

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Электроснабжение и электрооборудование промышленных предприятий

Код модуля
1156524

Модуль
Промышленная теплоэнергетика

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Павлюк Елена Юрьевна	кандидат технических наук, доцент	доцент	Теплоэнергетики и теплотехники
2	Федотова Лидия Адамовна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	электротехники
3	Фризен Василий Эдуардович	д.т.н., доцент	Заведующий кафедрой	электротехники

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

Авторы:

- Павлюк Елена Юрьевна, доцент, Теплоэнергетики и теплотехники
- Федотова Лидия Адамовна, Доцент, электротехники
- Фризен Василий Эдуардович, Заведующий кафедрой, электротехники

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Электроснабжение и электрооборудование промышленных предприятий

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	4	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия Лабораторные занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Зачет	
4.	Текущая аттестация	Домашняя работа	7

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Электроснабжение и электрооборудование промышленных предприятий

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-5 -Способен разрабатывать, оформлять и использовать техническую проектную и эксплуатационную документацию в соответствии с требованиями действующих нормативных документов	З-3 - Кратко изложить возможности пакетов прикладных программ, освоенным за время обучения, для разработки и оформления технической, проектной эксплуатационной документации П-1 - Оформлять и согласовывать техническую проектную и эксплуатационную документацию У-3 - Применять современные компьютерные технологии для подготовки технической, проектной и эксплуатационной документации в соответствии с	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Домашняя работа № 3 Зачет Лабораторные занятия Практические/семинарские занятия

	действующими нормативными требованиями	
ПК-23 -Способен применять знания в области электрооборудования и электроснабжения в процессе решения конкретных задач проектирования и эксплуатации электрического хозяйства предприятий, организаций и учреждений	<p>Д-1 - Демонстрировать навыки работы со справочной литературой и поиска технических данных</p> <p>З-1 - Перечислить типы и виды современного промышленного электрооборудования, объяснить его назначение</p> <p>З-2 - Изложить простейшее математическое описание его элементов, объяснить схемы включения, основные параметры и характеристики</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт проведения лабораторных испытаний электрооборудования и определения параметров и характеристик на основе паспортных и каталожных данных</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт замены элементов схем электрооборудования на их аналоги</p> <p>У-1 - Выбирать основные элементы электрооборудования, использовать приближенные методы расчета</p> <p>У-2 - Составлять и анализировать схемы электроустановок</p>	<p>Домашняя работа № 4</p> <p>Домашняя работа № 5</p> <p>Домашняя работа № 6</p> <p>Домашняя работа № 7</p> <p>Зачет</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Практические/семинарские занятия</p>

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 – 0.4

Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа № 1</i>	8,3	50
<i>домашняя работа № 2</i>	8,5	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.3		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.7		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.3		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа № 3</i>	8,6	50
<i>домашняя работа № 4</i>	8,7	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –0.3		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа № 5</i>	8,8	34
<i>домашняя работа № 6</i>	8,9	34
<i>домашняя работа № 7</i>	8,9	32
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

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.
Другие результаты	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.

4.2 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	Шкала оценивания

	обучения (выполненное оценочное задание)	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 но (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

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Расчет электрических нагрузок. Выбор сечения проводников.
 2. Расчет температурного режима работы проводников. Проверка проводников на потерю напряжения.
 3. Расчет коротких замыканий.
 4. Выбор аппаратов защиты электрооборудования от сверхтоков.
 5. Компенсация реактивной мощности. Расчет и выбор конденсаторных батарей.
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.1.3. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Действие Электрического тока на человека
2. Меры защиты от поражения электрическим током
3. Защита человека от поражения электрическим током в электроустановках до 1 кВ с системами заземления TN-C, TN-S, TN-C-S

4. Защита человека от поражения электрическим током в электроустановках до 1 кВ с системой заземления TT

5. Защита человека от поражения электрическим током в электроустановках до 1 кВ с системой заземления IT

LMS-платформа – не предусмотрена

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

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Домашняя работа № 1

Примерный перечень тем

1. Составление плана расположения электрооборудования в цехе механической обработки

Примерные задания

Требуется спроектировать систему внутреннего и внешнего электроснабжения цеха механической обработки, состав оборудования которого определяется в соответствии с вариантом задания. Внешнее электроснабжение цеха осуществляется с помощью воздушной линии напряжением 10 кВ, длина которой и условия прокладки также определяется вариантом задания. Потребители электроэнергии условно подразделяются на основные (обеспечивающие технологический процесс), и вспомогательные (освещение, вентиляция, нетехнологический транспорт и т.п.). Основные потребители относятся к потребителям второй категории надежности электроснабжения, часть вспомогательных потребителей (аварийное освещение, вентиляция) – к первой.

Количество единиц основного технологического оборудования цеха кратно двум, что предопределяет наличие в цехе двух работающих параллельно технологических линий, расположенных вдоль по двум сторонам цеха. Между технологическими линиями имеется центральный проход для транспортировки крупных грузов с помощью кран-балки или тележек. Основной транспорт деталей и заготовок вдоль технологической линии осуществляется с помощью конвейеров, расположенный вдоль каждой из стен цеха.

Приточная вентиляция осуществляется с помощью вентиляторов, установленных в венткамерах, количество которых определяется вариантом задания на проектирование. Вытяжная вентиляция осуществляется с помощью крышных вентиляторов, получающих питание от отдельного узла нагрузки – щита вентиляции, установленного на крыше здания. Тепловые завесы установлены у каждой из дверей сквозного прохода цеха.

Питание линий, как рабочего, так и аварийного освещения осуществляется от щитов, количество которых определяется вариантом задания на проектирование. Расположение щитов в цехе должно определяться условием минимальной длины линий освещения, идущих от щитов, а также удобством обслуживания. Рациональным будет решение размещать щиты освещения на стенах цеха вблизи технологических площадок или в свободных проходах вдоль стен.

Состав нагрузок, характер их расположения и требования к надежности электроснабжения во много предопределяют тип внутрицеховой электропроводки. Для

питания технологической нагрузки целесообразно использовать магистральные шинопроводы, проложенные вдоль стен цеха. Это объясняется во-первых возможностью гибко перестраивать систему электроснабжения при изменении состава электроприемников, во-вторых низкой стоимостью монтажа, и в-третьих тем, что выход из строя одного элемента технологической цепи останавливает ее полностью, т.е. надежность системы электроснабжения соответствует в данном случае надежности потребителей. Остальные потребители (освещение, вентиляция и т.п.) должны получать питание по отдельным линиям. Это могут быть кабели, проложенные на лотках вдоль шинопроводов (к щитам освещения, венткамерам, тепловой завесе) или в трубах (к щиту вентиляции). Все эти потребители могут получать питание от отдельной сборки. В этом случае можно сэкономить на ячейках комплектного распределительного устройства цеховой трансформаторной подстанции (КРУ ЦТП). Указанная сборка может быть размещена в помещении ЦТП и представляет собой щит с двухсторонним обслуживанием, на котором закреплены аппараты защиты отходящих к потребителям линий.

Размеры цеха и цеховой трансформаторной подстанции определяются индивидуально исходя из состава электрооборудования цеха в соответствии с вариантом задания. Общие требования по размещению оборудования следующие: Одна единица оборудования, кроме станков автоматов и печей сопротивления, занимает рабочую площадку размером 3х3 м. Станок автомат и печь сопротивления занимают 2 таких площадки (соответственно 3х6 м), которые могут располагаться как вдоль, так и поперек технологической линии. Технологическое оборудование располагается вдоль технологической линии в 2 ряда с каждой стороны цеха. Вдоль стен располагаются конвейеры, ширина которых составляет 1 м. Проходы с каждой из сторон конвейера должны составлять не менее 2 м. С каждого из торцов линий должны быть оставлены технологические площадки для складирования заготовок и готовой продукции размером 11х11 м. Ширина центрального прохода – 4 м. Размеры ворот – 4х4 м. Высота расположения троллей кранбалки – 6 м. Расстояние от пола до шинопровода – 2,5 м Высота цеха – 8 м. План участка цеха приведен на рис. 1. На плане буквами обозначены: СвС – сверлильный станок; ТС – токарный станок; ФС – фрезерный станок; СтС – строгальный станок; СА – станок-автомат; П – пресс; ИЗУ – индукционная закалочная установка; ДСв – дуговая сварка; ТСв – точечная сварка; ЭПС – электрическая печь сопротивления; КБ – кран-балка; ВК – венткамера с приточным вентилятором; ТЗ – вентилятор тепловой завесы; ЩВ – щит питания вытяжных вентиляторов; ЩО – щит освещения.

Размеры ЦТП определяются следующими соображениями. В ЦТП установлено 2 трансформатора одинаковой мощности, один из которых находится в работе, а другой – в резерве. Размеры трансформаторов определяются их расчетной мощностью, но для расчетов рабочей площади ЦТП могут быть приняты равными 4х4 м. Расстояние между трансформаторами – 2 м, между стеной и трансформатором – не менее 1,5 м. Ячейки ЦТП располагаются в 2 ряда за каждым из трансформаторов и соединяются шинным мостом. Ширина ячейки – 1 м. Количество ячеек ЦТП определяется следующим образом: 2 ячейки – ввод, по одной ячейке на каждый из магистральных шинопроводов, одна ячейка на питание сборки (распределительного пункта или РП), одна ячейка для подключения компенсирующего устройства, одна ячейка на секционный выключатель и одна – резерв. Общее количество ячеек составит таким образом 8 шт по 4 на каждую сторону. Расстояние от трансформатора до вводной ячейки – 1,5 м, от ячеек ЦТП до РП – 1,5 м и от

РП до стены 2 м. План ЦТП приведен на рис. 2. На плане буквами обозначены: Тр-р – силовой трансформатор; БК – батарея конденсаторов; РП – распределительный пункт.

Расположение ЦТП относительно цеха может выбираться произвольно. Здесь можно рекомендовать 2 наиболее приемлемых варианта. Первый вариант – расположение ЦТП рядом с одной из стен примерно посередине цеха. В этом случае можно запитать технологическую нагрузку как по двум шинпроводам относительно большого сечения, так и по четырем шинпроводам меньшего сечения. В последнем случае существенно экономится расход цветного металла. Однако шинпровод к противоположной от ЦТП стене необходимо будет проводить под полом цеха, что затрудняет его обслуживание, или требуется использование кабельных вставок большого сечения. Вторым вариантом расположения – с наружной стороны у одного из углов цеха. В этом случае шинпровод к противоположной стене проходит по внутренней стороне фасада здания цеха над воротами. Проблем с обслуживанием шинпровода в этом случае не возникает. Однако при таком варианте существенно выше расход цветного металла

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Домашняя работа № 2

Примерный перечень тем

1. Составление кабельного журнала

Примерные задания

Кабельный журнал – это таблица, в которой указывают всю необходимую информацию о кабелях: марка, длина, способ прокладки, откуда и куда проложен кабель.

При сдаче в эксплуатацию КЛ напряжением до и выше 1000 В кроме документации, предусмотренной строительными нормами и правилами и отраслевыми правилами приемки, должна быть оформлена и передана заказчику следующая техническая документация:

- скорректированный проект КЛ, который для КЛ на напряжение 110 кВ и выше должен быть согласован с заводом-изготовителем кабелей и эксплуатирующей организацией;

- исполнительный чертеж трассы с указанием мест установки соединительных муфт, выполненный в масштабе 1:200 или 1:500 в зависимости от развития коммуникаций в данном районе трассы;

- чертеж профиля КЛ в местах пересечения с дорогами и другими коммуникациями для КЛ на напряжение 20 кВ и выше и для особо сложных трасс КЛ на напряжение 6 и 10 кВ;

- акты состояния кабелей на барабанах и, в случае необходимости, протоколы разборки и осмотра образцов (для импортных кабелей разборка обязательна);

- кабельный журнал;

- инвентарная опись всех элементов КЛ (для КЛ напряжением выше 1000 В);

- акты строительных и скрытых работ с указанием пересечений и сближений кабелей со всеми подземными коммуникациями;

- акты на монтаж кабельных муфт;

- акты приемки траншей, блоков, труб, каналов, туннелей и коллекторов под монтаж;

- акты на монтаж устройств по защите КЛ от электрохимической коррозии, а также документы о результатах коррозионных испытаний в соответствии с проектом;

протоколы испытания изоляции КЛ повышенным напряжением после прокладки (для КЛ напряжением выше 1000 В);

документы о результатах измерения сопротивления изоляции;

акты осмотра кабелей, проложенных в траншеях и каналах перед закрытием;

протокол прогрева кабелей на барабанах перед прокладкой при низких температурах;

акт проверки и испытания автоматических стационарных установок пожаротушения и пожарной сигнализации.

Кроме перечисленной документации при приемке в эксплуатацию КЛ напряжением 110 кВ и выше монтажной организацией должны быть дополнительно переданы заказчику:

исполнительные высотные отметки кабеля и подпитывающей аппаратуры для маслонаполненных кабелей низкого давления на напряжение 110-220 кВ;

документы о результатах испытаний масла (жидкости) из всех элементов линий; результатах пропиточных испытаний; результатах опробования и испытаний подпитывающих агрегатов для маслонаполненных кабелей высокого давления;

результатах проверки систем сигнализации давления;

акты об усилиях тяжения при прокладке;

акты об испытаниях защитных покровов повышенным электрическим напряжением после прокладки;

протоколы заводских испытаний кабелей, муфт и подпитывающей аппаратуры;

документы о результатах испытаний устройств автоматического подогрева концевых муфт;

результатах измерения тока по токопроводящим жилам и оболочкам (экранам) каждой фазы маслонаполненных кабелей низкого давления и кабелей с пластмассовой изоляцией на напряжение 110 кВ; результатах измерения емкости кабелей; результатах измерения сопротивления заземления колодцев и концевых муфт.

Кабельный журнал заполняется на основе данных, полученных в ходе расчетов сечения проводников и выбора их типа и условий прокладки

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.3. Домашняя работа № 3

Примерный перечень тем

1. Расчет однофазных дуговых коротких замыканий

Примерные задания

При соединении $\square/Y0$ – сопротивление токам нулевой последовательности не отличается от сопротивления токам прямой последовательности, которые протекают по обмоткам при симметричном трехфазном к.з., а при соединении $Y/Y0$ существенно отличаются в большую сторону. Например, для трансформатора номинальной мощностью 1000 кВА с данным соединением обмоток, напряжением 10/0,4 кВ, соотношение индуктивных сопротивлений нулевой и обратной последовательности равно 7, а для активных сопротивлений – 11,5. Соотношения сопротивлений обмоток токам нулевой и прямой последовательностей трансформаторов со схемой соединения обмоток $Y/Y0$ приведены в табл. 1.

При соединении обмоток $Y/Z0$ сопротивление обмоток токам нулевой последовательности меньше, чем сопротивление токам прямой последовательности. Соответственно ток однофазного к.з. на выводах НН такого трансформатора будет больше тока трехфазного симметричного к.з.

При расчетах несимметричных режимов к.з. необходимо скорректировать формулу для определения сопротивления цепи к.з.

Сопротивления нулевой последовательности шинопроводов, в случае если сечения фазных и нулевых проводников одинаковы, определяются суммированием сопротивлений фазного и нейтрального проводников для активного и реактивного сопротивлений соответственно.

При расчете минимального возможного тока короткого замыкания необходимо учитывать дуговой характер процесса, т.е. вводить в сопротивление цепи к.з. активное нелинейное сопротивление дуги.

При расчетах сначала определяем значение однофазного металлического тока к.з., корректируя при этом активное сопротивление проводников последнего участка цепи к.з. Затем вычисляем сопротивление дуги при токе и подставляем полученное активное сопротивление дуги. Для получения точности расчета порядка 1% достаточно проделать от 3-х до 5-ти итераций.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.4. Домашняя работа № 4

Примерный перечень тем

1. Расчет зоны действия молниезащиты

Примерные задания

Требуется определить размеры выбранных молниеотводов и зоны защиты от ПУМ, которую они обеспечивают для здания, размеры которого были определены в ходе домашней работы №1

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.5. Домашняя работа № 5

Примерный перечень тем

1. Составление время-токовых характеристик автоматических выключателей.

Отстройка выключателей от пусковых токов.

Примерные задания

При выборе аппаратов защиты от сверхтоков руководствуются следующими принципами:

1. Значение номинального тока аппарата должно быть больше расчетного тока защищаемого участка сети.

2. Значение минимального возможного сверхтока должно быть больше критического тока перегрузки сети, т.е. такого тока перегрузки, при котором за время срабатывания аппарата защиты температура проводников достигнет допустимого значения.

3. Выбираемый аппарат должен быть отстроен от тока кратковременной перегрузки, возникающей, например, во время запуска двигателя.

4. Время-токовые характеристики аппаратов двух соседних ступеней не должны пересекаться в области сверхтоков нижней ступени.

Для упрощения работы по подбору и настройке аппаратов защиты с регулируемыми уставками и временем срабатывания различных расцепителей, можно воспользоваться специализированным, в том числе бесплатным программным обеспечением, предоставляемым различными производителями коммутационного оборудования.

Например, можно воспользоваться продуктом фирмы Moeller Curve Select. Программу можно загрузить на сайте разработчика, после регистрации на сайте.

При построении время-токовых характеристик важно отметить на графиках исходные значения сверхтоков в защищаемой сети, а также пусковые характеристики двигателей, если единичная мощность двигателя сопоставима с мощностью защищаемого участка сети.

Для предварительного выбора аппаратов можно воспользоваться каталогами, приведенными на сайтах различных производителей. В программе Curve Select V1.10 есть возможность ввода произвольной характеристики срабатывания любого аппарата, однако удобнее воспользоваться каталогами того же производителя. Каталоги приведены на сайте <http://www.eaton.ru>.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.6. Домашняя работа № 6

Примерный перечень тем

1. Разработка схемы регулируемого компенсирующего устройства на основе батарей конденсаторов

Примерные задания

Требуемая мощность устройства компенсации реактивной мощности (УКРМ) определяется величиной реактивной мощности потребителей, а также желаемой величиной коэффициента мощности. Обычно при проектировании систем электроснабжения желаемый коэффициент мощности на уровне 0,95. Это связано с тем, что с ростом желаемого коэффициента мощности нелинейно возрастает мощность компенсирующих устройств, обеспечивающих этот параметр. Для того, чтобы поднять коэффициент мощности с уровня 0,95 до 1 требуется такая же мощность компенсирующего устройства, что и для подъема коэффициента мощности с уровня 0,836 до уровня 0,95. При этом в первом случае суммарный ток после компенсации при использовании устройства поперечной компенсации реактивной мощности уменьшится на 5,3 %, а во втором на 13,6 %. Очевидно, что с ростом желаемого коэффициента мощности эффективность применяемых компенсирующих устройств будет снижаться.

Как правило, уровень потребления реактивной мощности в течение суток меняется. Может наблюдаться также сезонное изменение потребления реактивной мощности, также это изменение может быть вызвано технологическими причинами. В случае, если изменения в потреблении происходят часто и на относительно длительное время, следует предусмотреть регулирование мощности компенсирующего устройства. При этом минимальная ступень должна соответствовать минимальному уровню потребления реактивной мощности с учетом желаемого коэффициента мощности.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.7. Домашняя работа № 7

Примерный перечень тем

1. Разработка схемы силового резонансного фильтра

Примерные задания

По окончании проведенных в ходе практических занятий и домашней работы № 6 расчетов, необходимо провести сравнение наиболее приемлемых вариантов исполнения компенсирующего устройства. При сравнении учитывается:

- соответствие гармонического состава напряжения требованиям ГОСТ;
- соответствие уровня напряжения на выводах потребителей требованиям ГОСТ;
- возможность регулирования мощности компенсирующего устройства;
- возможность использования стандартного оборудования.

Оценка гармонического состава напряжений производится ранее при расчете компенсирующего устройства. Здесь следует учитывать, что при выполнении компенсирующего устройства по схеме «расстроенного фильтра» не ставится задача подавления гармоник напряжения, ограничивается лишь величина тока гармоник через конденсаторы компенсирующего устройства.

При использовании силовых резонансных фильтров ограничивается возможность регулирования мощности компенсирующего устройства ввиду того, что изменение емкости внутри плеча фильтра приведет к изменению его резонансной частоты. Ступени регулирования компенсирующего устройства будут определяться в этом случае величиной мощности плеча фильтра в целом, так как его можно будет отключить только целиком. При ограниченных возможностях регулирования мощности компенсирующего устройства, необходимо оценить насколько изменится уровень напряжения на зажимах потребителей при общем снижении нагрузки.

Подобных проблем при использовании схемы «расстроенного фильтра» не возникает, поскольку фильтрующие дроссели устанавливаются последовательно с каждым конденсатором компенсирующего устройства. Кроме того, фильтрующие дроссели выпускаются серийно, в отличие от дросселей силовых резонансных фильтров, которые проектируются индивидуально под конкретное применение.

При комплектации компенсирующего устройства следует предусмотреть установку разрядных сопротивлений, если они не встроены в конденсаторы. Часто в качестве разрядных сопротивлений используют первичные обмотки измерительных трансформаторов напряжения (НТМИ или НОМ, рассчитанных на номинальное напряжение 6 или 10 кВ), обладающих существенным реактивным сопротивлением на переменном токе и малым сопротивлением на постоянном токе при гашении остаточного заряда на конденсаторе.

В регулируемых конденсаторных установках возникает проблема коммутации ступеней компенсирующего устройства ввиду того, что напряжение на конденсаторе не может вырасти скачком. Иными словами, конденсатор в момент коммутации обладает нулевым сопротивлением и по нему будет протекать ток, близкий к току короткого замыкания в системе. Для ограничения броска тока при коммутации используются специальные контакторы, имеющие 2 группы неодновременно работающих контактов. Группа, замыкающаяся раньше, подключает секцию конденсаторов к сети через добавочное сопротивление, вторая группа контактов позже шунтирует первую вместе с добавочными токоограничивающими сопротивлениями

LMS-платформа – не предусмотрена

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

5.3.1. Зачет

Список примерных вопросов

1. Чем определяется ток через тело человека прикоснувшегося к одной из фаз в сети с изолированной нейтралью?
 2. Как изменятся условия электробезопасности в сети с изолированной нейтралью в аварийном режиме?
 3. Чем определяется ток через тело человека прикоснувшегося к одной из фаз в сети с заземленной нейтралью?
 4. Как изменятся условия электробезопасности в аварийном режиме в сети с заземленной нейтралью?
 5. Какие технические способы защиты человека от поражения электрическим током используются в электрических сетях напряжением до 1 кВ?
 6. Что такое «защитное заземление»? В каких типах электрических сетей эффективно защитное заземление?
 7. Как рассчитать сопротивление заземлителя в сетях для установок напряжением до 1 кВ?
 8. Для чего предназначены нулевой защитный и нулевой рабочий проводники?
 9. Что такое «защитное зануление»? Назначение устройств автоматического отключения питания при сверхтоках? Область применения?
 10. Что такое «устройство защитного отключения»? Область применения? Принцип действия?
 11. Какие меры защиты человека от поражения электрическим током используются в электрических сетях напряжением до 1 кВ?
 12. Типы систем заземления, используемые в электроустановках до 1 кВ? Как устроены система заземления TN-C, TN-S, TN-C-S?
 13. Почему в системах TN необходимо контролировать целостность и сопротивление нулевого защитного проводника (PE или PEN)?
 14. Что понимается под опасностью поражения человека электрическим током?
 15. Какие технические способы защиты человека от поражения электрическим током используются в электрических сетях напряжением до 1 кВ?
 16. Что используется в качестве устройств защитного отключения? Как работает автоматический выключатель? Область применения?
 17. Каково назначение силового резонансного фильтра высших гармоник?
 18. Как осуществляется подавление высших гармоник напряжения с помощью силового резонансного фильтра?
 19. Каково назначение катушки индуктивности в силовом резонансном фильтре?
 20. Как можно охарактеризовать режим работы силового резонансного фильтра на основной частоте питающей сети?
 21. Какие гармонические составляющие тока преобладают в плече силового резонансного фильтра? Почему?
 22. Какие гармонические составляющие падений напряжения преобладают на каждом из реактивных элементов плеча силового резонансного фильтра? Почему?
 23. Чем можно объяснить повышение уровня других присутствующих в сети гармоник напряжения при использовании силового резонансного фильтра выбранной гармоники?
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-23	З-1 З-2 У-1	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Домашняя работа № 3 Домашняя работа № 4 Домашняя работа № 5 Домашняя работа № 6 Домашняя работа № 7 Зачет Лабораторные занятия