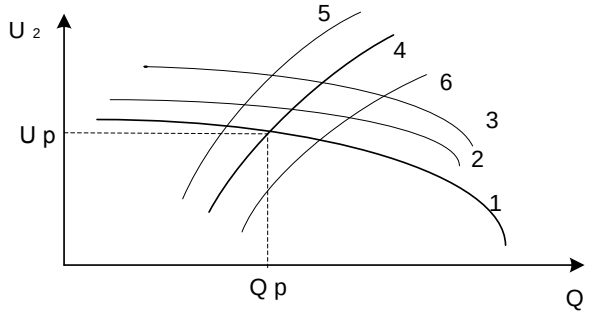
2. а) Графики 4,5,6 б) Графики 1,2,3.

3. а) График 1 б) График 2

4. а) График 4 б) График 5

Правильный ответ: 1

2.12. Вопрос. Графики, зависимости уровня напряжения от потребляемой реактивной мощности U 2 = f (Q) и потребляемой реактивной мощности от уровня напряжения Q = f (U 2), построенные а) при увеличении U доб. б) при изменении Q ку



Ответы 1. а) Графики 2,3. б) Графики 5,6.

2. а) Графики 5,6 б) Графики 2,3.

3. а) График 1 б) График 2

4. а) График 4 б) График 5

Правильный ответ: 1

2.13. Вопрос. Влияние колебания напряжения Ut на работу электроприемников

Ответы. 1. Срок службы ламп накаливания увеличивается, срок службы электродвигателей уменьшается.

2. Срок службы ламп накаливания уменьшается, срок службы электродвигателей увеличивается

3. Мерцание ламп освещения, нарушение работы средств связи и телевидения.

4. Уменьшение светового потока ламп освещения.

Правильный ответ: 3

2.14. Вопрос. Какие электроприемники создают в сети колебания напряжения Ut .

Ответы. 1. Электродвигатели.

2. Нелинейная нагрузка (выпрямители)

3. Резко переменная нагрузка (дуговые сталеплавильные печи, прокатные станы и т.п.).

4. Электроосвещение.

Правильный ответ: 3

2.15. Вопрос. Какие устройства позволяют уменьшить размах колебания напряжения до допустимой величины Ut .

Ответы. 1. Фильтры.

2. Реакторы

3. Батареи конденсаторов

4. Синхронные компенсаторы и статические компенсирующие устройства.

Правильный ответ: 4

2.16. Вопрос. Из чего состоят статические компенсирующие устройства (для компенсации колебаний напряжения) прямой компенсации.

Ответы. 1. Фильтров.

2. Реакторов.

3. Батареи конденсаторов и фильтров высших гармоник.

4. Фильтров высших гармоник.

Правильный ответ: 3

2.17. Вопрос. Из чего состоят статические компенсирующие устройства (для компенсации колебаний напряжения) косвенной компенсации.

Ответы. 1. Фильтры и реакторы.

2. Плавно регулируемый реактор и нерегулируемые батареи конденсаторов или фильтры высших гармоник

3. Батареи конденсаторов и фильтры высших гармоник.

4. Фильтры высших гармоник.

Правильный ответ: 2

2.18. Вопрос. Источники не симметрии напряжения и токов при а) продольной и б) поперечной не симметрии.

Ответы: 1. а) не симметрия источников тока, б) не симметрия нагрузки.

2. а) не симметрия нагрузки, б) не симметрия источников тока.

3. а) не симметрия емкостей, б) не симметрия индуктивностей.

4. а) не симметрия индуктивностей, б) не симметрия емкостей.

Правильный ответ: 1

2.19. Вопрос. Влияние не симметрии напряжения и токов на работу электродвигателей.

Ответы: 1. Нагрев двигателей.

2. Вибрация двигателей.

3. Создание противодействующего момента на валу.

4. Все вышеперечисленное.

Правильный ответ: 4

2.20. Вопрос. Какие мероприятия позволяют уменьшить не симметрию напряжения и токов у потребителя.

Ответы: 1. Равномерное распределение нагрузок по фазам.

2. Включение батарей конденсаторов.

3. Включение индуктивностей и емкостей в ненагруженные фазы.

4. Равномерное распределение нагрузок по фазам и включение индуктивностей и емкостей в ненагруженные фазы.

Правильный ответ: 4

2.21. Вопрос. Источники не синусоидальности напряжения.

Ответы: 1. Электронагреватели.

2. Электроосвещение

3. Батареи конденсаторов

4. Вентильные преобразователи.

Правильный ответ: 4

2.22. Вопрос. Появление резонанса в сетях с высшими гармониками.

Ответы: 1. При включении батарей конденсаторов.
2. При отключении батарей конденсаторов.
3. При включении трансформаторов.
4. При включении реакторов.

Правильный ответ: 1

2.23. Вопрос. Устройства для уменьшения не синусоидальности напряжения.

Ответы: 1. Батареи конденсаторов.
2. Реакторы.
3. Фильтры.
4. Трансформаторы.

Правильный ответ: 3

2.24. Вопрос. Рекомендуемые мероприятия по уменьшению колебаний частоты.

Ответы: 1. Увеличение мощности короткого замыкания трансформатора.
2. Увеличение мощности батарей конденсаторов.
3. Увеличение мощности реакторов.
4. Увеличение мощности нагрузки.

Правильный ответ: 1,2

2.25. Вопрос. Какими приборами осуществляется контроль всех показателей качества электроэнергии

Ответы: 1. Амперметром
1. Вольтметром
2. Анализатором высших гармоник
3. Информационно-вычислительным комплексом

Правильный ответ №4.

Тест- 2 Режимы систем электроснабжения с нелинейными нагрузками и с несимметричными и резко переменными нагрузками

2.1. Вопрос. Каких режимов нейтрали **нет.**

Ответы.

1. Глухозаземленная нейтраль
2. Глухо изолированная нейтраль.
3. Эффективно заземленная нейтраль.
4. Изолированная нейтраль

Правильный ответ: 2

2.2. Вопрос. Что означают буквы I и T в обозначениях токоведущих проводников в зависимости от их конфигурации. Первая буква.

Ответы.

1. I - изолированная нейтраль, T – отсутствует соединение с землей.
2 I - соединение с землей, T - непосредственное соединение с землей.

3 I - токоведущие части изолированы от земли, T – прямая связь нейтрали с землей.

4. I - заземленная нейтраль, T – изолированная нейтраль.

Правильный ответ: 3

2.3. Вопрос Что означают буквы T и N в обозначениях токоведущих проводников в зависимости от их конфигурации. Вторая буква

Ответы.

1. T – Отсутствует соединение с проводящих частей с землей, N- непосредственное соединение токопроводящих частей с землей.

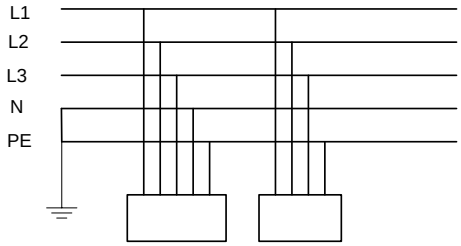
2. T - непосредственное соединение с землей, N – соединение проводящих частей с с помощью PE или PE N – проводника.

3. T – изолированная нейтраль , N - соединение с проводящих частей с землей отсутствует,

4. T – заземленная нейтраль, N – изолированная нейтраль.

Правильный ответ: 2

2.4. Вопрос. Указать тип системы конфигурации сети.



Ответы. 1. TN – S

2. TN – C – S

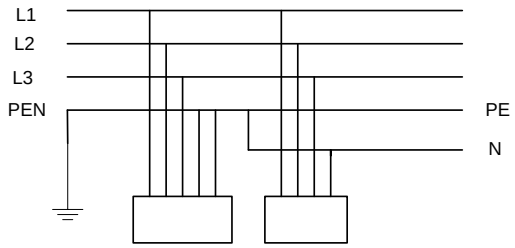
3. TN -C

4. TT

5. I T

Правильный ответ: 1

2.5. Вопрос Указать тип системы конфигурации сети.



Ответы. 1. TN – S

2. TN – C – S

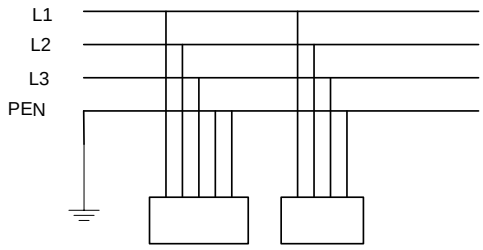
3. TN -C

4. TT

5. I T

Правильный ответ: 2

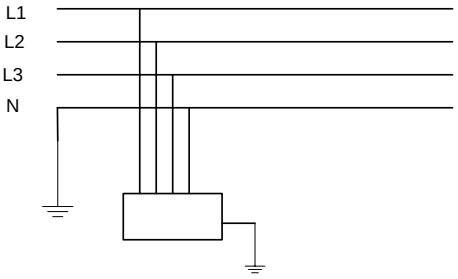
2.6. Вопрос. Указать тип системы конфигурации сети.



Ответы. 1. TN – S
2. TN – C – S
3. TN -C
4. TT

Правильный ответ: 3

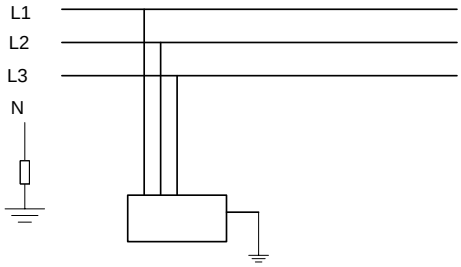
2.7. Вопрос. Указать тип системы конфигурации сети.



Ответы. 1. TN – S
2. TN – C – S
3. TN -C
4. TT
5. I T

Правильный ответ: 4

2.8. Вопрос. Указать тип системы конфигурации сети.



Ответы. 1 TN – S
2. TN – C – S
3. TN -C
4. TT

Правильный ответ: 4

2.9. Вопрос. Ток однофазного короткого замыкания в аварийном режиме в системе с глухозаземленной нейтралью

Ответы. 1. Iокз = Uф / Zтр./3 + Zл
2. Iокз = Pн /Uф
3. Iокз = Uф / Rл
4. Iокз= Uф / Xл

Правильный ответ: 1

2.10. *Вопрос*. Влияние повторного заземления Rп на величину напряжения на нейтрали UN в аварийном режиме.

Ответы. 1. Чем больше сопротивление повторного заземления Rп, тем больше напряжение на нейтрали UN.

2. Чем меньше сопротивление повторного заземления Rп, тем меньше напряжение на нейтрали UN.

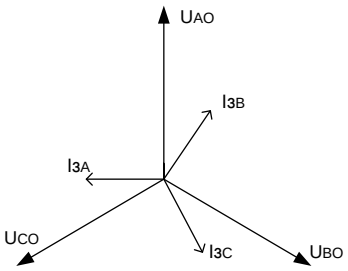
3. Чем больше сопротивление повторного заземления Rп, тем меньше напряжение на нейтрали UN.

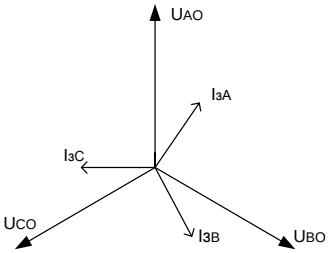
4. Сопротивление повторного заземления Rп не влияет на величину напряжения на нейтрали UN.

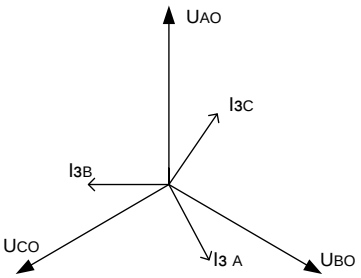
Правильный ответ: 1 и 2

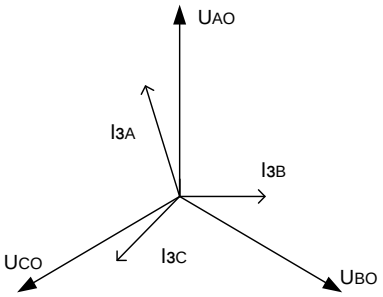
2.11. *Вопрос*. Векторная диаграмма сети с изолированной нейтралью в нормальном режиме.

Ответы.

1. 

2. 

3. 

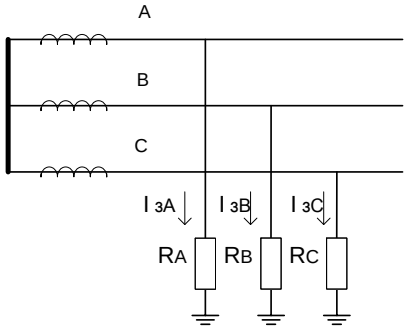
4. 

Правильный ответ: 1

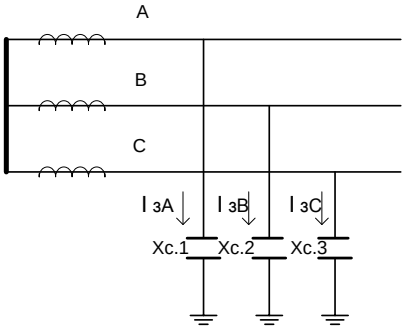
2.11. *Вопрос*. Схема замещения сети с изолированной нейтралью в нормальном режиме.

Ответы.

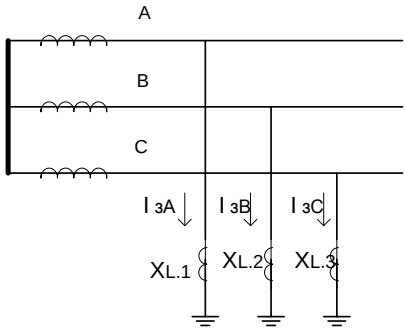
1.



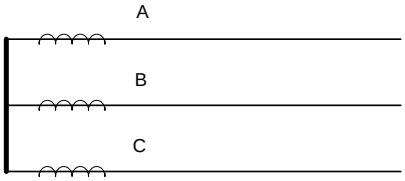
2.



3.



4.



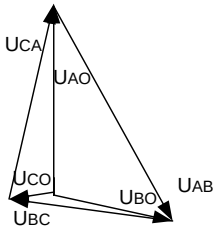
Правильный ответ: 2

2.13 *Вопрос*. Векторная диаграмма сети с изолированной нейтралью в аварийном режиме.

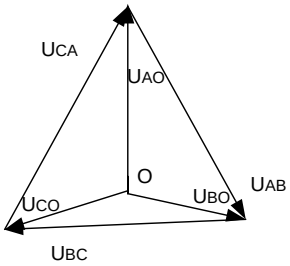
Ответы

.

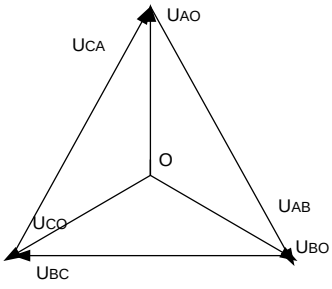
1.



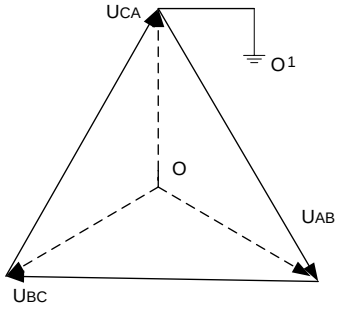
2.



3.



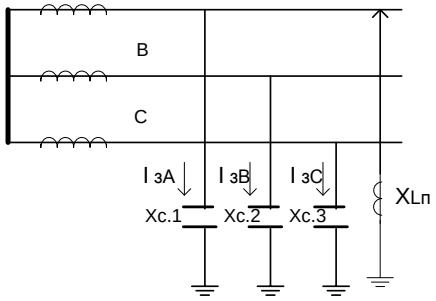
4.

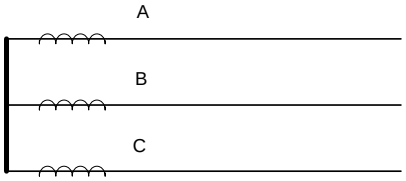


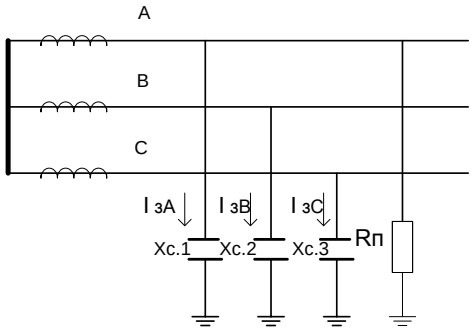
Правильный ответ: 4

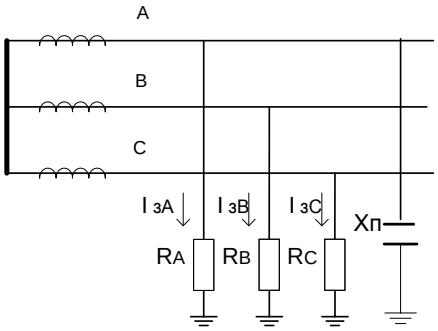
2.14. *Вопрос*. Схема замещения в сети с изолированной нейтралью в аварийном режиме.

Ответы.

1. 

2 

3. 

4 

Правильный ответ: 3

2.15. *Вопрос*. Величина допустимого емкостного тока линии с изолированной нейтралью без компенсации.

Ответы. 1.При U=6 Iз < 30; при U= 10 Iз < 20; при U=35 Iз< 10

2. U=6 Iз< 10 U= 10 Iз< 20 U=35 Iз < 30

3. U=6 Iз < 20 U= 10 Iз < 30 U=35 Iз< 10

4. U=6 Iз < 15 U= 10 Iз< 10 U=35 Iз< 30

Правильный ответ: 1

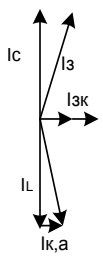
2.16. *Вопрос*. Формула приближенного расчета зарядного тока а) для воздушных линий, б) для кабельных линий.

Ответы.

1. а) I = U/ X б) I = U/R
2. а) I = UL/10 б) I = UL/350
3. а) I = U/R б) I = U/ X
4 а) I = UL/350 б) I = UL/10

Правильный ответ: 2

2.17 Вопрос. Режим, показанный на векторной диаграмме



Ответы. 1. До компенсации

2. Перекомпенсации
3. Недокомпенсации
4. Полной компенсации

Правильный ответ: 4

2.18. Вопрос. Параметры выбора дугогасящего реактора

Ответы. 1. I р и Up
2. Sp и Uн
3. I н и Uн
4. Sp и I н

Правильный ответ: 2

2.19. Вопрос. Величина суммарной мощности дугогасящих реакторов

Ответы. 1. Sp = Uн * I з макс.
2. Sp = 1,5 * Uл * I з
3. Sp = 1,25 * Uф * I з мин.
4. Sp = 1,25 * Uф * I з макс.

Правильный ответ: 4

2.20. Вопрос. Коэффициент замыкания на землю в сети с эффективно заземленной нейтралью

Ответы. 1. Кз < 1,2
2. Кз < 1,4
3. Кз < 1,7
4. Кз < 2,0

Правильный ответ: 2

2.21. Вопрос. В каких сетях выбирается режим с изолированной нейтралью.

Ответы. 1. В сетях напряжением до 1 кВ
2. В сетях напряжением 6-10, 35 кВ с токами замыкания на землю больше соответственно 30А, 20А, 10А.
3. В сетях напряжением 6-10, 35 кВ с токами замыкания на землю меньше соответственно 30А, 20А, 10А.
4. В сетях напряжением выше 110 кВ

Правильный ответ: 3

Тест- 3 Снижение уровней электромагнитной несовместимости питающей сети и электроприемников

3.1. Вопрос. В каких сетях выбирается режим с эффективно заземленной нейтралью.

Ответы. 1. В сетях напряжением до 1 кВ
2. В сетях напряжением 6-10, 35 кВ с токами замыкания на землю больше соответственно 30А, 20А, 10А.
3. В сетях напряжением 6-10, 35 кВ с токами замыкания на землю меньше соответственно 30А, 20А, 10А.
4. В сетях напряжением выше 110 кВ

Правильный ответ: 4

3.2. Вопрос. Какие виды учета электроэнергии не используются.

Ответы:

1. Активный и реактивный
1. Технический и коммерческий.
2. Точный и приближенный
3. Инструментальный

Правильный ответ № 3.

3.3. Вопрос. Зонный учет электроэнергии.

Ответы: 1. Учет потребления электроэнергии по времени суток
2. Учет потребления электроэнергии по дням недели.
3. Учет потребления электроэнергии по времени года
4. Учет потребления электроэнергии по уровню напряжения.

Правильный ответ № 1.

3.4. Вопрос. Не применяемый тип счетчиков электроэнергии

Ответы: 1. Прямого включения
2. Косвенного включения.
3. Трансформаторный
4. Электронный

Правильный ответ № 2

3.5. Вопрос. Назначение АСКУЭ.

Ответы: 1. Учет электроэнергии
2. Контроль электроэнергии
3. Учет и контроль электроэнергии
4. Учет и контроль электроэнергии и показателей качества.

Правильный ответ №3.

3.6. Вопрос. Порядок работы двухтарифного счетчика

Ответы: 1. Включение шкал учета по времени суток
2. Включение шкал учета по дням недели.
3. Включение шкал учета по времени года.
4. Включение шкал учета по уровню напряжения.

Правильный ответ № 1.

3.7. Вопрос. Порядок учета реактивной энергии.

Ответы: 1. Учет по счетчику реактивной энергии.

2. Учет потребления реактивной энергии в сравнении с эффективным значением реактивной энергии Qэ.

3. Скидки и надбавки к тарифу за компенсацию реактивной энергии

4. Скидки и надбавки к тарифу за установку компенсирующих устройств.

Правильный ответ №2

3.8. Вопрос. Штрафные санкции за электроэнергию ухудшенного качества.

Ответы:

1. За ухудшение качества электроэнергии потребителю назначается фиксированный штраф.
2. За ухудшение качества электроэнергии энергоснабжающая организация не взимает плату с потребителя.
3. За ухудшение качества электроэнергии тариф потребителя увеличивается на коэффициент от 0,2 до 10%.
4. За ухудшение качества электроэнергии тариф потребителя увеличивается на коэффициент 25%.

Правильный ответ № 3

Система оценки аттестации разделов дисциплины

Каждый тест оценивается в 10 баллов. Коллоквиум считается сданным, если студент правильно ответил на 60 процентов от заданных ему вопросов.

Оценка	Процент правильных ответов	Балл
5 (отлично)	90-100 %	9-10
4 (хорошо)	70-89 %	7-8
3 (удовлетворительно)	60-69 %	5-6
неудовлетворительно	0-59 %	0-4

Задания для контрольной работы

Контрольная работа выполняется в виде реферата. Реферат должен содержать следующие обязательные разделы:

Введение

Основная часть

Заключение

Список используемых источников

Тема реферата выбирается в соответствии с порядковым номером студента в журнале.

Темы рефератов

1. Общие сведения о типах полупроводников
2. Полупроводниковые диоды
3. Транзисторы
4. Тиристоры
5. Выпрямители
6. Усилители
7. Однокаскадный транзисторный усилитель
8. Обратная связь в усилителях
9. Усилитель мощности
10. Генераторы. Работа мультивибратора
11. Релаксационный генератор
12. Устройство и работа инвертора
13. Преобразователи переменного и постоянного напряжений. Назначение преобразователей переменного напряжения.
14. Непосредственные преобразователи частоты (НПЧ).
15. Преобразователи частоты и числа фаз.
16. Компенсаторы и активные фильтры.
17. Системы управления вентильными преобразователями.

Оценка	**Требования к знаниям**

контрольной работы	
«зачтено»	Выставляется студенту, если он справился с поставленными целями и задачами контрольной работы, определил объект и предмет темы, проанализировал необходимую учебно-научную литературу, критические источники, новые справочные и энциклопедические издания; собрал и систематизировал требуемый практический материал; самостоятельно осмыслил проблему на основе существующих методик; логично и обоснованно изложил собственные умозаключения и выводы. При этом контрольная работа отличается корректностью стиля, грамотностью изложения материала и наличием сносок на цитируемые источники; выдержан объем работы и соблюдены требования к ее оформлению.
«не зачтено»	Выставляется за контрольную работу, не соответствующую большей части требований и критериев, предъявляемых к подобного рода работам. При этом студент не справился с целями и задачами контрольной работы, которая не отличается самостоятельностью анализа и обоснованностью выводов, носит эклектический характер и имеет явные признаки копирования чужого текста без соответствующих ссылок на него.

Вопросы к экзамену

1. Нормирование показателей, характеризующих несинусоидальные режимы.
2. Влияние высших гармоник на силовое электрооборудование, системы релейной защиты, автоматики, телемеханики и связи.
3. Потери от высших гармоник в электрических машинах, трансформаторах и конденсаторах.
4. Ущерб, обусловленный не синусоидальностью напряжений и токов.
5. Показатели качества электроэнергии и их нормирование
6. Измерение и расчет параметров качества электроэнергии.
7. Регулирование напряжения.
8. Симметрирование нагрузок.
9. Нелинейные нагрузки и высшие гармоники напряжения и тока в промышленных электрических сетях.
10. Вентильные преобразователи.
11. Дуговые сталеплавильные печи.
12. Сварочные нагрузки.
13. Печи сопротивления с тиристорным регулированием.
14. Реакторы с тиристорным регулированием.
15. Характеристика несимметричных режимов электрических систем.
16. Многофазные сети электроснабжения промпредприятий при не симметрии нагрузки. Влияние несимметричных нагрузок на режимы работы электроприемников.
17. Отклонения и колебания напряжения при работе резко переменных нагрузок.
18. Колебания частоты при работе резко переменных нагрузок.
19. Дуговые сталеплавильные печи в системах электроснабжения.
20. Вентильные преобразователи прокатных станов в системах электроснабжения.
21. Фильтры высших гармоник в сети, питающей нелинейную нагрузку.

22. Параллельная работа силовых фильтров высших гармоник.

23. Батареи конденсаторов в сетях с высшими гармониками.

24. Симметрирование напряжения и электрических нагрузок.

25. Компенсирующие устройства для уменьшения колебаний напряжения.

26. Централизованное, местное и автоматическое регулирование напряжения в промышленных электрических сетях.

Шкалы оценки образовательных достижений

Баллы (итоговой рейтинговой оценки)	**Баллы за разделы**	**Оценка (балл за ответ на экзамене)**	**Требования к знаниям**
90-100	45-50	*«отлично» 45-50*	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он получил за тест оценку “отлично”, и ответил на два вопроса экзаменационного билета на “отлично”
70-89	35-44	*«хорошо» 35-45 баллов*	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он получил за тест оценку “хорошо”, и ответил на два вопроса экзаменационного билета на “хорошо”
60-69	30-34	*«удовлетво-рительно» 30-35 баллов*	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он получил за тест оценку “ удовлетворительно ”, и ответил на два вопроса экзаменационного билета на “ удовлетворительно ”
менее 60	менее 30	*«неудовле-творительно» 0-29 баллов*	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который получил за тест оценку “ неудовлетворительно ”, не знает ответ на вопросы экзаменационного билета

Сумма баллов	**Оценка по 4-х бальной шкале**	**Зачет**	**Оценка (ECTS)**	**Градация**
90 – 100	5 (отлично)	зачтено	A	отлично
85 – 89	4 (хорошо)		B	очень хорошо
75 – 84			C	хорошо
70 – 74			D	удовлетворительно
65 – 69	3 (удовлетворительно)			
60 – 64			E	посредственно
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	не зачтено	F	неудовлетворительно

Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

Основная литература:

1. Титков, В. В. Перенапряжения и молниезащита : учебное пособие / В. В. Титков, Ф. Х. Халилов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 224 с. https://e.lanbook.com/book/145845

2. Веремеев, А. А. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике : учебное пособие / А. А. Веремеев. — Оренбург : ОГУ, 2019. — 128 с. https://e.lanbook.com/book/160042

3. Овсянников, А. Г. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике : учебник / А. Г. Овсянников, Р. К. Борисов. — Новосибирск : НГТУ, 2017. — 196 с. https://e.lanbook.com/book/118157

Дополнительная литература:

4. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике : учебное пособие / А. Ф. Шаталов, И. Н. Воротников, М. А. Мастепаненко, И. К. Шарипов. — Ставрополь : СтГАУ, 2014. — 64 с. https://e.lanbook.com/book/61156

5. Электромагнитная совместимость [Электронный ресурс]: учебно-практическое пособие к проведению практических занятий по курсу "Электромагнитная совместимость в электроэнергетике" / сост.: Е. С. Молошная, О. В. Фоменко. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2012. – 32 с. https://e.lanbook.com/book/75750

6. Кузнецов, В. Н. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике : учебное пособие / В. Н. Кузнецов. — Тольятти : ТГУ, 2014. — 69 с. https://e.lanbook.com/book/140216

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

RZA.ORG.UA. Все о релейной защите: интернет-портал о релейной защите (Киев). – URL: http://www.rza.org.ua/

ELECTROLIBRARY.INFO. // "Электронная электротехническая библиотека. Современное инженерное оборудование и системы": сайт (Москва). – URL: http://www.electrolibrary.info/bestbooks/b_rza.htm

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Занятия проводятся в учебной аудитории, предназначенной для проведения занятий лекционного и практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитория оснащена необходимым оборудованием.

В распоряжении обучающихся студентов имеются электронно-библиотечные системы.

Учебно-методические рекомендации для студентов

Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы при осуществлении профессиональной деятельности бакалавра, выполнении выпускной квалификационной работы и изучении основных дисциплин по профилю подготовки.

Для эффективного освоения дисциплины студентам необходимо проявлять наибольшую активность во время аудиторных занятий, следовать указаниям ведущего преподавателя, выполнять самостоятельную работу в объеме, установленном рабочей программой дисциплины.

Лекционные занятия составляют основу теоретического обучения и позволяют сформировать систематизированные основы знаний по дисциплине, позволяют раскрыть наиболее сложные, основополагающие вопросы.

В ходе лекционных занятий надлежит конспектировать наиболее важные положения изучаемой темы, а по окончании занятия задавать вопросы, вызывающие затруднения с усвоением рассматриваемой темы. Рекомендуется перед следующим лекционным занятием повторить материал рассмотренной темы, изучить современную литературу, выполнить самостоятельную работу в заданном объеме.

Практические занятия по дисциплине позволяют проверить усвоение теоретического материала, формировать практические навыки и умения под руководством преподавателя, углубляют, расширяют, детализируют полученные на лекции знания. Практическое занятие предполагает выполнение по заданию и под руководством преподавателя одной или нескольких практических работ. Для успешного выполнения практических заданий и освоения дисциплины перед каждым практическим занятием необходимо выучить теоретический материал соответствующей темы, используя как конспект лекций, так и

рекомендуемую литературу. По результатам выполнения практической работы проводится оценка текущей успеваемости, которая суммируется к результатам аттестации разделов.

Самостоятельная работа подразумевает под собой проработку теоретического материала с использованием рекомендуемой литературы по той или иной теме, последующий отчет по результатам самостоятельной работы в форме, установленной преподавателем.

Средством информационной поддержки организации самостоятельной работы студентов в рамках учебной дисциплины являются информационно-образовательная среда (ИОС), электронно-библиотечные системы, доступные БИТИ НИЯУ МИФИ, абонемент и периодика.

Для выполнения самостоятельной работы студенту нужен либо домашний компьютер с доступом в интернет, либо компьютерные класс №222.

Каждый студент имеет свой логин и пароль для входа в ИОС.

Методические рекомендации для преподавателей

На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в процессе подготовки бакалавра по направлению «Электроэнергетика и электротехника», ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

В ходе изложения лекционного материала следует приводить наиболее яркие и запоминающиеся примеры, задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к практическому занятию.

При подготовке к практическому занятию преподавателю необходимо уточнить план его проведения, продумать перечень задач, подлежащих решению во время практического занятия. Оказывать методическую помощь студентам в подготовке к занятию, выполнению домашних заданий. В ходе практического занятия во вступительном слове раскрыть теоретическую и практическую значимость темы, определить порядок его проведения, количество решаемых задач. Целесообразно в ходе решения задач задавать обучающимся дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения глубины знание по рассматриваемой теме. В заключительной части практического занятия следует подвести его итоги: дать объективную оценку ответов каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного практического занятия. Ответить на вопросы студентов. Назвать тему очередного занятия.

После каждого лекционного и практического занятия необходимо сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине.

В результате освоения дисциплины студенты сдают экзамен.

Студент, получивший менее 60% от максимального балла за раздел дисциплины или промежуточную аттестацию, считается неаттестованным по данной дисциплине.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ и учебным планом основной образовательной программы по направлению подготовки13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Рабочую программу составил доцент Костин Д.А.

Рецензент: доцент Рогова М.В.

Программа одобрена на заседании УМКН 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Председатель учебно-методической комиссии профессор Кобзев Р.А.