

Аннотация дисциплины

Философия технических наук – Б1.Б.1

Цель освоения дисциплины – сформировать целостные представления о возникновении и развитии техники и знаний о ней, включая знание о субъекте технического творчества – инженерного сообщества как социальной группы.

Место дисциплины в структуру ОПОП: дисциплина относится к базовой части блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) подготовки магистров по программам: Гидроэнергетические установки; Оптимизация структур, параметров и режимов систем электроснабжения и повышение эффективности их функционирования; Релейная защита и автоматизация гидроэнергетических систем; Техника и электрофизика высоких напряжений; Управление проектами в электроэнергетике; Электрические станции и подстанции; Электроэнергетические системы и сети, их режимы, устойчивость, надежность и качество электрической энергии; Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии направления 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника. Количество зачетных единиц – 2.

Содержание разделов:

Раздел 1. Предмет философии техники

1. Статус технических теорий. Предметом философии техники является комплекс социальных отношений, связанных с процессами функционирования техники в социуме. Аспекты философии техники: онтологические, эпистемологические, деятельностные. Сетевая структура техники и её реализация в концептуальных переходах.

2. Институционализация технического знания. Становление классического научно-технического знания в Новое и Новейшее время. Поток выдающихся технических достижений. Вера в безграничные возможности науки. XVII — середина XVIII в. — время научной революции: развитие экспериментального метода и математизация естествознания. Техника как объект исследования естествознания. Экспериментальный метод и создание инструментов и измерительных приборов. Создание специализированных технических учебных заведений. Становление технических наук.

3. Методология технических наук

Дисциплинарное оформление технических наук и построение фундаментальных технических теорий. Формирование идеальных объектов технических наук. Междисциплинарный характер технического знания. Система взаимосвязи теорий различного уровня общности. Системно-интегративные тенденции: масштабные научно-технические проекты. «Фундаментальные исследования – прикладные исследования – разработки». Техническое знание и инженерная деятельность.

4. История развития техники

Технические революции. Технологические революции. Научно-техническая революция XX века. Основные этапы научно-технического прогресса. Технический прогресс в XXI в.

Раздел 2. Основные концепции философии техники

5. Романтико-символическая интерпретация Эрнста Каппа. Прагматизм Д.Эспинаса. Эвристика П.Энгельмейера

В основание философской концепции первого философа техники Э.Каппа – положен факт, что человек бессознательно переносит функциональные отношения своей телесной организации на рукотворную деятельность.

Позитивистко-психологическая интерпретация А. Эспинаса: общая теория деятельности, построенная как история развития ремесел и технологических приемов, которые философ разделял на техническую активность человека – Технологию и

Праксиологию. Технику он понимал в рамках метафизических концепций космоцентризма, теоцентризма и просвещенческого антропоцентризма.

П.К. Энгельмейера о трехактности процесса творчества: переход от воли к науке, далее к эстетике и этике завершается техникой, которая обеспечивает достижение действительной пользы.

6. Антропологическая интерпретация Ортеги-и-Гассета. Онтологизм. М.Хайдеггера.

Исходная мысль испанского мыслителя: человек не приспособливается к среде как животные, а изменяет её сообразно своим потребностям, воле и желаниям.

Человек понимается как существо двойственное, одновременно и естественен и сверхъестественен; техника есть творение человека, но не обладает двойственностью, она требует реализации своего бытия в мире. Миссия техники – освобождение человека.

Онтологическая интерпретация М. Хайдеггера содержит ответ на вопрос: не отходит ли человек в технике от истины бытия и не нарушает ли он тем самым сокровенное в своем собственном бытии? Целостность и неразрывность бытия-в-мире дополняется идеей временности (темпоральности) бытия. Сущность техники связана с непотаенностью бытия, с истинностью: «сущность техники не есть что-то техническое». Содержание техники понимается как «постав», как «способ раскрытия потаенности, который правит существом современной техники, сам не являясь ничем техническим». Человек рискует не вернуться к изначальному раскрытию потаенного, и не услышать голос более ранней истины». Выход из тупика техницизма состоит в превращении техники в искусство.

7. Трансцендентализм Ф. Дессауэра. «Миф машины» Л. Мэмфорда
Концепция техноценоза Б.И.Кудрина

Продолжая философскую традицию И. Канта Ф. Дессауэр считает принципом технической деятельности некие предзаданные «формы решений», которые свидетельствуют о причастности человека к божественному творению.

Создатель концепции Мегамашины, Л.Мэмфорд считал мир предельно механизированным, а человека – предельно зависимым от техники. Цивилизации представляют собой взаимодействие мегамашин, подавляющих человеческую индивидуальность и личность, поскольку человек сам становится как бы деталью мегамашины. Преодоление мегамашины возможно, по Мэмфорду, её преобразованием в жизнеориентированную политехнику.

Б.И. Кудрин (МЭИ)

8. Постструктурализм: М.Фуко, Ж. Деррида, Ж.-Ф. Лиотара

Постструктуралисты не позиционировали себя как философы техники, однако у них имеется своё видение техники, которая трактуется как техника тела, как забота о себе. Власть также понимается как техническая практика, как техническая система. Концепт деконструкции предполагает, что технику не следует считать негативной или положительной сущностью. Она апоретична и человек вынужден бесконечно разрушать и созидать новые апории, от которых не освобождает даже этика. Отношение науки и техники перевернулось: техника отказывается от идеала истинного знания, во главу угла ставится результативность и эффективность. Развитие информационной техники определяет развитие современного общества.

9. Культурно-историческая интерпретация. Техника и мораль.

В.М. Розов: в культурно-исторической интерпретации техники первична социальность, а техника вторична, дело не в технике, а в том типе социальности, который сложился в последние столетия.

Техникологическая этика. Сближение субстанциальной и метанаучной этики. Этика и теория принятия решений. Прагматическая этика. Этика ответственности. Метанаучная этика техникологии. Этика риска.

Аннотация дисциплины

АСДУ и математические методы анализа и управления ЭЭС – Б1.Б.3

Цель освоения дисциплины: определять наиболее эффективные режимы функционирования энергосистемы и организовывать управление ими.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина относится к вариативной части по выбору блока дисциплин основной образовательной программы (ООП) по профилю «Электроэнергетические системы и сети, их режимы, устойчивость, надежность и качество электрической энергии» подготовки магистров направления 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника. Количество зачетных единиц –4.

Содержание разделов: Понятие автоматизированных систем диспетчерского управления (АСДУ), их основные функции. Ручное, автоматизированное и автоматическое управление. Роль диспетчера в принятии решения при работе АСДУ. Оперативное управление режимами, ведение режима, ситуационное управление. Критерии и задачи управления. Иерархическая структура АСДУ. Оптимальное управление, возможности оптимизации управления. Формализуемые задачи управления. Иерархический принцип построения системы сбора и обработки информации, необходимой для управления ЭЭС. Проблема старения оборудования и влияние этого фактора на управление режимами. Периоды повышенной аварийности оборудования. Типовые и наиболее частые аварийные ситуации в энергосистемах. Информация в задачах управления. Классификация информации в АСДУ. Измерение информации. Кодирование информации. Повышение помехоустойчивости передаваемой информации: код с обнаружением ошибки, код с исправлением ошибки, код Хэмминга. Модуляция сигналов, виды модуляции. Каналы передачи информации в электрических сетях. Разделение информации в многоканальной системе передачи информации. Помехи при передаче информации. Способы повышения помехоустойчивости при передаче информации. Организация автоматизированного управления ЭЭС России. Расчеты статической и динамической устойчивости. Выполнение расчетов по определению допустимых режимов. Расчеты токов короткого замыкания и их ограничение в ЭЭС. Восстановление режима системы после крупных аварий. Планирование диспетчерских графиков и обеспечение вывода в ремонт оборудования. Прогнозирование режимных параметров, основные влияющие факторы и ошибки прогноза. Формирование графиков загрузки станций. Ликвидация аварийных ситуаций на подведомственном оборудовании. Расчеты и выдача указаний на настройку РЗ и ПАА. Расчеты энергобалансов. Функции технологического оператора в условиях рынка. Организация параллельной работы субъектов рынка. Задание системных ограничений Организация рынка резервов мощности. Расчет и реализация диспетчерских графиков работы ЭЭС, ОЭС и субъектов рынка на основе заявок участников рынка с учетом технологических характеристик оборудования и системных ограничений. Организация ремонтных площадок. Оптимизация графиков вывода в ремонт основного оборудования. Принципы оптимизации состава работающего оборудования. Понятие оптимального напряжения, организация режимов с оптимальными значениями напряжения у отдельных потребителей.

Организация сети сбора, передачи и обработки технологической и коммерческой информации. Представление информации участникам параллельной работы и субъектам рынка. Выбор характерных режимов для анализа работы устройств противоаварийного управления. Основные расчетные схемы. Принципы действия и уставки устройств противоаварийного управления. Разбор аварий в США и России. Оценка правильности действия автоматических устройств и учет человеческого фактора. Экономические последствия аварий. Диспетчерские тренажеры. Структура автоматической системы

противоаварийного управления. Локальные устройства управления. Определение объема воздействия. Централизованные устройства управления. Алгоритмы организации адаптивной и неадаптивной централизованной системы управления. Иерархическая система противоаварийной автоматики. Алгоритмы ее организации. Координация на уровнях управления. Основные принципы построения системы ПАУ. Основные задачи системы ПАУ. Учитываемые при формировании системы ПАУ факторы. Система сбора и передачи информации (ССПИ), оперативно-информационный комплекс (ОИК), оперативный информационно-управляющий комплекс (ОИУК).

Аннотация дисциплины

Схемы выдачи мощности – Б1.Б.4

Цель освоения дисциплины состоит в изучении характеристик электрических станций и электроэнергетических систем для решения задач проектирования схем выдачи мощности электрических станций.

Место дисциплины в структуру ОПОП: дисциплина относится к вариативной части по выбору блока дисциплин основной образовательной программы (ООП) по профилю «Электроэнергетические системы и сети, их режимы, устойчивость, надежность и качество электрической энергии» подготовки магистров направления 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника. Количество зачётных единиц – 6.

Содержание разделов: Структура генерирующих мощностей энергосистемы России и стран мира. Факторы, влияющие на выбор структуры генерирующей мощности. Схемы тепловых станций: КЭС, ТЭЦ; ПСУ, ГТУ, ПГУ. Параметры тепловых станций. Участие станций разных типов в графике нагрузки энергосистемы и графике теплоснабжения. Выбор типа станции для энергоснабжения потребителей. Назначение СН электростанции. Состав и параметры СН для разных типов станции. Особенности энергоснабжения СН станций. Влияние СН на производительность и надёжность работы электростанций. Пусковые схемы станций. Роль СН в пуске станции. Нагружение и разгрузка станции (агрегатов станции). Факторы, определяющие величины технологического минимума и максимума электростанции. Возможность перевода станции на работу на собственные нужды. Виды электрических схем. Назначение и особенности структурных и принципиальных схем конденсационных электростанций (КЭС), теплоэлектроцентралей (ТЭЦ), гидроэлектростанций (ГЭС), парогазовых установок (ПГУ), газотурбинных установок (ГТУ) и подстанций (ПС). Присоединение станции к энергосистеме. Выбор схемы присоединения станции к электрической сети ЭЭС. Ограничения выдачи мощности по условию статической и динамической устойчивости, запёртая мощность. Технические способы и средства обеспечения выдачи мощности электростанций. Выбор параметров агрегатов электростанций и оборудования собственных нужд. Нормативные документы в проектировании схем выдачи мощности (СВМ). Виды проектных работ по выбору СВМ станции. Состав проектных работ. Техничко-экономическое обоснование схем выдачи мощности станций.

Аннотация дисциплины

Системная автоматика и релейная защита – Б1.Б.5

Цель освоения дисциплины состоит в изучении методов и технических средств системной автоматики и релейной защиты электроэнергетических систем.

Место дисциплины в структуру ОПОП: дисциплина относится к базовой части блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) подготовки магистров по профилю "Электроэнергетические системы и сети, устойчивость, надежность и качество электрической энергии" направления 13.04.02. – Электроэнергетика и электротехника.. Количество зачётных единиц – 5.

Содержание разделов: Управляющие воздействия противоаварийной автоматики. Структурная схема взаимодействия релейной защиты и системной автоматики при нарушениях нормальных режимов работы энергосистем. Автоматическое повторное включение (АПВ) и автоматический включение резервного питания и оборудования (АВР). Назначение, классификация, основные технические требования, расчет параметров срабатывания. Алгоритмы и схемы их реализации на традиционной и микропроцессорной элементной базе. Автоматика предотвращения нарушения устойчивости (АПНУ): автоматика разгрузки системы (АРС), автоматика загрузки генераторов (АЗГ), специальная автоматика отключения нагрузки (САОН). Назначение, основные технические требования, расчет параметров срабатывания. Алгоритмы и схемы их реализации на традиционной и микропроцессорной элементной базе. Автоматика ликвидации асинхронного режима (АЛАР). Назначение, основные технические требования, расчет параметров срабатывания. Алгоритмы и схемы их реализации на традиционной и микропроцессорной элементной базе. Автоматика ограничения повышения частоты (АОПЧ) и напряжения (АОПН), автоматика ограничения снижения частоты (АОСЧ) и напряжения (АОСН). Назначение, основные технические требования, расчет параметров срабатывания. Алгоритмы и схемы их реализации на традиционной и микропроцессорной элементной базе. Типы применяемых защит. Условия, определяющие выбор типов основных и резервных защит. Особенности выполнения и расчет параметров срабатывания основных и резервных защит одиночных радиальных линий с односторонним питанием. Примеры расчетов. Особенности выполнения и расчет параметров срабатывания основных и резервных защит линий, имеющих питание с двух и более сторон при наличии обходных связей и без них. Примеры расчетов. Особенности выполнения и расчет параметров срабатывания основных и резервных защит линий, входящих в кольцевую сеть с одной точкой питания. Примеры расчетов. Особенности выполнения и расчет параметров срабатывания основных и резервных защит параллельных линий, имеющих питание с двух и более сторон. Примеры расчетов. Виды повреждений и режимов работы трансформаторов. Типы применяемых основных и резервных защит трансформаторов. Их назначение. Дифференциальная токовая защита трансформатора: особенности формирования цепей токов циркуляции и дифференциальных токов, расчет параметров срабатывания дифференциальной токовой отсечки. Способы повышения чувствительности дифференциальной токовой защиты. Особенности выполнения и расчет параметров срабатывания резервных защит трансформаторов. Особенности выполнения основных и резервных защит шин высшего и среднего напряжения подстанции. Принципы выполнения защит отходящих линий низшего напряжения (НН), сборных шин НН, защит, установленных на вводном и секционном выключателе НН. Защита от дуговых замыканий в отсеках ячеек КРУ, принципы выполнения УРОВ на подстанции. Логика выработки команд отключения и информационных сигналов комплексом защит элементов подстанции. Согласование защит, устанавливаемых на отдельных объектах в электроэнергетических

системах. Основные направления развития и совершенствования комплексов системной автоматики и релейной защиты.

Аннотация дисциплины

Методы математической оптимизации – Б.1.Б.2

Цель освоения дисциплины: изучение методов, используемых для решения оптимизационных задач в электроэнергетике.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина относится к базовой части блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) подготовки магистров по профилю "Электроэнергетические системы и сети, устойчивость, надежность и качество электрической энергии" направления 13.04.02. – Электроэнергетика и электротехника. Количество зачётных единиц – 2.

Содержание разделов: Целевая функция. Ограничения. Классификация методов решения оптимизационных задач. Влияние исходной информации и ее точности на постановку задачи. Задачи с многими критериями. Задачи с неопределенной исходной информацией. Формулировка задачи линейного математического программирования. Симплексный метод. Алгоритм симплексного метода. Модифицированный симплексный метод, его алгоритм. Приведение задачи с произвольными ограничениями к каноническому виду. Алгоритм приведения. Транспортные задачи (методы). Методы выбора начального плана. Метод потенциалов. Алгоритм проектирования распределительной электрической сети 0,4-110 кВ транспортным методом. Дополнительные ограничения, используемые в транспортном методе. Приведение задач электроэнергетики к транспортной задаче. Рекуррентная целевая функция. Алгоритм выбора трассы кабельной линии. Алгоритм определения оптимальной установленной мощности трансформаторов на подстанции предприятия. Проектирование распределительных электрических сетей методом динамического программирования. Идея метода; построение дерева решений. Проектирование распределительной электрической сети методом ветвей и границ. Свойства метода наименьших квадратов, которые позволяют его применять для широкого круга задач. Аппроксимация результатов измерений полиномами 1-й и 2-й степеней. Формулировка задачи нелинейного программирования. Методы нелинейного программирования. Использование метода Ньютона и градиентных методов для решения задачи на безусловный экстремум. Задача с ограничениями-равенствами. Метод Лагранжа. Смысл неопределенных множителей Лагранжа. Использование метода приведенного градиента для решения задачи на условный экстремум. Использование штрафных функций для решения задачи с ограничениями-неравенствами.

Аннотация дисциплины

Системные аспекты управления ЭЭС – Б1.В.ДВ.1.1

Цель освоения дисциплины состоит в изучении основ управления энергетическими режимами электрических станций и сетей электроэнергетической системы с учётом системного характера взаимодействия объектов.

Место дисциплины в структуру ОПОП: дисциплина относится к вариативной части по выбору блока дисциплин основной образовательной программы (ООП) по профилю «Электроэнергетические системы и сети, их режимы, устойчивость, надёжность и качество электрической энергии» подготовки магистров направления 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника. Количество зачётных единиц – 5.

Содержание разделов: Определение энергетической и электроэнергетической системы (ЭЭС). Структура ЭЭС России. Параметры режима ЭЭС. Статические и динамические свойства энергосистемы. Характеристики ЭЭС как объекта управления. Иерархическая система управления. Средства и системы управления энергообъектами. Автоматизированные системы управления. Диспетчерское управление ЭЭС. Потребители электроэнергии. Электроприёмники промышленных предприятий. Графики нагрузки потребителей. Показатели электропотребления и мощности потребителей. Нагрузка энергосистемы. Прогнозирование электропотребления и графиков нагрузки. Категории мощности агрегатов и электрических станций. Эксплуатационные свойства электростанций. Экономические оценки различных категорий мощности и выработки электроэнергии. Роль ГЭС в повышении экономичности и надёжности энергосистемы. Виды энергетических характеристик. Энергетические характеристики тепловых электростанций. Способы получения энергетических характеристик. Статические характеристики станций. Эквивалентные характеристики станций. Классификация электрических сетей. Пропускная способность сетей разных классов номинального напряжения. Ограничения пропускной способности электрической сети по статической и динамической устойчивости энергосистемы. Влияние ограничений на режимы энергосистемы. Структура балансов мощности и энергии системы. Участие станций в энергетических балансах системы. Особенности составления балансов мощности. Особенности составления баланса электроэнергии. ГЭС в энергетических балансах. Баланс реактивной мощности. Резервы мощности. Оптимальное управление режимами энергосистемы. Задачи оптимизации режимов. Математическая модель управления режимами. Задачи оптимального распределения нагрузки. Оптимальное распределение нагрузки между ТЭС в энергосистеме. Распределение нагрузки в энергосистеме с ТЭС и ГЭС. Распределение нагрузки между агрегатами электростанций. Распределение реактивных нагрузок. Реализация распределения нагрузки при эксплуатации электростанций и энергосистем. Комплексная оптимизация режимов энергосистем. Характеристика задачи выбора состава агрегатов в энергосистеме. Выбор состава агрегатов в системе с ТЭС. Особенности выбора состава агрегатов с учётом ГЭС. Требования к энергосистеме как инфраструктурной отрасли экономики России. Обеспечение надёжного и экономичного электроснабжения потребителей. Требования энергетической безопасности к электростанциям и электрической сети.

Аннотация дисциплины

Оптимизация и управление развитием энергосистем – Б1.В.ДВ.1.2

Цель освоения дисциплины: изучение методов и подходов, использование которых обеспечивает повышение эффективности функционирования энергосистем (ЕЭС России) в нормальных и аварийных режимах.

Место дисциплины в структуру ОПОП: дисциплина относится к вариативной части по выбору блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) по профилю «Электроэнергетические системы и сети, их режимы, устойчивость, надежность и качество электрической энергии» подготовки магистров направления 13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника. Количество зачетных единиц – 5.

Содержание разделов: Характеристика электроэнергетической системы (ЭЭС), как управляемой развивающейся системы со сложными взаимосвязями между отдельными ее элементами. Понятия оптимизация и развитие. Применение теории больших систем к анализу стратегии развития ЭЭС. Экономические, энергетические, социальные и законодательные аспекты, определяющие эффективность управления развитием ЭЭС. Каноническая форма записи уравнения Эйлера. Применение методов теории оптимального и кибернетического управления для поиска алгоритмов оптимального управления эффективностью функционирования ЭЭС. Системы экстремального управления, принцип их действия. Принципы построения оптимальных самоорганизующихся систем автоматического управления и направления их применения при рассмотрении перспектив развития ЭЭС при создании сложных систем управления режимами объединенной ЕЭС России. Принципы построения сложных кибернетических самоорганизующихся систем управления (больших систем). Анализ структурного устройства кибернетической самоорганизующейся системы «Робот», «Луноход». Принципы построения обучаемых и самообучающихся систем. Системы распознавания образов, их структурные особенности. Задача оптимизации управления развитием ЭЭС. Метод динамического программирования применительно к решению задач, описываемых алгебраическими уравнениями. Принцип оптимальности по Беллману. Дифференциальное уравнение Беллмана для оптимизации перехода динамических систем из одного состояния в другое. Уравнение Эйлера. Определение понятия гладкие функции и функционала. Применение уравнения Эйлера для решения задач оптимизации. Частные случаи решения уравнения Эйлера. Определение вида экстремума функционала при решении задач отыскания оптимального перехода из одного состояния при развитии в другое. Условие Лежандра, матрица Гессе. Обобщение задачи оптимизации. Оптимизация с использованием условия Эйлера-Пуассона. Применение такого метода оптимизации к решению конкретной задачи оптимизации. Оптовый рынок электроэнергии. ФОРЭМ. Структурные изменения в процессе реформирования электроэнергетики страны. Создание коммерческой инфраструктуры. Регулируемый и конкурентный рынки в электроэнергетике, их взаимодействие. Технология использования рыночных рычагов для модернизации и обновления парка генерирующих мощностей в электроэнергетике. Балансирующий рынок. Рынок резервов и дополнительных услуг. Развитие структуры рынка электроэнергии. Стратегия развития электроэнергетики России до 2020 и 2030 годов. Строительство высокотехнологичных парогазовых установок ПГУ, использование нетрадиционных источников энергии, а также АЭС. Развитие электроэнергетики по пути повышения надежности, экономической эффективности и энергетической безопасности – основные направления на перспективу. Приоритетные источники электроэнергии и их характеристика (новые крупные ГЭС, АЭС, ПГУ).

Новые подходы к построению систем управления работой энергоагрегатов с применением новых технологий – микропроцессорных устройств. Характеристики регуляторов АРВ-М и их разновидностей. Энергетический подход к определению алгоритмов управления работой энергоагрегатов в ЭЭС. Экспертные системы как интеллектуальные системы с элементами «искусственного разума». Принципы их построения. Блок-схема системы. Перспективы их применения. Алгоритмы принятия решений, реализуемые в экспертных системах. Реализация принципов искусственного интеллекта при создании систем диагностики аварийного состояния ЭЭС и ее элементов. Применение новых технологий при создании систем автоматизированного управления состоянием ЭЭС и их объединений в нормальных и аварийных условиях. Исследования по созданию системы «искусственный разум». Принципы построения систем управления с элементами «искусственного интеллекта». Применение таких систем при разработке новых технологий. Система мониторинга переходных режимов СМПП (WAMS) и перспективы ее создания в ЕЭС России. Основные блоки системы СМПП, их взаимосвязь и характеристики условий оптимального функционирования. Применение СМПП в ЕЭС России и за рубежом. Автоматические регуляторы возбуждения с элементами «искусственного интеллекта». Блок-схема регулятора с нечеткой логикой (с искусственной «нейронной сетью»). Принцип построения и анализ эффективности их применения на энергоагрегатах в энергосистемах. Аварии в 2003-2005 годах в энергообъединениях США, Канады, Европы и России. Причины их возникновения и мероприятия по предотвращению. Связь аварий с введением рынков электроэнергии. Анализ аварии в Московской энергосистеме в 2005 г. Авария на Саяно-Шушенской ГЭС, причины возникновения и этапы ее развития. Мероприятия по предотвращению таких аварий. Оснащение ЕНЭС устройствами FACTS и энергоагрегатами нового типа (СТАТКОМ, АСТГ, АСК). Заключительная лекция (резервная с подведением итогов освоения всех разделов дисциплины). Развитие Единой национальной электрической сети России (ЕНЭС России) по пути превращения ее в управляемую адаптивную электрическую сеть. Объединение ЕЭС России для совместной работы с энергосистемами других стран. Развитие системы мониторинга СМПП России по пути создания автоматизированной системы управления переходными режимами ЕЭС России. Концепция создания системы управления переходными режимами и перспективы ее применения в России и за рубежом.

Аннотация дисциплины

Отдельные вопросы диспетчерского управления – Б1.В.ДВ.2.1

Цель освоения дисциплины: изучение методов управления режимами электрических систем для повышения уровня устойчивости и экономичности функционирования энергосистемы в целом.

Место дисциплины в структуру ОПОП: дисциплина относится к вариативной части по выбору блока дисциплин основной образовательной программы (ООП) по профилю «Электроэнергетические системы и сети, их режимы, устойчивость, надежность и качество электрической энергии» подготовки магистров направления 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника. Количество зачётных единиц –4.

Содержание разделов: Основные определения. Характер аварийных режимов в ЭЭС. Качество переходного режима. Задачи противоаварийного управления энергосистемой. Общая характеристика устойчивости. Виды статической устойчивости, области устойчивости. Поведение системы на границе области устойчивости. Методы оценки запасов устойчивости применительно к задачам управления установившимися режимами. Математические основы теории оптимального управления режимами энергосистем. Оценка влияния на устойчивость автоматического повторного включения линий, импульсной разгрузки генераторов, отключения части генераторов. Работа делительной автоматики в ЭЭС. Управление режимами в темпе процесса. Регулирование реактивной мощности. Частотная разгрузка и ограничение напряжения в узлах системы. Влияние их работы на электромеханический процессы в ЭЭС. Организация оперативно-технологического управления. Основная задача Системного оператора. Цели Системного оператора. Планирование и коррекция графиков станций. Постановка задачи управления крупным объединением. Иерархический принцип построения режимной автоматики на примере АПНУ. Локальная ПА, основные задачи. Централизованная ПА районов управления. Координирующая ПА. ЦКПА ЕЭС России.

Аннотация дисциплины

Отдельные вопросы эксплуатации электрических сетей – Б1.В.ДВ.2.2

Цель освоения дисциплины состоит в изучении отдельных вопросов организации эксплуатации электрических сетей, включая формирование плана ремонтов и реновации, а также организации ремонтных работы на ВЛ.

Место дисциплины в структуру ОПОП: дисциплина относится к вариативной части по выбору блока дисциплин основной образовательной программы (ООП) по профилю «Электроэнергетические системы и сети, их режимы, устойчивость, надежность и качество электрической энергии» подготовки магистров направления 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника. Количество зачётных единиц – 4.

Содержание разделов: Правила и подходы к формированию плана выполнения ремонтных работ, в соответствии с действующей нормативно-технической документацией. Планирование работ на оборудовании подстанций и линий электропередач. Предотвращение износа оборудования, своевременный перевод оборудования из ремонтной программы в программу реновации. Виды ремонтов и их применение, понятие ремонтного цикла. Взаимодействие с инфраструктурными организациями при организации выполнения ремонтных работ. Общие сведения об эксплуатации воздушных линий. Подготовка и требования к персоналу. Ремонтно-производственные базы и их типы. Комплектация ремонтных бригад. Средства индивидуальной защиты. Эксплуатационная документация. Организация аварийно-восстановительных работ. Характерные неисправности воздушных линий. Обходы и осмотры воздушных линий. Виды ремонтных работ на воздушных линиях. Наведенное напряжение на проводах и тросах воздушных линий, физическая природа наведенного напряжения и распределение его по длине воздушной линии при различной схеме заземления проводов и грозозащитных тросов. Измерение наведенного напряжения на отключенных воздушных линиях, правила проведения измерений и меры безопасности. Мероприятия по снижению уровня наведенного напряжения на проводах и грозозащитных тросах воздушных линий электропередачи. Развитие работ под напряжением в России и за рубежом. Необходимость, преимущества и недостатки работ под напряжением. Общие положения и нормативно-техническая документация при работах под напряжением. Схемы выполнения работ под напряжением. Требования к персоналу. Меры безопасности при работах под напряжением. Технологии выполнения работ под напряжением. Специальные устройства для выполнения работ под напряжением. Вибрация проводов и грозотросов и защита от нее. Гололед на проводах и грозотросах воздушных линий. Гололедно-изморозевые нагрузки. Плавка гололеда. Пляска проводов. Средства предупреждения и мониторинга гололедообразования.

Аннотация дисциплины

Электропередачи и вставки постоянного тока – Б1.В.ДВ.3.1

Цель освоения дисциплины состоит в изучении схемотехники и режимов работы ППТ и ВПТ.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина относится к вариативной части по выбору блока дисциплин основной образовательной программы (ООП) по профилю «Электроэнергетические системы и сети, их режимы, устойчивость, надежность и качество электрической энергии» подготовки магистров направления 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника. Количество зачётных единиц – 3.

Содержание разделов: Возможные области применения электропередач и вставок постоянного тока, их преимущества и недостатки. Схемы выполнения ППТ и ВПТ, отличия этих схем друг от друга, объяснение этих отличий. Схема преобразовательного моста, назначение ее отдельных элементов, принцип действия преобразователя. Вольтамперная характеристика тиристора, ее идеализация, условия открытия и закрытия тиристора. Различие между тиристором и силовым транзистором. Математическое описание схемы преобразователя, система эквивалентных ЭДС, нелинейность уравнений. Основные допущения, принимаемые при анализе электромагнитных процессов в преобразователе и их обоснование. Кусочно-припасовочный метод решения систем нелинейных дифференциальных уравнений и его применение для анализа электромагнитных процессов в преобразователе. Режим холостого хода преобразователя (режим «0»), и режим прерывистых токов (режим «1-0»), условия их возникновения и их особенности. Режим малых токов (режим «2»), условия его существования, его математическое описание. Основные характеристики режима «2»: выпрямленное напряжение и его зависимость от угла управления вентилями, величина и форма тока фазы трансформатора, сдвиг первой гармоники тока относительно напряжения своей фазы, напряжение на вентиле за период частоты сети, внешняя характеристика и схема замещения преобразователя на стороне постоянного тока. Режим «2-3» как основной режим выпрямителя. Основная система уравнений и ее решение. Процесс коммутации, уравнения токов коммутирующих вентилях, зависимость величины угла коммутации от параметров режима и параметров схемы замещения преобразователя, граница режима. Условия перехода преобразователя в режим «3» и затем в режим «3-4». Основные характеристики режима «2-3». Уравнение внешней характеристики выпрямителя, семейство внешних характеристик при различных значениях угла α , среднее и мгновенное значения выпрямленного напряжения и зависимость последнего от угла α , форма и величина тока фазы трансформатора, напряжение, воздействующее на вентиль, за период частоты сети, схема замещения преобразователя на стороне постоянного тока. Переход выпрямителя в инверторный режим. Физика процесса, условие перехода, основные параметры, характеризующие режим инвертора, возможность использования полученной ранее системы уравнений для анализа режима инвертирования. Основные уравнения, характеризующие режим инвертора. Зависимость величины угла закрытия вентилях от тока нагрузки и напряжения приемной системы. Опрокидывание инвертора и причины его вызывающие. Скачок фазы при несимметричных КЗ в приемной системе. Регулятор угла закрытия вентилях, возможные пути ее выполнения. Уравнение внешней характеристики нерегулируемого инвертора ($\beta = \text{const}$), существующее ограничение по току. Уравнение внешней характеристики регулируемого инвертора ($\delta = \text{const}$). Схема замещения всей электропередачи, включающая выпрямитель, инвертор, линию. Приведение характеристик выпрямителя и инвертора к одной точке схемы замещения. Совместная работа нерегулируемых выпрямителя и инвертора. ($\alpha = \text{const}$, $\beta = \text{const}$), уравнение тока электропередачи, возможные способы изменения передаваемой

мощности, существующие ограничения. Совместная работа выпрямителя и инвертора при $\alpha = \text{const}$ и $\delta = \text{const}$ и при различных соотношениях наклонов внешних характеристик преобразователей, условие устойчивости электропередачи. Необходимость введения регулятора тока и регулятора минимального тока, соотношение между их уставками. Совмещенные внешние характеристики выпрямителя и инвертора, оснащенных этими регулирующими устройствами. Два возможных способа ведения режима: режим ведется РТ и режим ведется РМТ. Особенности этих способов. Структурная схема системы автоматического регулирования ППТ, подсистемы первичного и вторичного регулирования. Энергетические характеристики преобразователя, мгновенное значение мощности на входе преобразователя. Доказательство того, что активная мощность передается в цепь постоянного тока только первой гармоникой тока. Составляющие полной мощности на входе преобразователя, угол сдвига первой гармоники тока по отношению к напряжению. Величина реактивной мощности, потребляемой преобразователем из сети, и ее зависимость от параметров режима последнего. Причины, по которым преобразователь с обычными тиристорами может работать только в режиме потребления реактивной мощности. Новые типы силовых полупроводниковых приборов - полностью управляемые тиристоры и силовые транзисторы. Новый тип преобразователей, основанный на применении этих приборов и основные характеристики таких преобразователей. Высшие гармоники в токе преобразователя. Спектральный состав тока фазы, величины токов высших гармоник. Спектральный состав тока фазы сетевых обмоток трансформаторов при различных группах соединения последних. Влияние токов высших гармоник на прилегающую сеть переменного тока. Методы компенсации токов высших гармоник: повышение фазности преобразования, применение фильтров. Активные и пассивные фильтры, согласование частотных характеристик пассивных фильтров и системы. Компенсация реактивной мощности, потребляемой преобразователями из сети: синхронные компенсаторы, СТК, фильтры, КБ. Конструкция воздушных линий постоянного тока, способы прокладки. Типы опор, конструкция полюса, особенности работы линейной изоляции, конструктивные решения. Кабельные линии постоянного тока, способы прокладки. Особенности работы кабельной изоляции на постоянном и переменном напряжении, температурная инверсия электрического поля кабеля. Конструкция высоковольтного тиристорного вентиля, тиристорные ячейки, модули. Схема тиристорной ячейки, назначение ее отдельных элементов. Система охлаждения вентиля, опорная и подвесная изоляция вентиля. Возможные способы промежуточного отбора мощности от электропередач постоянного тока. Проблема изменения режима промежуточного преобразователя (выпрямитель - инвертор). Пути создания выключателя постоянного тока. Условия работы преобразовательного трансформатора в схеме 12-ти фазного преобразователя. Особенности конструкции преобразовательных трансформаторов. Назначение и конструкция линейных реакторов. Потери мощности в преобразователях и линиях постоянного тока.

Аннотация дисциплины

Управление качеством электроэнергии – Б1.В.ДВ.3.2

Цель освоения дисциплины получение знаний и умений в области управления качеством электроэнергии в электрических сетях общего назначения.

Место дисциплины в структуру ОПОП: дисциплина относится к вариативной части по выбору блока дисциплин основной образовательной программы (ООП) по профилю «Электроэнергетические системы и сети, их режимы, устойчивость, надежность и качество электрической энергии» подготовки магистров направления 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника. Количество зачётных единиц – 3.

Содержание разделов: Источники и приемники электрической энергии (ЭЭ). Передача, производство, распределение и потребление электроэнергии. Баланс активной и реактивной мощности. Номинальные напряжения электрических сетей. Распределение напряжения при передаче ЭЭ. Качество электроэнергии (КЭ) и электромагнитная совместимость (ЭМС). Характеристики КЭ и ЭМС. Виды электромагнитных помех. Показатели КЭ и уровни ЭМС. Помеховосприимчивость и помехоустойчивость. Медленное изменение, колебания, несинусоидальность, несимметрия напряжения и отклонения частоты как процессы, характеризующие режим работы электрической системы. Показатели качества электрической энергии (ПКЭ) как характеристики этих процессов. Отклонения напряжения в трехфазной и однофазной сети, форма, размахи и частота повторений колебаний напряжения, фликер как интегральная характеристика колебаний напряжения, коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения и коэффициент гармонических искажений напряжения, коэффициент несимметрии напряжения по обратной и нулевой последовательности. Провалы напряжения и временные перенапряжения. Глубина и длительность провалов. Коэффициент временного перенапряжения. Импульсы напряжения, их амплитуда и длительность. Нормирование КЭ. Нормальные и предельные значения ПКЭ. Основные ПКЭ и вспомогательные параметры электрической энергии. Оценка ПКЭ по допустимым значениям, вероятностные характеристики ПКЭ. Нормы КЭ и их характеристики. Требования к типам заземления системы. Особенности подключения различных электроустановок к одной распределительной сети. Возможные дефекты конструкции сети и их влияние на КЭ. Преобразователи, дуговые сталеплавильные печи, индукционные печи, сварочное оборудование, освещение, бытовые электроприемники. Основные характеристики этого оборудования, определяющие вид вносимых искажений напряжения. Нормирование уровня помех, вносимых электроприемниками. Электротехнический и технологический ущерб, вызванный ухудшением качества электроэнергии на зажимах электроприемников. Статические характеристики генераторов, электромеханические характеристики асинхронных двигателей, потери в конденсаторах и кабелях, сокращение срока службы изоляции, характеристики ламп накаливания. Восприимчивость электронного оборудования и компьютеров. Правовая основа взаимоотношений энергоснабжающей организации и потребителей. Гражданский кодекс Российской Федерации. Федеральный закон об электроэнергетике. Стандарты на качество электроэнергии. Правила присоединения потребителя к сетям общего назначения по условиям качества электроэнергии. Правила учета электрической энергии. Типовая структура современных средств измерения (СИ). Основные технические требования к приборам. Требования к нормируемым метрологическим характеристикам. Требования к электропитанию. Требования к входным цепям. Требования электромагнитной совместимости. Исполнение приборов. Требования безопасности. Методы контроля метрологических характеристик. Испытания приборов. Сертификат на тип. Контроль в точках общего присоединения потребителя (ТОП). Эпизодический и постоянный контроль.

Выбор типа средств измерения (СИ). Схемы присоединения СИ. Измерение напряжений, тока и мощности. Учет погрешности СИ и измерительных трансформаторов напряжения и тока. Выбор интервала измерения и длительности измерения. Обработка результатов измерения. Оценка допустимости измеренных ПКЭ по относительному времени превышения нормальных и предельных значений ПКЭ. Анализ результатов измерения. Определение фактического вклада потребителя. Определение допустимого расчетного вклада потребителя в ухудшение КЭ. Контроль выполнения требований ГОСТ. Контроль выполнения условий договора на электроснабжение. Определение виновника ухудшения КЭ в ТОП. Оформление документации по результатам контроля и анализа КЭ. Организационные и технические мероприятия. Анализ причин ухудшения КЭ. Измерения ПКЭ. Выбор мероприятий в условиях проектирования и эксплуатации. Технические условия на присоединение потребителя к ЭС общего назначения. Выбор средств обеспечения КЭ. Регулирование напряжения. Компенсация реактивной мощности. Фильтро-компенсирующие и симметрирующие установки. Схемные способы обеспечения КЭ.

Аннотация дисциплины

Управление режимами ЭЭС – Б1.В.ДВ.4.1

Цель освоения дисциплины состоит в изучении технических способов и средств управления режимами электроэнергетических систем.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина относится к вариативной части по выбору блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) по программе Электроэнергетические системы и сети, их режимы, устойчивость, надежность и качество электрической энергии направления 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника.. Количество зачетных единиц – 5.

Содержание разделов: Требования к устойчивости ЭЭС в соответствии с «Методические указания по устойчивости» утверждённые Приказом Минэнерго России от 30.06.2003 №277. Определение максимально и аварийно допустимых перетоков активной мощности в соответствии со СТО 59012820.27.010.001-2013 Правила определения максимально допустимых и аварийно допустимых перетоков активной мощности в контролируемых сечениях диспетчерского центра ОАО «СО ЕЭС». Дата введения 18.01.2013. Применение устройств ПА в соответствии со СТО 59012820.29.240.001-2011 Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Противоаварийная автоматика энергосистем. Условия организации процесса. Условия создания объекта. Дата введения 19.04.2011 в редакции изменения, введённого действием приказом ОАО «СО ЕЭС» от 29.07.2014 №201. Управление режимами ЭЭС. Автоматические устройства управления режимами ЭЭС и их назначение. Взаимодействие систем ПА. Структура ПА ЭЭС. Математическая модель ЭЭС, системы возбуждения и АРВ синхронного генератора. Статические характеристики нерегулируемой ЭЭС. Математическая модель простейшей ЭЭС и условия её статической устойчивости. Автоматическое регулирование возбуждения пропорционального действия. Структурная схема АРВ ПД. Статические характеристики ЭЭС с АРВ ПД генератора. Определяющие условия статической устойчивости ЭЭС с АРВ ПД. Противоречие между статической точностью и статической устойчивостью в ЭЭС с АРВ ПД генератора и их устранение. Синтез структуры АРВ сильного действия. Задачи синтеза структуры. Метод малого параметра и его применение для анализа условий статической устойчивости ЭЭС. Определение необходимого порядка производных режимных параметров для каналов стабилизации: условия статической устойчивости ЭЭС при стабилизации по первой производной режимного параметра, условия статической устойчивости ЭЭС при стабилизации по первой и второй производным режимного параметра. Выбор режимного параметра канала стабилизации АРВ СД. Системы возбуждения синхронных машин. Современные системы автоматического регулирования возбуждения синхронных машин. Структурные схемы АРВ СД. Требования к системам автоматического регулирования. Способы настройки регуляторов возбуждения синхронных генераторов. Применение метода D-разбиения для настройки АРВ. Критерий Гурвица и Рауса. Критерий Михайлова. Регулирование частоты и мощности в ЭЭС. Требования к электростанциям участвующим в регулировании частоты в ЭЭС. Автоматическое регулирование частоты и мощности ЭЭС в соответствии со СТО 59012820.27.100.003-2012 Регулирование частоты и перетоков активной мощности в ЕЭС России. Дата введения 05.12.2012 в редакции изменения, введённого действием приказом ОАО «СО ЕЭС» от 29.07.2014 №201. Принципы управления режимом ЭЭС при больших возмущениях. Управляющие воздействия. Автоматические устройства и принцип их действия. Оптимальное управление переходными режимами ЭЭС. Принцип максимума Понтрягина. Применение методов теории оптимального управления для улучшения условий динамической устойчивости ЭЭС. Формирование математической модели ЭЭС для решения задачи оптимального управления мощностью турбины и

возбуждением генератора в системе станция-шины бесконечной мощности. Оптимальное управление линейными системами. Матричное уравнение Риккати. Оптимальное управление линейной системой при заданной степени устойчивости.

Аннотация дисциплины

Средства компенсации электропередач СВН – Б1.В. ДВ.4.2

Цель дисциплины: изучение свойств средств компенсации реактивной мощности и приобретение знаний о их применении для повышения пропускной способности и улучшения режимных параметров электропередач СВН.

Место дисциплины в структуре ООП: дисциплина относится к вариативной части по выбору блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) по профилю «Электроэнергетические системы и сети, их режимы, устойчивость, надёжность и качество электроэнергии» направления 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника». Количество зачётных единиц – 5.

Содержание разделов: Классификация средств компенсации по назначению и режимно-техническим характеристикам. Классификация по назначению: повышение пропускной способности электропередач; обеспечение балансов реактивной мощности на промежуточных и конечных подстанциях. Компенсирующие устройства: продольного, поперечного и комбинированного подключения; электромашинные и статические; неуправляемые и управляемые автоматически. Номинальные мощности и напряжения стандартных устройств, их возможности генерации и потребления реактивной мощности. Стоимостные соотношения устройств различного конструктивного исполнения. Пропускная способность электропередач СВН, методы и способы её увеличения. Режимно-технические ограничения пропускной способности: длительно допустимый нагрев проводов ВЛ; устойчивость параллельной работы генераторов ЭЭС; допустимые значения напряжения в промежуточных точках ВЛ, на промежуточных и конечных подстанциях; отключающая способность коммутационных аппаратов. Методы повышения пропускной способности ВЛ СВН. Характеристика традиционных способов повышения пропускной способности. Средства компенсации для повышения пропускной способности протяжённых электропередач СВН. Применение управляемого компенсирующего устройства для повышения пропускной способности за счёт стабилизации напряжения в промежуточном узле электропередачи. Методика расчёта требуемой установленной мощности устройств. Угловые характеристики мощности электропередачи. Схемы включения и параметры устройств продольной емкостной компенсации (УПК) в электропередачах с одноцепными и двухцепными ВЛ СВН. Влияние УПК на режимные параметры линии, необходимость применения шунтирующих реакторов (ШР). Возможные схемы комбинированного включения УПК и ШР. Конструктивное исполнение УПК. Средства компенсации для балансирования реактивной мощности на промежуточных и конечных подстанциях электропередачи. Балансирование реактивной мощности в узлах электропередачи как необходимое условие стабилизации желаемых значений напряжения на стороне СВН во всех длительных режимах работы. Основные источники и потребители реактивной мощности: синхронные генераторы и компенсаторы, шунтовые конденсаторные батареи и шунтирующие реакторы, статические компенсаторы, асинхронизированные синхронные машины. Рекомендуемые сочетания компенсирующих устройств и оптимизация их установленной мощности. Методы и возможности снижения потерь активной мощности в компенсированных электропередачах. Методы вычисления потерь активной мощности при различном моделировании ВЛ СВН (уравнения длинной линии, четырёхполюсник, П-образная схема, цепочечная схема) с учётом коронирования проводов. Математические условия минимизации потерь и возможности их реализации. Влияние включённых компенсирующих устройств на потери. Методы достижения наименьших возможных потерь при соблюдении режимно-технических ограничений в режимах передачи наибольшей мощности. Новые технические средства для управления режимами и техническими

характеристиками электропередач. Компактные управляемые самокомпенсирующиеся воздушные линии (УСВЛ) и их возможное конструктивное исполнение для разного класса номинального напряжения. Изменения удельных и волновых параметров УСВЛ за счёт сближения разноимённых фазных проводов двух трёхфазных цепей и с помощью фазоповоротных трансформаторов при сближении одноимённых фазных проводов. Получаемое повышение пропускной способности в сравнении с двухцепными ВЛ традиционных конструкций. Режимные особенности УСВЛ. Управляемое устройство продольной емкостной компенсации (УУПК) с дискретным и плавным изменением степени компенсации, применяемое с целью увеличения пропускной способности в рабочих режимах и для обеспечения динамической устойчивости. Устройство комбинированного воздействия на передаваемую мощность по линиям СВН: объединённый регулятор потоков мощности векторного действия. Исторический обзор применения средств компенсации в зарубежных и отечественных электропередачах. Научно-технические достижения ведущих стран по разработке и внедрению средств компенсации за период с 50-х годов XX века. Новейшие управляемые компенсирующие устройства и технологии управляемых электропередач (FACTS) – технологическая основа создания интеллектуальных электроэнергетических систем.

Аннотация дисциплины

Алгоритмы расчётов установившихся режимов и переходных процессов ЭЭС – Б1.В.ДВ.5.1

Цель освоения дисциплины состоит в изучении способов и подходов решения задач установившегося режима и переходных процессов ЭЭС на ЭВМ.

Место дисциплины в структуру ОПОП: дисциплина относится к вариативной части по выбору блока дисциплин основной образовательной программы (ООП) по профилю «Электроэнергетические системы и сети, их режимы, устойчивость, надежность и качество электрической энергии» подготовки магистров направления 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника. Количество зачётных единиц – 4.

Содержание разделов: Этапы решения технических задач на ЭВМ. Задачи курса. Классификация установившихся режимов ЭЭС, задачи управления режимами разных классов. Свойства ЭЭС как объекта управления. Территориальная и временная иерархия задач управления режимами ЭЭС. Критерий оптимальности установившегося режима. Общая формулировка задачи оптимизации режима ЭЭС как задачи математического программирования. Декомпозиция вектора параметров режима на независимые, зависимые и заданные параметры. Формулировка задачи оптимизации установившихся режимов ЭЭС в пространстве независимых и зависимых параметров. Задача на безусловный экстремум, её решение методом Ньютона и методом скорейшего спуска. Решение задачи на условный экстремум. Функция Лагранжа, метод множителей Лагранжа. Рациональная организация вычислений при расчете вектора – градиента целевой функции по независимым переменным. Учет ограничений в виде неравенств с помощью штрафных функций. Способы улучшения сходимости итерационного процесса: путем последовательного увеличения коэффициентов штрафа и путем сдвига допустимых пределов. Учет ограничений в виде неравенств на независимые переменные методом приведенного градиента. Подход к учету ограничений в виде неравенств на зависимые переменные. Учет ограничений по апериодической статической устойчивости при расчете и оптимизации установившихся режимов ЭЭС. Выбор пути утяжеления, поисковый и беспоисковый алгоритмы определения предельного режима на заданном пути утяжеления. Беспоисковый алгоритм определения кратчайшего расстояния от исходного режима до предельного по условию апериодической статической устойчивости. Декомпозиция общей задачи оптимизации установившегося режима ЭЭС: 1) оптимизация по активной мощности; 2) оптимизация по напряжению и реактивной мощности. Техническая постановка задачи оценки состояния ЭЭС (установившегося режима) по данным телеизмерения, ее отличие от задачи расчета потокораспределения. Математическая формулировка этой задачи как задачи минимизации взвешенной суммы квадратов невязок. Учет псевдоизмерений и априорной информации – метод обобщенной нормальной оценки. Решение задачи оценки состояния градиентным методом и методом Ньютона (пренебрежение слагаемым с матрицей вторых производных, блочная диагонализация матрицы Якоби). Отсевание ложных измерений. Задача ввода установившегося режима ЭЭС в допустимую область. Математическая постановка задачи устранения перегрузок по току ЛЭП. Линеаризация уравнений баланса мощности в узлах и уравнений токов перегруженных линий. Исключение внутренних переменных с помощью прямого хода метода Гаусса. Аппарат псевдообратных матриц его применение для решения задачи устранения перегрузок по току ЛЭП. Применение аппарата псевдообратных матриц для решения задачи устранения перегрузок по току ЛЭП. Решение этой задачи путем изменения U и δ генераторных узлов. Техническая постановка задачи ввода режима ЭЭС в допустимую область по напряжениям узлов и возможные пути ее решения: 1) регулирование реактивной мощности генераторов; 2) подключение шунтирующих реакторов; отключение

слабо загруженных ЛЭП. Математическая формулировка первой задачи и алгоритм ее решения. Решение задачи ввода режима ЭЭС в допустимую область по напряжениям узлов путем подключения реакторов с использованием принципа суперпозиции. Ввод режима ЭЭС в допустимую область по напряжениям узлов путем отключения слабо загруженных ЛЭП СВ и : 1) техническая постановка задачи; 2) выбора метода решения на основе принципа суперпозиции. Отключение ветви, содержащей только продольную проводимость, алгоритм быстрого расчета. Моделирование отключения ЛЭП, представленной П-образной схемой замещения. Учет нелинейности узловых токов при моделировании отключения ЛЭП. Структура математического описания ЭЭС для анализа электромеханических переходных процессов и устойчивости, уравнения связи систем координат. Матрица преобразования систем координат, ее свойства. Матричная мнимая единица, оператор поворота $e^{j\delta}$. Инвариантность выражений мощности. Уравнения переходных процессов в синхронном генераторе в форме Коши. АРВ сильного действия: функции, законы регулирования, параметры. Приведение дифференциальных уравнений элементов АРВ к уравнениям в форме Коши. Уравнения балансов мощности в генераторных и нагрузочных узлах. Общая модель ЭЭС для анализа электромеханических переходных процессов и ее свойства: 1) наличие нелинейного алгебраического блока; 2) высокая размерность подсистемы дифференциальных уравнений; 3) жесткость этой подсистемы. Общие задачи исследования статической устойчивости ЭЭС и методы их решения. Уравнения электромеханических переходных процессов в ЭЭС в малых отклонениях при записи дифференциальных уравнений в форме Коши. Приведение линеаризованных уравнений переходных процессов в ЭЭС к виду, позволяющему использовать известные алгоритмы и программы решения полной проблемы собственных значений. Исключение алгоритмическим путём подсистем уравнений балансов мощности в узлах сети. Особенности построения математического описания ЭЭС при анализе статической устойчивости частотными методами. Алгоритмы расчета годографа Михайлова и границ Д-разбиения для сложных ЭЭС. Расчеты электромеханических переходных процессов и динамической устойчивости ЭЭС. Задачи расчетов, основные допущения. Общая математическая модель ЭЭС, особенности ее динамической и статической подсистем. Классификация методов численности интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод трапеций. Алгоритм расчета электромеханических переходных процессов в системе «Станция – шины бесконечной мощности» методом трапеций: этап 1 – сведение исходной системы к системе нелинейных уравнений на шаге интегрирования, этап 2 – алгоритм решения системы нелинейных уравнений на шаге интегрирования методом Ньютона. Исключение внутренних переменных генератора, целесообразность этого подхода для расчета сложных систем. Определение реакции линейного динамического звена на входной сигнал произвольной формы при его ступенчатой аппроксимации. Рекуррентные формулы для расчета реакции апериодического и дифференцирующих звеньев. Необходимость более точной аппроксимации входного сигнала для возможности увеличения шага интегрирования при сохранении заданной точности расчетов. Кусочно-линейная аппроксимация входного сигнала линейного динамического звена: общее выражение для расчета сигнала на входе звена, рекуррентная формула для расчета реакции апериодического звена. Рекуррентная формула для расчета реакции дифференцирующего звена при кусочнолинейной аппроксимации входного сигнала. Расчет реакции двух последовательно соединенных дифференцирующих звеньев. Приведение этой схемы к параллельному соединению звеньев. Расчет реакции для преобразованной схемы. Анализ методической погрешности для преобразованных вариантов, предельный случай $\Delta t \rightarrow 0$. Расчет реакции двух последовательно соединенных и сведенных к параллельному соединению звеньев для случая $T_1=T_2$. Приведение звеньев первого порядка от последовательного соединения к параллельному. Преобразование структурной схемы АРВ к виду, удобному для расчетов динамической устойчивости.

Аннотация дисциплины

Алгоритмы расчётов систем электроснабжения – Б1.В.ДВ.5.2

Цель освоения дисциплины: изучение методики и алгоритмов расчетов режимов систем электроснабжения.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина относится к части блока дисциплин по выбору основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) подготовки магистров по профилю "Электроэнергетические системы и сети, их режимы, устойчивость, надежность и качество электрической энергии" направления 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника". Количество зачётных единиц – 4.

Содержание разделов: Назначение автоматизированных систем диспетчерского управления (АСДУ), их основные функции. Структура АСДУ. Информация, необходимая для управления ЭЭС. Классификация информации в АСУ. Измерение информации. Кодирование информации. Повышение помехоустойчивости передаваемой информации: код с обнаружением ошибки, код с исправлением ошибки, код Хэмминга. Модуляция сигналов, виды модуляции. Каналы передачи информации в электрических сетях. Многоканальные системы передачи информации. Временное, кодовое и частотное разделение информации в многоканальной системе передачи информации. Помехи при передаче информации, их источники и характеристики. Способы повышения помехоустойчивости при передаче информации. Постановка задачи оптимизации установившихся режимов ЭЭС. Критерии оптимальности. Ограничения, накладываемые на физические параметры и условия работы основного энергетического оборудования. Узловые уравнения установившегося режима ЭЭС. Зависимые и независимые параметры. Целевые функции и ограничения при решении задач расчета и оптимизации установившихся режимов ЭЭС. Характеристики графиков нагрузки. Характеристики электростанций различных типов. Постановка задачи оптимального распределения активной нагрузки между ТЭС. Принимаемые допущения. Анализ получаемых критериев. Оптимальное распределение активной нагрузки с учетом потерь активной мощности в электрических сетях. Методы определения оптимальных режимов в смешанных ЭЭС, содержащих гидроэлектростанции (ГЭС). Понятие оптимального распределения реактивной нагрузки между источниками реактивной мощности. Комплексная оптимизация установившегося режима ЭЭС. Допущения, сводящие эту задачу к раздельной оптимизации. Прямые методы оптимизации установившегося режима ЭЭС по активной мощности. Введение в оценивание состояния ЭЭС. Погрешности оценивания состояния ЭЭС. Методы построения целевой функции для оценивания состояния ЭЭС. Алгоритм метода обобщенной нормальной оценки. Понятие наблюдаемости ЭЭС. Определение наблюдаемости ЭЭС по данным измерений. Метод сопряженных градиентов для оценивания состояния ЭЭС. Метод Ньютона 2-го порядка для оценивания состояния ЭЭС. Раздельный метод Ньютона 2-го порядка для оценивания состояния ЭЭС. Сопоставление метода сопряженных градиентов и метода Ньютона 2-го порядка. Метод максимального правдоподобия в оценивании состояния ЭЭС. Динамическое оценивание состояния ЭЭС. Понятие об экономически целесообразной компенсации реактивной мощности в распределительных сетях. Выбор мощности компенсирующих устройств в магистральных распределительных сетях. Выбор мощности компенсирующих устройств в радиальных распределительных сетях. Выбор мощности компенсирующих устройств в радиально-магистральных распределительных сетях. Оптимальное размещение батарей конденсаторов в распределительных сетях с учетом изменения напряжения. Типы накопителей электроэнергии. Схемы и математические модели элементов энергосистем с использованием индуктивных, батарейных и конденсаторных накопителей электроэнергии.

Особенности режимов работы накопителей электроэнергии в составе энергосистемы.
Алгоритм расчета установившегося режима энергосистемы с накопителями электроэнергии.

Аннотация дисциплины **Экономика энергетики - Б1.В.ОД.1**

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов системы знаний об общих принципах и положениях в области экономики энергетики и получение на этой основе специальных знаний, необходимых для профессиональной деятельности.

Место дисциплины в структуре ОПОП ВО: обязательная дисциплина вариативной части блока дисциплин Б.1 основной профессиональной образовательной программы подготовки магистров по программе «Оптимизация структур, параметров и режимов систем электроснабжения и повышение эффективности их функционирования» направления 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника». Количество зачетных единиц – 4 з.е.

Содержание разделов: Сетевые методы планирования и организации комплекса работ. Основные понятия сетевых методов планирования и организации комплекса работ. Назначение и области использования сетевых методов планирования и организации комплекса работ. Основные понятия, правила построения сетевых графиков. Затраты времени и резервы в сетевой модели. Определение затрат времени в сетевой модели. Определение резервов в сетевой модели. Оценка достоверности выполнения комплекса работ в срок. Анализ и совершенствование сетевой модели. Совершенствование сетевой модели при ограничении по численности исполнителей. Совершенствование сетевой модели при ограничении по денежным затратам. Капитальные вложения в энергетические объекты. Энергетические предприятия и их организационно-технологические и экономические особенности. Понятие капиталовложений и их структура в энергетике. Источники финансирования капитальных вложений. Проектирование объектов энергохозяйства. Сметная стоимость строительства. Связь капитальных вложений со сметной стоимостью строительства. Приближенные методы определения стоимости строительства энергообъектов. Укрупненные показатели стоимости энергетических объектов. Удельные капитальные вложения. Факторы, влияющие на стоимость строительства энергетических объектов. Пути повышения эффективности капиталовложений в энергетические объекты. Издержки и себестоимость производства, передачи и распределения электроэнергии. Понятие и классификация расходов предприятия. Планирование расходов. Классификация затрат, включаемых в себестоимость продукции. Себестоимость энергетической продукции электростанций. Группировка затрат и их структура. Методы разделения затрат по видам продукции. Себестоимость передачи и распределения электроэнергии. Группировка затрат и их структура. Удельные показатели численности персонала в электрических сетях. Затраты труда в электрических сетях. Факторы снижения себестоимости энергетической продукции. Оценка финансово-экономической эффективности инвестиций в энергообъекты. Сущность, определение, классификация и виды инвестиций. Виды и жизненный цикл инвестиционных проектов. Основные этапы инвестиционного проекта. Инвестиционный цикл. Экономическое обоснование и оценка эффективности инвестиционных проектов. Основные методы и критерии оценки эффективности инвестиционных проектов. Специфика оценки эффективности инвестиционных проектов линий электропередачи. Инвестиционные риски. Учет фактора неопределенности и оценка риска. Внешние и внутренние параметры проекта. Вероятностный анализ. Определение критических точек. Анализ чувствительности. Сценарный метод. Система показателей, характеризующих финансовое состояние и финансовую устойчивость предприятия. Финансовые ресурсы предприятия. Базовые формы финансовой отчетности. Принципы формирования и использования отчета о прибыли, отчета о движении наличности и балансового отчета. Коэффициенты финансовой оценки проекта. Анализ финансового состояния предприятия. Современная система ценообразования в энергетике. Целевая структура отрасли. Конкурентные и монопольные виды деятельности. Структура и механизмы оптового рынка электроэнергии и мощности. Ценовые и неценовые зоны. Рынок системных услуг. Рынок мощности. Формирование розничного рынка электроэнергии. Тарифное регулирование. Принципы формирования тарифов на услуги по передаче электроэнергии и формирование тарифов на электроэнергию для конечных потребителей.

Аннотация дисциплины

Применение ЭВМ в электроэнергетике – Б1.В.ОД.2

Целью освоения дисциплины является изучение современных подходов к решению задач расчета и анализа статической (апериодической и колебательной) и динамической устойчивости сложных электроэнергетических систем.

Место дисциплины в структуру ОПОП: дисциплина относится к вариативной части по выбору блока дисциплин основной образовательной программы (ООП) по профилю «Электроэнергетические системы и сети, их режимы, устойчивость, надежность и качество электрической энергии» подготовки магистров направления 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника. Количество зачётных единиц – 7.

Содержание разделов: Основные задачи расчетов устойчивости: статической апериодической и колебательной, динамической устойчивости. Виды нарушения статической устойчивости в нерегулируемых генераторах. Классификация задач расчета статической устойчивости ЭЭС: электромагнитные и электромеханические переходные процессы. Задачи исследования апериодической статической устойчивости. Цели исследования, математическое описание, методы исследования. Определение предельных режимов ЭЭС по условиям апериодической статической устойчивости. Классический подход к исследованию апериодической статической устойчивости. Современные алгоритмы проверки статической апериодической устойчивости. Связь якобиана уравнений установившегося режима (J) и свободного члена характеристического уравнения (a_n). Структура матрицы Якоби в расчете установившегося режима (УР). Структура характеристического определителя для вычисления a_n . Уравнение электромагнитных переходных процессов в обмотке возбуждения и АРВ, закон регулирования. Вид характеристического определителя для $D(0) = a_n$. Условия совпадения якобиана J и свободного члена характеристического уравнения a_n . Алгоритм расчета предельного по апериодической устойчивости режима. Алгоритм вычисления якобиана J . Особенности расчетов предельных по апериодической устойчивости режимов для сложных схем. Критерий апериодической устойчивости с учетом изменения частоты. Расчет на ЭВМ статической устойчивости ЭЭС с учетом самораскачивания. Модель синхронной машины. Уравнения баланса мощности в узлах примыкания генераторов к системе. Уравнения баланса мощности в сетевых, не генераторных узлах в малых отклонениях. Формирование математической модели системы в развернутом блочно-матричном виде для исследования статической устойчивости с учетом самораскачивания. Формирование компактной формы записи математической модели энергосистемы. Расчет областей статической устойчивости методом D -разбиения для выбора настроечных параметров системы автоматического регулирования. Вычислительная сторона метода D -разбиения. Штриховка границы D -разбиения. Особые прямые. Алгоритмические особенности реализации метода D -разбиения. Объем вычислений для построения границы D -разбиения. Проверка претендента на устойчивость. Использование критерия Михайлова. Объем вычислений для проверки претендента на устойчивость. Понижение порядка характеристического определителя. Основные определения. Динамические свойства простейшей ЭЭС в консервативной идеализации и с упрощенным учетом демпфирования. Динамические свойства автономной 2-х машинной системы (консервативная идеализация).

Вывод основного уравнения для определения параметров, характеризующих динамические свойства сложных ЭЭС. Матрица состояния R , модальная матрица. Уравнение - основа алгоритма определения динамических свойств энергосистемы. Собственные значения ($C3$) и собственные вектора (CB) матрицы состояния. Этапы определения показателей,

характеризующих динамические свойства сложных ЭЭС. Формирование математической модели ЭЭС в нормальной форме. Расчет S и SV матрицы состояния R и выделение мод электромеханических колебаний (ЭМК). Определение подматрицы собственных векторов и их нормирование. Установление иерархии мод ЭМК. Определение наблюдаемости и управляемости мод ЭМК. Задачи модального анализа динамических свойств ЭЭС. Модальный анализ динамических свойств тестовой системы. Приведение математической модели ЭЭС к нормальной форме. Система дифференциальных уравнений состояния и алгебраических уравнений связи. Приведение к нормальной форме математической модели простейшей нерегулируемой ЭЭС и моделей САР, заданных передаточными функциями. Приведение к нормальной форме упрощенной двухзвенной математической модели АРВ ПД и модели регулируемой ЭЭС, генераторы которой оснащены АРВ ПД двухзвенного типа. Полная проблема собственных значений и её решение. Частичная проблема собственных значений. Определение параметров электромеханических форм движения решением частичной проблемы собственных значений. Методы решения частичной проблемы собственных значений. Алгоритмы степенного метода и степенного метода со сдвигом для определения собственных значений и собственных векторов электромеханических форм движения. Примеры расчетов. Задачи расчетов переходных процессов и динамической устойчивости электроэнергетических систем. Математическое описание основных элементов энергосистемы для расчетов электромеханических переходных процессов при больших возмущениях. Способы учета систем автоматического регулирования и противоаварийного управления в расчетах электромеханических переходных процессов.

Аннотация дисциплины

Прикладное программное обеспечение в ЭЭС – Б1.В.ОД.3

Цель освоения дисциплины изучение основ разработки, проектирования и использования прикладного программного обеспечения для электроэнергетики и обучение специалистов-энергетиков составлению технической документации на проектирование и разработку прикладного программного обеспечения

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина относится к базовой части блока дисциплин основной образовательной программы (ООП) по профилю «Электроэнергетические системы и сети, их режимы, устойчивость, надежность и качество электрической энергии» подготовки магистров направления 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника. Количество зачётных единиц – 2.

Содержание разделов: Классификация программного обеспечения в электроэнергетических компаниях. Структура корпоративной информационной системы электросетевой компании. Основы разработки программного обеспечения для энергетики. Применяемая архитектура современного программного обеспечения. Жизненный цикл прикладного программного обеспечения. Типы и классификация баз данных, основные применяемые СУБД в энергетике. Основы проектирования баз данных. Язык управления данными, основы языка SQL. Основы объектно-ориентированного проектирования. Диаграммы сущность-связь, диаграммы состояний, диаграммы действий, диаграммы взаимодействия объектов. Генераторы отчетов. Требования к системам отображения в электроэнергетике. Графические редакторы. Геоинформационные системы, назначение и основные функции. Основы проектирования интерфейса прикладных программ. Задачи программного обеспечения для системы диспетчерского управления (АСДУ). Архитектура оперативно-информационного управляющего комплекса (ОИУК). Примеры программного обеспечения ОИУК. Виды расчетов режимов: оценивание состояния, расчет установившихся режимов, расчеты переходных режимов и устойчивости, расчеты токов короткого замыкания, расчеты надежности. Программы для моделирования режимов ЭЭС. Сравнительные характеристики прикладного программного обеспечения разных компаний-разработчиков. Программное обеспечение для тренажеров оперативно-диспетчерского персонала и советчиков диспетчера: базы знаний, программы переключений, сценарии тренировок. Прикладное программное обеспечение для автоматизации производственной деятельности. Подсистемы единой корпоративной информационной системы электросетевой компании. Основы моделирования бизнес-процессов производственной деятельности. Структурный системный анализ бизнес-процессов, IDEF-технология. Автоматизация деятельности производственных служб: основные задачи и функции, описание технологических цепочек выполнения операция по эксплуатации и ремонту оборудования ЭЭС, документообороту. Программы автоматизированных рабочих мест для электросетевой компании. Программное обеспечение для АИИС КУЭ, архитектура АИИС КУЭ сетевой компании. Обзор нормативных документов на проектирование автоматизированных систем, на разработку и проектирование программного обеспечения для ЭЭС. Основные разделы проектной документации для проектирование и разработку информационных систем и прикладного программного обеспечения. Методы интеграции программного обеспечения в единую информационную среду предприятия. Международные стандарты для энергетики, единая информационная модель (СІМ – модель). Применение СІМ – моделей в прикладном программном обеспечении.

Аннотация дисциплины

Методы моделирования элементов ЭЭС – Б1.В.ОД.4

Целью дисциплины является изучение существующих математических моделей основных элементов сложных электроэнергетических систем (ЭЭС): вращающихся машин и статических элементов.

Место дисциплины в структуру ОПОП: дисциплина относится к вариативной части по выбору блока дисциплин основной образовательной программы (ООП) по профилю «Электроэнергетические системы и сети, их режимы, устойчивость, надежность и качество электрической энергии» подготовки магистров направления 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника. Количество зачётных единиц –3.

Содержание разделов: Математические модели элементов электроэнергетических систем: требования к моделям, адаптивные модели. Условия формирования моделей. Математическая модель трехфазного RL -элемента. Коэффициенты само и взаимной индукции, представление простейшей модели линии электропередачи. Определение собственных значений и собственных векторов комплексной матрицы параметров Π_{zf} . Получение матрицы преобразования системы уравнений. Преобразование Фортескью. Физический смысл преобразования Фортескью. Декартово преобразование координат для уравнений переходных процессов. Связь систем координат A, B, C и $X, Y, 0$. Декартово преобразование α - β -0. Декартово преобразование D - Q -0. Математическая модель воздушной линии: фазные уравнения, уравнения в $D - Q$ координатах, уравнения установившегося режима. Формы записи исходных и преобразованных уравнений, их отличия. Основные допущения при формировании математической модели синхронной машины. Модель синхронной машины: уравнения электромагнитных переходных процессов. Уравнения потокосцеплений CM , коэффициенты самоиндукции и взаимной индукции обмоток. Требования к преобразованиям для упрощения уравнений синхронной машины. Преобразование статорных величин. Диагонализация матрицы фазных параметров уравнений потокосцеплений CM . Диагонализация матрицы Π_1 . Преобразование Горева-Парка. Уравнения Парка-Горева. Запись уравнений CM . Схема замещения CM по поперечной оси. Схема замещения CM по продольной оси. Преобразование уравнений статора. Сравнение моделей статора для синхронной и асинхронной машины. Преобразование уравнений ротора. Формирование компактной формы записи. Уравнение механического движения ротора асинхронного двигателя. Вывод уравнения движения ротора из энергетических соотношений. Преобразование уравнений. Общие положения математического описания ЭЭС. Линеаризация функций. Математическая модель АД в сложной ЭЭС. Операторная форма записи уравнений АД. Линеаризованная система уравнений для АД, записанная в изображениях. Запись уравнений CM через параметры элементов цепи (ЭДС, сопротивления). Уравнения в отклонениях. Запись уравнений переходных процессов ротора CM через операторные сопротивления. Упрощенные модели статора CM . Упрощенные модели ротора CM . Простейший регулятор возбуждения. Регулятор турбины. Математическое описание электрической сети ЭЭС в исследованиях статической устойчивости. Описание переходных процессов в сети уравнениями по осям D и Q . Операторная форма записи. Описание основных элементов, составляющих схему линии электропередачи. Матричная форма записи узловых уравнений установившегося режима. Уравнения переходных режимов в электрической сети для исследования статической устойчивости. Операторная форма записи. Уравнения связи CM с сетью. Общая структура математического описания переходных процессов в ЭЭС. Приведение параметров CM к относительным единицам. Оценка параметров схемы по результатам РМУ. Верификация моделей элементов ЭЭС.

Аннотация дисциплины

Специальные вопросы проектирования магистральных электропередач СВН – Б1.В.ОД.5

Цель освоения дисциплины: изучение технологии проектирования магистральных электропередач сверхвысокого напряжения (СВН) от современных мощных электростанций в приёмную объединённую энергосистему с отбором мощности на промежуточной подстанции и методов проведения расчётов характерных режимов работы электропередач, выборе рациональных режимных параметров и оптимизации нормальных режимов по потерям активной мощности, возникающих при нагревании и коронировании проводов воздушных линий СВН.

Место дисциплины в структуру ОПОП: дисциплина относится к вариативной части блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) подготовки магистров по профилю "Электроэнергетические системы и сети, их режимы, устойчивость, надёжность и качество электрической энергии" направления 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника". Количество зачётных единиц – 4.

Содержание разделов: Техничко-экономическое сопоставление вариантов и выбор рационального с применением дисконтированных затрат на сооружение и эксплуатацию электропередачи. Подбор сочетаний взаимосвязанных значений номинального напряжения и числа цепей электропередачи. Учёт надёжности электрообеспечения потребителей приёмной системы. Методика выбора сечения проводов ВЛ по нормированным значениям плотности тока и по экономическим токовым интервалам для различных территорий страны. Оценка потерь электроэнергии с использованием условного времени наибольших потерь, определяемого через средние квадратичные токи характерных режимов работы участка электропередачи. Балансирование генерируемой и потребляемой реактивных мощностей на шинах промежуточной подстанции в режимах наибольшей и наименьшей передаваемых активных мощностей. Выявление необходимости установки дополнительных компенсирующих устройств (шунтовые конденсаторные батареи, статические тиристорные компенсаторы, шунтирующие реакторы). Проверка обеспечения нормированного уровня апериодической статической устойчивости электропередачи. Составление расчётных схем замещения с учётом эквивалентирования промежуточной нагрузки; проверка правильности вычисления собственных и взаимных проводимостей (сопротивлений). Способы увеличения пропускной способности электропередачи в нормальных и послеаварийных режимах. Выбор схем электрических соединений и оборудования подстанций электропередачи в зависимости от числа присоединений и номинального напряжения коммутируемых линий СВН. Выбор числа и номинальной мощности устанавливаемых автотрансформаторов на промежуточной и конечной подстанциях. Выбор рационального варианта выполнения электропередачи среди равноэкономичных вариантов. Расчёты основных нормальных режимов электропередачи при наибольшей и наименьшей передаваемых мощностях; задачи и цели проведения этих расчётов. Методика выполнения расчётов при задании трёх исходных режимных параметров. Определение наивысшего допустимого уровня распределения напряжения и целесообразного перепада напряжения на концах головного участка электропередачи в режиме передачи наибольшей мощности. Особенности ведения расчётов при одинаковых и различающихся номинальных напряжениях двух участков электропередачи. Выбор установленной мощности дополнительных источников реактивной мощности на промежуточной подстанции. Регулирование напряжения на сборных шинах среднего и низшего напряжения. Снижение уровней напряжения участков электропередачи в режиме наименьшей передаваемой мощности и наименьшего потребления на промежуточной

подстанции. Поглощение избыточной реактивной мощности за счёт установки дополнительных шунтирующих реакторов; выбор мест подключения и числа реакторов стандартной единичной мощности. Нагрузочные потери активной мощности и электроэнергии. Возможности минимизации этих потерь при учёте технических ограничений на значения напряжения по концам линии СВН и в её промежуточных точках. Потери активной мощности от коронирования проводов и их зависимость от погодных условий и уровня напряжения на линии СВН. Алгоритмы расчётов суммарных потерь активной мощности с учётом взаимного влияния коронирования на нагрузочные потери активной мощности. Расчёты послеаварийных и синхронизационных режимов работы электропередачи; задачи и цели выполнения этих расчётов. Методические рекомендации к проведению расчётов двух возможных способов синхронизации генераторов удалённой электростанции – на шинах СВН промежуточной подстанции и на шинах станции. Балансирование реактивной мощности, ограничение повышения напряжения на отключённом конце линии и подавление самовозбуждения генераторов. Определение основных технико-экономических показателей спроектированной электропередачи: капитальных вложений, ежегодных издержек эксплуатации, себестоимости передачи электроэнергии, коэффициентов полезного действия по передаваемой мощности и по энергии.