



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)

«СОГЛАСОВАНО»
Руководитель ОП


(подпись)

«26»

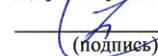
01

(Ф.И.О.)

2021 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор департамента


(подпись)

«26»

01

(Ф.И.О.)

2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах
Направление подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
Магистерская программа «Энергоэффективность и энергосбережение
в электроэнергетических системах»

Форма подготовки очная

курс 1 семестр 2

лекции 18 час.

практические работы 54 час.

лабораторные занятия не предусмотрены

в том числе с использованием МАО лек. 8 / пр. - / лаб. 00 час.

всего часов аудиторной нагрузки 72 час.

в том числе с использованием МАО 32 час.

самостоятельная работа 108 час.

в том числе на подготовку к экзамену 27 час.

контрольные работы (количество) не предусмотрены

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены

зачет не предусмотрен

экзамен 2 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 28 февраля 2018 г. №147

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента энергетических систем
протокол № 5 от «26» 01 2021 г.

Директор департамента К.А. Штым

Составитель (ли): К.М. Иванов

Владивосток
2021

Оборотная сторона титульного листа РПД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Директор департамента _____ К.А. ШТЫМ
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Директор департамента _____ К.А. ШТЫМ
(подпись) (И.О. Фамилия)

III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Директор департамента _____ К.А. ШТЫМ
(подпись) (И.О. Фамилия)

IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Директор департамента _____ К.А. ШТЫМ
(подпись) (И.О. Фамилия)

Цели и задачи освоения дисциплины:

Цель: формирование знаний об электромеханических переходных процессах в электроэнергетических системах и об устойчивости параллельной работы электрических машин.

Задачи:

- изучение основ теории электромеханических переходных процессов в электрических системах;
- анализ физических явлений и процессов, происходящих как в отдельных элементах электрических систем, так и при их совместной работе;
- приобретение практических навыков оценки устойчивости в электроэнергетических системах.

Для успешного изучения дисциплины «Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способностью к самоорганизации и самообразованию;
- способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач;
- способностью использовать методы анализа и моделирования электрических цепей;
- способностью участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике;
- способностью обрабатывать результаты экспериментов;
- способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общепрофессиональные компетенции:

Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Технологическая	ПК-4 – способность к оценке текущего и прогнозируемого электроэнергетического режима энергосистемы	ПК-4.1 – Определяет набор критериев оценки текущего и прогнозируемого электроэнергетического режима энергосистемы
		ПК-4.2 – Оценивает текущий и прогнозируемый электроэнергетические режимы энергосистемы по

		определённому набору критериев
		ПК-4.3 – Выполняет технологические операции с целью обеспечения функционирования систем электроснабжения
Научно-исследовательская	ПК-5 – способность к анализу процессов распределения и потребления электроэнергии	ПК-5.1 – Определяет критерии анализа процессов распределения и потребления электроэнергии
		ПК-5.2 – Анализирует процессы распределения и потребления электроэнергии в определённом режиме энергетических систем
		ПК-5.3 – Предлагает мероприятия по оптимизации процессов распределения и потребления электроэнергии энергетических систем

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-4.1 – Определяет набор критериев оценки текущего и прогнозируемого электроэнергетического режима энергосистемы	Знает стандартные критерии текущего и прогнозируемого режимов электроэнергетической системы
	Умеет выполнить оценку стандартных критериев текущего и прогнозируемого режимов электроэнергетической системы
	Владет навыками определения стандартных критериев, текущего и прогнозируемого режимов электроэнергетической системы
ПК-4.2 – Оценивает текущий и прогнозируемый электроэнергетические режимы энергосистемы по определённому набору критериев	Знает критерии, оценивающие текущий и прогнозируемый электроэнергетические режимы энергосистемы
	Умеет оценить текущий и прогнозируемый электроэнергетические режимы энергосистемы по определённому набору критериев
	Владет навыками, позволяющими оценить текущий и прогнозируемый электроэнергетические режимы

	энергосистемы по определённому набору критериев
ПК-4.3 – Выполняет технологические операции с целью обеспечения функционирования систем электроснабжения	Знает технологические операции с целью обеспечения функционирования систем электроснабжения
	Умеет осуществлять технологические операции с целью обеспечения функционирования систем электроснабжения
	Владеет навыками выполнения технологических операций с целью обеспечения функционирования систем электроснабжения
ПК-5.1 – Определяет критерии анализа процессов распределения и потребления электроэнергии	Знает критерии анализа процессов распределения и потребления электроэнергии
	Умеет определять критерии анализа процессов распределения и потребления электроэнергии
	Владеет навыками определения критериев анализа процессов распределения и потребления электроэнергии
ПК-5.2 – Анализирует процессы распределения и потребления электроэнергии в определённом режиме энергетических систем	Знает процессы распределения и потребления электроэнергии в определённом режиме энергетических систем
	Умеет анализировать процессы распределения и потребления электроэнергии в определённом режиме энергетических систем
	Владеет навыками анализа процессов распределения и потребления электроэнергии в определённом режиме энергетических систем
ПК-5.3 – Предлагает мероприятия по оптимизации процессов распределения и потребления электроэнергии энергетических систем	Знает о мероприятиях по оптимизации процессов распределения и потребления электроэнергии энергетических систем
	Умеет использовать мероприятия по оптимизации процессов распределения и потребления электроэнергии энергетических систем
	Владеет навыками использования мероприятий по оптимизации процессов распределения и потребления электроэнергии энергетических систем

2. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачётные единицы (72 академических часов).

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Пр	Практические занятия
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Формы промежуточной аттестации
			Лек	Пр	ОК	СР	Контроль	
1	Раздел 1. Статическая устойчивость электроэнергетических систем	2	6	22	-	36	36	УО-1; ПР-6; ПР-12
2	Раздел 2. Динамическая устойчивость электроэнергетических систем	2	4	14	-			
3	Раздел 3. Устойчивость узлов нагрузки	2	4	10	-			
4	Раздел 4. Асинхронные режимы	2	4	8	-			
Итого:			18	54	-	81	27	

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекционные занятия (18 часов)

Раздел 1. Статическая устойчивость электроэнергетических систем (6 часов)

Тема 1. Электромагнитная и электромеханическая модели системы. Устойчивость простейшей электрической системы (2 часа), с использованием метода активного обучения «лекция-беседа»

Уравнения Парка-Горева. Уравнения электромагнитных переходных процессов в обмотке возбуждения и поперечной демпферной обмотке. Уравнение движения ротора синхронной и асинхронной машин. Уравнения сети. Схемы замещения элементов системы.

Тема 2. Анализ статической устойчивости простейшей электрической системы (2 часа)

Теорема Ляпунова. Характеристическое уравнение. Анализ корней характеристического уравнения. Сползание режима. Самораскачивание. Предел статической устойчивости.

Тема 3. Автоматические регуляторы возбуждения пропорционального и сильного действия (2 часа)

Назначение регулятора возбуждения. Автоматический регулятор возбуждения. Сравнительный анализ автоматических регуляторов возбуждения разного типа.

Раздел 2. Динамическая устойчивость электроэнергетических систем (6 часов)

Тема 4. Метод площадей (2 часа)

Причины и характер больших возмущений. Обоснование метода площадей. Определение размаха колебаний и проверка устойчивости при набросе нагрузки.

Тема 5. Влияние короткого замыкания на динамическую устойчивость. Статические характеристики мощности асинхронных двигателей (2 часа), с использованием метода активного обучения «лекция-беседа»

Определение предельного угла отключения короткого замыкания. Численные методы интегрирования уравнения движения ротора. Определение предельного времени отключения короткого замыкания. Статические характеристики мощности асинхронных двигателей. Критическое скольжение и напряжение двигателя, работающего в сложной электрической системе.

Раздел 3. Устойчивость узлов нагрузки (4 часа)

Тема 6. Статические характеристики мощности асинхронных двигателей (2 часа)

Статические характеристики мощности асинхронных двигателей. Критическое скольжение и напряжение двигателя, работающего в сложной

электрической системе.

Тема 7. Переходные режимы электрических двигателей (2 часа), с использованием метода активного обучения «лекция-беседа»

Самозапуск асинхронных двигателей. Лавина напряжения при наличии асинхронной нагрузки. Влияние компенсирующих устройств на устойчивость узлов нагрузки.

Раздел 4. Асинхронные режимы (4 часа)

Тема 8. Восстановление синхронной работы генераторов (2 часа), с использованием метода активного обучения «лекция-беседа»

Вхождение в синхронизм асинхронно работающих генераторов. Ресинхронизация энергосистем. Меры повышения: динамической устойчивости; результирующей устойчивости.

Тема 9. Изменение частоты и мощности в энергосистеме (2 часа)

Виды регулирования частоты и их взаимодействие. Характеристики системы при изменении частоты. Автоматическая частотная разгрузка. Восстановление баланса мощности в отделившихся частях энергосистемы. Понятие живучести и надежности. Аварии в электрических системах. Мероприятия по улучшению устойчивости систем.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Практические занятия (54 часа)

Занятие 1. Определение собственных и взаимных проводимостей между узлами схем замещения электрической системы (4 часа)

1. Активно-индуктивный характер проводимости.
2. Активно-емкостной характер проводимости.
3. Собственные проводимости.
4. Взаимные проводимости.

Занятие 2. Характеристики зависимости активной и реактивной мощности от угла электропередачи при различных схемах замещения (4 часа), с использованием метода активного обучения – семинар-дискуссия

1. Характеристика активной мощности.
2. Характеристика реактивной мощности.
3. Расчёт характеристик мощности в простейшей схеме.

Занятие 3. Анализ поведения системы после возмущающих воздействий с помощью интегрирования уравнения движения ротора по методу последовательных интервалов (4 часа), с использованием метода активного обучения – семинар-дискуссия

1. Уравнение движения ротора.

2. Метод последовательных интервалов.

3. Оценка устойчивости системы на основании характера переходного процесса.

Занятие 4. Анализ статической устойчивости простейшей нерегулируемой системы с учетом демпферного момента (4 часа), с использованием метода активного обучения – семинар-дискуссия

1. Уравнение электромагнитной мощности с учётом демпферного момента.

2. Метод Эйлера.

3. Оценка устойчивости системы при наличии коэффициента демпфирования.

Занятие 5. Оценка запаса статической устойчивости (2 часа), с использованием метода активного обучения – семинар-дискуссия

1. Коэффициент запаса статической устойчивости.

2. Расчёт коэффициента запаса в простейшей схеме.

3. Анализ зависимости коэффициента запаса от напряжения и сопротивления электропередачи.

Занятие 6. Определение параметров АРВ пропорционального действия (4 час)

1. Назначение АРВ.

2. Корректор напряжения.

3. Токовое компаундирование.

Занятие 7. Определение предельного угла и предельного времени отключения короткого замыкания (4 час), с использованием метода активного обучения – семинар-дискуссия

1. Динамическая устойчивость.

2. Определение предельного угла отключения короткого замыкания.

3. Определение предельного времени отключения короткого замыкания.

Занятие 8. Линеаризация угловой характеристики мощности на отрезке движения по аварийной характеристике и аналитическое решение уравнения движения ротора (4 час)

1. Операторный метод решения дифференциальных уравнений.

2. Линеаризация угловой характеристики мощности на отрезке движения по аварийной характеристике.

3. Аналитическое решение уравнения движения ротора.

Занятие 9. Оценка предела устойчивости станции, связанной с системой соизмеримой мощности (6 час), с использованием метода активного обучения – семинар-дискуссия

1. Предел устойчивости станции.

2. Математическая модель станции, связанной с системой соизмеримой мощности.

3. Расчёт устойчивости станции, связанной с системой соизмеримой мощности.

Занятие 10. Расчёт допустимого времени перерыва питания в системе электроснабжения (6 час)

1. Перерыв питания асинхронного двигателя.
2. Перерыв питания синхронного двигателя.
3. Расчёт допустимого времени перерыва питания.

Занятие 11. Упрощенный расчет самозапуска двигателей по остаточному напряжению (4 час)

1. Самозапуск асинхронных двигателей.
2. Расчёт остаточного напряжения.
3. Оценка допустимости самозапуска.

Занятие 12. Характер изменений электрических параметров при асинхронном режиме (4 час)

1. Виды асинхронных режимов.
2. Электромагнитный момент при несинхронной скорости вращения генератора.
3. Опасные последствия асинхронных режимов.

Занятие 13. Влияние баланса активной мощности на частоту в энергосистеме (4 часа)

1. Частотные характеристики нагрузки.
2. Характеристика регулятора скорости турбины.
3. Лавина частоты.

Задания для самостоятельной работы

Требования: Перед каждым практическим занятием обучающемуся необходимо изучить соответствующий теоретический материал.

Самостоятельная работа № 1. Расчёт собственных и взаимных проводимостей в сложных электрических сетях.

Требования:

1. Изучить расчёт собственных проводимостей в сложных электрических сетях.
2. Изучить расчёт взаимных проводимостей в сложных электрических сетях.

Самостоятельная работа № 2. Определение коэффициента запаса статической устойчивости в нормальной и ремонтной схеме.

Требования:

1. Изучить определение коэффициента запаса статической устойчивости в нормальной схеме.
2. Изучить определение коэффициента запаса статической устойчивости в ремонтной схеме.

Самостоятельная работа № 3. Оценка характера электромагнитных переходных процессов после малых возмущений режима.

Требования:

1. Изучить причины развития сползания режима.
2. Изучить причины самораскачивания.

Самостоятельная работа № 4. Определение допустимой по условиям динамической устойчивости продолжительности трёхфазного короткого замыкания в простейшей сети.

Требования:

1. Изучить определение проводимостей в аварийном режиме.
2. Изучить оценку допустимой продолжительности трёхфазного короткого замыкания по условиям динамической устойчивости в простейшей схеме.

Самостоятельная работа № 5. Оценка тяжести трёхфазного короткого замыкания в сложной сети по условиям динамической устойчивости системы.

Требования:

1. Изучить определение проводимостей в аварийном режиме.
2. Изучить оценку допустимой продолжительности трёхфазного короткого замыкания по условиям динамической устойчивости в сложной схеме.

Самостоятельная работа № 6. Оценка тяжести несимметричных коротких замыканий в сложной сети по условиям динамической устойчивости системы.

Требования:

1. Изучить определение проводимостей при различных видах несимметричных коротких замыканий.
2. Изучить оценку допустимой продолжительности несимметричных коротких замыканий по условиям динамической устойчивости в сложной схеме.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	В течение семестра	Подготовка к практическим занятиям, изучение литературы	21 часов	Работа на практических занятиях (ПР-6)
2	3-4 недели семестра	Выполнение самостоятельной работы № 1	10 часов	УО-1 (собеседование/устный опрос)
3	5-7 недели семестра	Выполнение самостоятельной работы № 2	10 часов	УО-1 (собеседование/устный опрос)
4	8-10 недели семестра	Выполнение самостоятельной работы № 3	10 часов	УО-1 (собеседование/устный опрос)
5	11-12 недели семестра	Выполнение самостоятельной работы № 4	10 часов	УО-1 (собеседование/устный опрос)
6	13-14 недели семестра	Выполнение самостоятельной работы № 5	10 часов	УО-1 (собеседование/устный опрос)
7	15-16 недели семестра	Выполнение самостоятельной работы № 6	10 часов	УО-1 (собеседование/устный опрос)
8	18 неделя семестра	Подготовка к экзамену	27 часов	экзамен
Итого:			108 часов	

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Планирование и организация времени, отведенного на выполнение заданий самостоятельной работы.

Изучив график выполнения самостоятельных работ, следует правильно её организовать. Рекомендуется изучить структуру каждого задания, обратить внимание на график выполнения работ, отчетность по каждому заданию предоставляется в последнюю неделю согласно графику. Обратите внимание, что итоги самостоятельной работы влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины.

Работа с литературой.

При выполнении ряда заданий требуется работать с литературой. Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ (<http://www.dvfu.ru/library/>) и других

ведущих вузов страны, а также доступных для использования научно-библиотечных систем.

В процессе выполнения самостоятельной работы рекомендуется работать со следующими видами изданий:

а) Научные издания, предназначенные для научной работы и содержащие теоретические, экспериментальные сведения об исследованиях. Они могут публиковаться в форме: монографий, научных статей в журналах или в научных сборниках;

б) Учебная литература подразделяется на:

- учебные издания (учебники, учебные пособия, тексты лекций), в которых содержится наиболее полное системное изложение дисциплины или какого-то ее раздела;

- справочники, словари и энциклопедии – издания, содержащие краткие сведения научного или прикладного характера, не предназначенные для сплошного чтения. Их цель – возможность быстрого получения самых общих представлений о предмете.

Существуют два метода работы над источниками:

– сплошное чтение обязательно при изучении учебника, глав монографии или статьи, то есть того, что имеет учебное значение. Как правило, здесь требуется повторное чтение, для того чтобы понять написанное. Старайтесь при сплошном чтении не пропускать комментарии, сноски, справочные материалы, так как они предназначены для пояснений и помощи. Анализируйте рисунки (карты, диаграммы, графики), старайтесь понять, какие тенденции и закономерности они отражают;

– метод выборочного чтения дополняет сплошное чтение; он применяется для поисков дополнительных, уточняющих необходимых сведений в словарях, энциклопедиях, иных справочных изданиях. Этот метод крайне важен для повторения изученного и его закрепления, особенно при подготовке к зачету.

Для того чтобы каждый метод принес наибольший эффект, необходимо фиксировать все важные моменты, связанные с интересующей Вас темой.

Тезисы – это основные положения научного труда, статьи или другого произведения, а возможно, и устного выступления; они несут в себе большой объем информации, нежели план. Простые тезисы лаконичны по форме; сложные – помимо главной авторской мысли содержат краткое ее обоснование и доказательства, придающие тезисам более весомый и убедительный характер. Тезисы прочитанного позволяют глубже раскрыть его содержание; обучаясь излагать суть прочитанного в тезисной форме, вы сумеете выделять из множества мыслей авторов самые главные и ценные и делать обобщения.

Конспект – это способ самостоятельно изложить содержание книги или статьи в логической последовательности. Конспектируя какой-либо источник, надо стремиться к тому, чтобы немногими словами сказать о многом. В тексте конспекта желательно поместить не только выводы или положения, но и их аргументированные доказательства (факты, цифры, цитаты).

Писать конспект можно и по мере изучения произведения, например, если прорабатывается монография или несколько журнальных статей.

Составляя тезисы или конспект, всегда делайте ссылки на страницы, с которых вы взяли конспектируемое положение или факт, – это поможет вам сократить время на поиск нужного места в книге, если возникает потребность глубже разобраться с излагаемым вопросом или что-то уточнить при написании письменных работ.

Методические рекомендации по выполнению заданий для самостоятельной работы и критерии оценки.

1. Изучить расчёт собственных проводимостей в сложных электрических сетях.
2. Изучить расчёт взаимных проводимостей в сложных электрических сетях.
3. Изучить определение коэффициента запаса статической устойчивости в нормальной схеме.
4. Изучить определение коэффициента запаса статической устойчивости в ремонтной схеме.
5. Изучить причины развития сползания режима.
6. Изучить причины самораскачивания.
7. Изучить определение проводимостей в аварийном режиме.
8. Изучить оценку допустимой продолжительности трёхфазного короткого замыкания по условиям динамической устойчивости в простейшей схеме.
9. Изучить определение проводимостей в аварийном режиме.
10. Изучить оценку допустимой продолжительности трёхфазного короткого замыкания по условиям динамической устойчивости в сложной схеме.
11. Изучить определение проводимостей при различных видах несимметричных коротких замыканий.
12. Изучить оценку допустимой продолжительности несимметричных коротких замыканий по условиям динамической устойчивости в сложной схеме.

Собеседование (устный опрос) позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Опрос – важнейшее средство развития мышления и речи. Обучающая функция опроса состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам

оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке задания по самостоятельной работе.

Критерии оценки. Используется зачетная система. Во время опроса допускается не более 2-х ошибок или неточности при описании различных методов.

Критерии оценки.

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент владеет навыками самостоятельной работы по теме исследования, реферировать литературные источники; методами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Студент умеет обобщать фактический материал, делать самостоятельные выводы. Работа соответствует требованиям и выполнена в установленные сроки.
«не зачтено»	Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Студент не умеет обобщать фактический материал, делать самостоятельные выводы, не владеет навыком реферировать литературные источники.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Статическая устойчивость электроэнергетических систем	ОПК-1 способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	ОПК-1.1. Формулирует цели и задачи исследования.	УО-1 собеседование / устный опрос	Экзамен Вопросы 1-17
			ОПК-1.2. Определяет последовательность решения задач.		
			ОПК-1.3. Формулирует критерии принятия решения.		
2	Раздел 2. Динамическая устойчивость электроэнергетических систем	ОПК-2- Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной	ОПК-2.1. Выбирает необходимый метод исследования для решения поставленной задачи.	УО-1 собеседование / устный опрос	Экзамен Вопросы 18-24
			ОПК-2.2. Проводит анализ полученных результатов.		

		работы	ОПК-2.3. Представляет результаты выполненной работы.		
3	Раздел 3. Устойчивость узлов нагрузки	ОПК-2- Способен применять современные методы исследования, оценивать представлять результаты выполненной работы	ОПК-2.1. Выбирает необходимый метод исследования для решения поставленной задачи.	УО-1 собеседование / устный опрос	Экзамен Вопросы 25-34
ОПК-2.2. Проводит анализ полученных результатов.					
ОПК-2.3. Представляет результаты выполненной работы.					
3	Раздел 4. Асинхронные режимы	ОПК-1 способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	ОПК-1.1. Формулирует цели и задачи исследования.	УО-1 собеседование / устный опрос	Экзамен Вопросы 35-42
ОПК-1.2. Определяет последовательность решения задач.					
ОПК-1.3. Формулирует критерии принятия решения.					

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также качественные критерии оценивания, которые описывают уровень сформированности компетенций, представлены в разделе VIII.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Хрущев Ю.В. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах: учебное пособие / Хрущев Ю.В., Заповодников К.И., Юшков А.Ю. – Томск: Томский политехнический университет, 2012. – 154 с. – Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-34740&theme=FEFU>

2. Электромеханические переходные процессы в электрических системах: учебно-методическое пособие к курсовому проектированию. – Благовещенск:

Амурский государственный университет, 2017. – 136 с. – Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-103937&theme=FEFU>

3. Ситников Н.В. Устойчивость электроэнергетических систем : учебное пособие / Ситников Н.В., Горемыкин С.А., Савельева Е.Л.. – Воронеж : Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. – 100 с. – Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-100454&theme=FEFU>

Дополнительная литература

1. Гамазин С.И., Садыкбеков Т.А., Переходные процессы в системах промышленного электроснабжения, обусловленные электродвигательной нагрузкой, Алма-Ата: Издательство «Гылым», 1991. - 302 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:710842&theme=FEFU>

2. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. – М.: «Высшая школа», 1985. - 536 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:381656&theme=FEFU>

3. Веников В.А., Зуев Э.Н., Портной М.Г., Электрические системы. Управление переходными режимами электроэнергетических систем: учебник для вузов. Под ред. В.А. Веникова.– Москва: Высшая школа, 1982. - 247 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:663599&theme=FEFU>

4. СО 153-34.20.576-2003. Методические указания по устойчивости энергосистем. – М.: Министрэнерго энергетике РФ, 2003. - 10 с. - Режим доступа: <http://so-ups.ru/fileadmin/files/laws/orders/pr277-300603me.pdf>

5. Хрущев Ю.В., Заповодников К.И., Юшков А.Ю., Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах: учебное пособие, Томск: Томский политехнический университет, 2012. - 154 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=10327

6. Чебан В.М., Ландман А.К., Фишов А.Г., Управление режимами электроэнергетических систем в аварийных ситуациях: учебное пособие для

вузов, Москва: Высшая школа, 1990. - 144 с. - Режим доступа:
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:412770&theme=FEFU>

7. Бугров В.Г. Электромеханические переходные процессы в системах электроснабжения: Учебное пособие для специальности 100400 "Электроснабжение". - Тверь: ТГТУ, 2005. - 115 с. - Режим доступа:
<http://window.edu.ru/resource/616/58616>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://www.fsk-ees.ru/> Сайт «Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы».
2. <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека.
3. <http://so-ups.ru/> Системный оператор ЕЭС.

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

1. Microsoft Office Professional Plus 2016 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.);

3. Adobe Acrobat XI Pro – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF;

4. MATLAB R2016a – пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений и одноимённый язык программирования, используемый в этом пакете.

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. База данных полнотекстовых академических журналов Китая

<http://oversea.cnki.net/>

4. Федеральный портал «Российское Образование». Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. География. http://fcior.edu.ru/catalog/osnovnoe_obshee?discipline_oo=16&class=&learning_character=&accessibility_restriction=

5. Электронные базы данных EBSCO <http://search.ebscohost.com/>

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Планирование и организация времени, отведенного на изучение дисциплины. Приступить к освоению дисциплины следует незамедлительно в самом начале учебного семестра. Рекомендуется изучить структуру и основные положения Рабочей программы дисциплины. Обратите внимание, что кроме аудиторной работы (лекции, лабораторные занятия) планируется самостоятельная работа, итоги которой влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины. Все задания (аудиторные и самостоятельные) необходимо выполнять и предоставлять на оценку в соответствии с графиком.

В процессе изучения материалов учебного курса предлагаются следующие формы работ: чтение лекций, лабораторные занятия, задания для самостоятельной работы.

Лекционные занятия ориентированы на освещение вводных тем в каждый раздел курса и призваны ориентировать студентов в предлагаемом материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов.

Практические занятия акцентированы на наиболее принципиальных и проблемных вопросах курса и призваны стимулировать выработку практических умений.

Особо значимой для профессиональной подготовки студентов является *самостоятельная работа* по курсу. В ходе этой работы студенты отбирают необходимый материал по изучаемому вопросу и анализируют его. Студентам необходимо ознакомиться с основными источниками, без которых невозможно полноценное понимание проблематики курса.

Освоение курса способствует развитию навыков обоснованных и самостоятельных оценок фактов и концепций. Поэтому во всех формах контроля знаний, особенно при сдаче зачета, внимание обращается на

понимание проблематики курса, на умение практически применять знания и делать выводы.

Работа с литературой. Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ и электронные библиотеки (<http://www.dvfu.ru/library/>), а также доступные для использования другие научно-библиотечные системы.

Подготовка к экзамену. К сдаче экзамена допускаются обучающиеся, выполнившие все задания (лабораторные, самостоятельные), предусмотренные учебной программой дисциплины, посетившие не менее 85% аудиторных занятий.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 20) Оборудование: Доска аудиторная.	–

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Для дисциплины «Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах» используются следующие оценочные

средства:

Устный опрос:

1. Собеседование (УО-1)

Письменные работы:

1. Контрольно-расчетная работа (ПР-12)

Устный опрос

Устный опрос позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Обучающая функция состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту.

Собеседование (УО-1) – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Письменные работы

Письменный ответ приучает к точности, лаконичности, связности изложения мысли. Письменная проверка используется во всех видах контроля и осуществляется как в аудиторной, так и во внеаудиторной работе.

Контрольно-расчетная работа (ПР-12) – средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Форма отчётности по дисциплине – экзамен (3-й, осенний семестр). Экзамен по дисциплине включает ответы на 2 вопроса.

Методические указания по сдаче экзамена

Экзамен принимается ведущим преподавателем. При большом количестве групп у одного преподавателя или при большой численности потока по распоряжению заведующего кафедрой (заместителя директора по учебной и воспитательной работе) допускается привлечение в помощь ведущему преподавателю других преподавателей. В первую очередь привлекаются преподаватели, которые проводили лабораторные занятия по дисциплине в группах.

В исключительных случаях, по согласованию с заместителем директора Школы по учебной и воспитательной работе, Директор департамента имеет право принять экзамен в отсутствие ведущего преподавателя.

Форма проведения экзамена (устная, письменная и др.) утверждается на заседании кафедры по согласованию с руководителем в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Во время проведения экзамена студенты могут пользоваться рабочей программой дисциплины, а также с разрешения преподавателя, проводящего экзамен, справочной литературой и другими пособиями (учебниками, учебными пособиями, рекомендованной литературой и т.п.).

Время, предоставляемое студенту на подготовку к ответу на экзамене, должно составлять не более 20 минут. По истечении данного времени студент должен быть готов к ответу.

Присутствие на экзамене посторонних лиц (кроме лиц, осуществляющих проверку) без разрешения соответствующих лиц (ректора либо проректора по учебной и воспитательной работе, директора Школы, руководителя ОПОП или заведующего кафедрой), не допускается. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, не имеющие возможности самостоятельного передвижения, допускаются к экзамену с сопровождающими.

При промежуточной аттестации обучающимся устанавливается оценка «зачтено» или «не зачтено».

При промежуточной аттестации обучающимся устанавливается оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

В зачетную книжку студента вносится только запись «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», запись «неудовлетворительно» вносится только в экзаменационную ведомость. При неявке студента на экзамен в ведомости делается запись «не явился».

Вопросы к экзамену

1. Основные понятия и определения курса.

2. Взаимные и собственные проводимости, методы их расчета.
3. Определение токов.
4. Определение мощностей.
5. Максимальные и предельные нагрузки.
6. Принцип действия синхронной машины.
7. Уравнение движения ротора.
8. Автоматическое регулирование возбуждения (основные понятия).
9. АРВ пропорционального действия.
10. АРВ сильного действия.
11. Физическая сущность статической устойчивости.
12. Теорема Ляпунова.
13. Анализ статической устойчивости простейшей нерегулируемой системы без учета демпфирования колебаний.
14. Анализ статической устойчивости простейшей системы с учетом демпфирования колебаний.
15. Анализ статической устойчивости простейшей нерегулируемой системы с учетом электромагнитных переходных процессов.
16. Анализ статической устойчивости простейшей системы при наличии АРВ пропорционального действия.
17. Анализ статической устойчивости простейшей системы при наличии АРВ сильного действия.
18. Метод площадей.
19. Определение предельного угла отключения короткого замыкания.
20. Влияние форсировки возбуждения на динамическую устойчивость.
21. Влияние регулятора скорости на динамическую устойчивость.
22. Качественный анализ электромеханического переходного процесса при больших возмущениях.
23. Метод Эйлера при численном решении нелинейного уравнения движения ротора.
24. Определение предельного времени отключения короткого замыкания.
25. Статические и динамические характеристики узлов нагрузки.
26. Характеристики асинхронного двигателя при малых изменениях режима.
27. Лавина напряжения при наличии асинхронной нагрузки.
28. Определение допустимого времени перерыва питания асинхронного двигателя.
29. Определение допустимого времени наброса момента на вал асинхронного двигателя.
30. Определение допустимого времени перерыва питания синхронного двигателя.
31. Определение допустимого времени наброса момента на вал синхронного двигателя.
32. Пуск асинхронного двигателя, определение времени пуска.
33. Самозапуск двигателей.

34. Электромагнитные моменты синхронных машин в асинхронном режиме.
35. Причины асинхронного режима.
36. Определение среднего скольжения установившегося асинхронного режима.
37. Опасные последствия асинхронного режима.
38. Деление системы.
39. Ресинхронизация генератора.
40. Характеристики регулятора скорости турбины.
41. Лавина частоты.
42. Меры повышения устойчивости.

Критерии выставления оценки студенту на экзамене

К экзамену допускаются обучающиеся, выполнившие программу обучения по дисциплине, прошедшие все этапы текущей аттестации.

Оценка	Требования к сформированным компетенциям
«отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил требования, предъявляемые к электроэнергетической системе, умеет оценить полученные результаты расчёта согласно требованию обеспечения устойчивости энергосистемы, владеет методикой расчёта и оценки устойчивости параллельной работы генераторов.
«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо усвоил требования, предъявляемые к системе электроснабжения, способен рассчитать переходные процессы в электроэнергетической системе, правильно применяет теоретические положения при оценке устойчивости энергосистем.
«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет поверхностные знания только основного материала, но не усвоил методику расчётов переходных процессов в электроэнергетической системе, допускает неточности, испытывает затруднения при оценке устойчивости энергосистем.
«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в определениях, с большими затруднениями выполняет оценку устойчивости энергосистем и расчёт режимов. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Оценочные средства для текущей аттестации

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме контрольных мероприятий (собеседования, контрольно-расчетных работ) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, активности обучающихся на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий ведётся на основе журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.

Вопросы для собеседования / устного опроса

Раздел 1. Статическая устойчивость электроэнергетических систем

1. Какой допускается аварийный режим, если система обладает результирующей устойчивостью?
2. Что определяет собственная проводимость ветви?
3. Что определяет взаимная проводимость ветви?
4. Какой характер носит зависимость электромагнитной (синхронной) мощности от угла электропередачи δ ?
5. Какой характер носит зависимость реактивной мощности от угла электропередачи δ ?
6. Чем определяется максимальная мощность электропередачи?
7. Если максимальная мощность электропередачи равна 200 МВт, а предельная – 500, то чему равна пропускная способность электропередачи?
8. Какие моменты воздействуют на ротор генератора?
9. В каком случае появляется асинхронный момент?
10. Чему пропорционально ускорение ротора?
11. При каких корнях характеристического уравнения система не устойчива согласно теореме Ляпунова?

12. При каких корнях характеристического уравнения система устойчива согласно теореме Ляпунова?
13. Чем определяется равновесный угол?
14. При каких равновесных углах δ простейшая нерегулируемая электрическая система статически устойчива?
15. Чем характеризуется статически устойчивый режим после малых возмущений (в общем случае)?
16. Критерий статической устойчивости простейшей электрической системы?
17. При каких корнях характеристического уравнения наблюдается колебательный характер переходного процесса?
18. Что такое сползание режима?
19. Что такое самораскачивание?
20. Чем определяется коэффициент запаса устойчивости генератора?
21. Чему способствует учет демпферного коэффициента R_d ?
22. Что обычно является причиной самораскачивания?
23. Чем вызвано самовозбуждение генераторов?
24. Чем АРВ сильного действия отличается от АРВ пропорционального действия?
25. В чем преимущество АРВ сильного действия перед АРВ пропорционального действия?

Раздел 2. Динамическая устойчивость электроэнергетических систем

26. Как согласно методу площадей должны соотноситься между собой работа ускорения и работа торможения?
27. Между характеристиками каких мощностей строятся площадки ускорения и торможения?
28. В каком случае на генераторе будет наблюдаться работа ускорения?
29. В каком случае на генераторе будет наблюдаться работа торможения?
30. Какой переходный процесс наблюдается после большого возмущения, если динамическая устойчивость была сохранена?
31. Какой переходный процесс наблюдается после большого возмущения, если динамическая устойчивость не была сохранена?
32. В районе какого угла δ происходят электромеханические колебания?
33. Почему во время близкого короткого замыкания ротор генератора разгоняется?
34. К чему может привести затяжное короткое замыкание?
35. После превышения какого угла δ начинается асинхронный режим в результате нарушения динамической устойчивости?
36. Какое дополнительное условие должно выполняться при определении предельного угла отключения короткого замыкания вблизи генератора?
37. Каким образом изменяется угол δ во время асинхронного режима?
38. Что происходит при форсировке возбуждения?

39. Благодаря чему улучшается динамическая устойчивость при форсировке возбуждения?
40. Благодаря чему улучшается динамическая устойчивость при наличии регулятора скорости вращения турбины?
41. По каким параметрам осуществляется регулирование в АРВ пропорционального действия?
42. Как осуществляется дополнительное регулирование в АРВ сильного действия?
43. В чем заключается главная отличительная особенность численных методов решения уравнения движения ротора?
44. Что используют для определения предельного времени отключения короткого замыкания?

Раздел 3. Устойчивость узлов нагрузки

1. Какой вид нагрузки является основным потребителем реактивной мощности?
2. В каком случае асинхронный момент является тормозящим?
3. В каком случае асинхронный момент является вращающим?
4. В каком случае синхронный момент является тормозящим?
5. В каком случае синхронный момент является вращающим?
6. Что наблюдается при падении напряжения сети ниже критического значения?
7. Что наблюдается при торможении асинхронного двигателя?
8. При каком скольжении асинхронный двигатель потребляет самый большой ток?
9. Почему при перерыве питания происходит торможение двигателей?
10. Почему при набросе момента происходит торможение двигателей?
11. Как электромагнитная мощность асинхронного двигателя зависит от напряжения сети?
12. При каком скольжении достигается максимальный электромагнитный момент (мощность) асинхронного двигателя?
13. Чем определяется скольжение асинхронного двигателя?
14. За счет чего можно ускорить разгон асинхронного двигателя?
15. Чем вызвана лавина напряжения?
16. С чем связана тяжесть самозапуска асинхронных двигателей?
17. Что является наиболее тяжелым последствием неуспешного самозапуска двигателей?

Раздел 4. Асинхронные режимы

1. Какой электромагнитный момент(ы) присутствует на валу синхронного генератора при несинхронной скорости вращения?
2. Чем обусловлен синхронный момент электрической машины?
3. Чем обусловлен асинхронный момент электрической машины?

4. Чем характеризуется установившийся асинхронный режим?
5. Что является необходимым условием установившегося асинхронного режима?
6. Какую зависимость мощности турбины от скорости ее вращения обеспечивает регулятор скорости вращения турбины?
7. На какой параметр воздействует регулятор скорости вращения турбины?
8. Чем характеризуется электрический центр качаний?
9. При каком угле δ во время асинхронного режима наблюдается самое глубокое снижение напряжения в промежуточном узле нагрузки?
10. Какие меры способствуют ресинхронизации генератора?
11. Какие меры способствуют ресинхронизации двух асинхронно идущих энергосистем?
12. Что приводит к лавине частоты?
13. Какая мера используется для предотвращения лавины частоты?

Критерии оценивания

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент показал развернутый ответ на вопрос, знание литературы, обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, неточности в ответе исправляет самостоятельно.
«не зачтено»	Студент обнаруживает незнание вопроса, неуверенно излагает ответ.

Тематика практических занятий

1. Определение собственных и взаимных проводимостей между узлами схем замещения электрической системы.
2. Характеристики зависимости активной и реактивной мощности от угла электропередачи при различных схемах замещения.
3. Анализ поведения системы после возмущающих воздействий с помощью интегрирования уравнения движения ротора по методу последовательных интервалов.
4. Анализ статической устойчивости простейшей нерегулируемой

системы с учетом демпферного момента.

5. Оценка запаса статической устойчивости.
6. Определение параметров АРВ пропорционального действия.
7. Определение предельного угла и предельного времени отключения короткого замыкания.
8. Линеаризация угловой характеристики мощности на отрезке движения по аварийной характеристике и аналитическое решение уравнения движения ротора.
9. Оценка предела устойчивости станции, связанной с системой соизмеримой мощности.
10. Расчёт допустимого времени перерыва питания в системе электроснабжения.
11. Упрощенный расчет самозапуска двигателей по остаточному напряжению.
12. Характер изменений электрических параметров при асинхронном режиме.
13. Влияние баланса активной мощности на частоту в энергосистеме.

Критерии оценки практических занятий

Оценка	Требования
<i>«зачтено»</i>	Студент выполняет задание в полном объёме с соблюдением необходимой последовательности проведения расчетов. Грамотно и логично описывает ход работы, правильно формулирует выводы, точно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и т.п., умеет обобщать фактический материал. Допускается два/три недочёта или одна негрубая ошибка и один недочёт. Работа соответствует требованиям и выполнена в срок.
<i>«не зачтено»</i>	Студент выполнил работу не полностью, объём выполненной части не позволяет сделать правильные выводы; не определяет самостоятельно цель работы; в ходе работы допускает одну и более грубые ошибки, которые не может исправить, или неверно производит расчеты; не умеет обобщать фактический материал.

Тематика контрольно-расчетных работ

1. Расчёт собственных и взаимных проводимостей в сложных электрических сетях.
2. Определение коэффициента запаса статической устойчивости в нормальной и ремонтной схеме.
3. Оценка характера электромагнитных переходных процессов после малых возмущений режима.
4. Определение допустимой по условиям динамической устойчивости продолжительности трёхфазного короткого замыкания в простейшей сети.
5. Оценка тяжести трёхфазного короткого замыкания в сложной сети по условиям динамической устойчивости системы.
6. Оценка тяжести несимметричных коротких замыканий в сложной сети по условиям динамической устойчивости системы.

Критерии оценки контрольно-расчетных работ

Оценка	Требования
<i>«зачтено»</i>	Студент выполнил контрольно-расчетную работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности этапов проведения работы, самостоятельно строит профиль под контролем преподавателя, при необходимости задает наводящие вопросы. Допускается неточность тех линий, по которым нет достаточной информации, но в логических пределах.
<i>«не зачтено»</i>	Студент выполнил работу не полностью, объем выполненной части не позволяет самостоятельно выстроить профиль; в ходе работы допускает грубые ошибки, которые не может исправить. Контрольно-расчетная работа не выполнена.