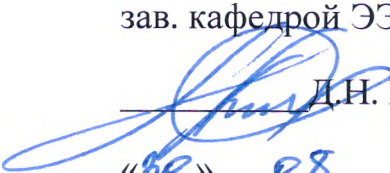


Государственное образовательное учреждение
"Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко"

Физико-технический институт
Инженерно-технический факультет
Кафедра Электроэнергетики и электротехники

УТВЕРЖДАЮ

зав. кафедрой ЭЭ


Д.Н. Калошин

«30» 08 20 24 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

«УСТОЙЧИВОСТЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

Направление подготовки

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль

Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций, учреждений

Квалификация (степень)

выпускника:

магистр

Форма обучения:

очная

Год набора:

2024 г.

Разработал: профессор

_____ М.В. Киорсак

«30» 08 20 24 г.

Тирасполь, 2024

Паспорт фонда оценочных средств по учебной дисциплине

1.В результате изучения дисциплины «Устойчивость электроэнергетических систем» у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

Задача ПД	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание
<i>Тип задач профессиональной деятельности: эксплуатационный</i>			
– контроль технического состояния технологического оборудования объектов ПД; – техническое обслуживание и ремонт объектов ПД	ПК-2 Способен по результатам исследований выбирать и проектировать новые эффективные технические решения в области профессиональной деятельности	ПК-2.1 Анализирует надежность электротехнических объектов на стадии проектирования. ПК-2.2 Формулирует критерии оптимальности при выборе известных технических решений и проектировании новых электротехнических объектов.	20.049
<i>Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский</i>			
– анализ и обработка научно-технической информации по тематике исследования из отечественных и зарубежных источников; – проведение экспериментов по заданной методике, обработка и анализ результатов исследований; – составление отчетов и представление результатов выполненной работы.	ПК-3 Способен участвовать в научно-исследовательской работе в области профессиональной деятельности.	ПК-3.2 Применяет современный набор инструментов управления качеством электрических и электронных аппаратов, включая статистические методы	20.049

2. Программа оценивания контролируемой компетенции:

Текущая аттестация	Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины их название	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
РУБЕЖНЫЙ КОНТРОЛЬ	Раздел 1	ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.2	Тест Практические занятия ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.2
	Раздел 2		Тест, Практические занятия ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.2

РУБЕЖНАЯ АТ-ТЕСТАЦИЯ	Раздел 3	ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.2	Тест, Практические занятия ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.2
	Раздел 4		Тест, Практические занятия ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.2
Промежуточная аттестация		Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
		ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.2	Экзамен

3. Показатели и критерии оценивания компетенции по этапам формирования, описание шкал оценивания

Этапы оценивания компетенции	Показатели достижения заданного уровня освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		2	3	4	5
Первый этап	Знать ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.2	Не знает	терминологию по электромеханическим переходным процессам в электроэнергетических системах	физическую сущность электромеханических переходных процессов в электроэнергетических системах. Основные математические выражения, математические модели основных элементов электроэнергетической системы	критерии и виды устойчивости; методы оценки устойчивости электроэнергетических систем; мероприятия по обеспечению и повышению устойчивости;
Второй этап	Уметь ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.2	Не умеет	выбирать модели и методы для оценки качества переходных процессов в электроэнергетических системах	выполнять расчёты устойчивости электроэнергетической системы, применяя специальные программные средства	давать инженерную оценку полученных результатов расчётов электромеханических переходных процессов, рассчитывать запасы устойчивости систем
Третий этап	Владеть ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.2	Не владеет	практическим решением задач устойчивости электроэнергетических систем	обобщать и делать заключения об устойчивости электроэнергетических систем в различных режимах работы	использование современной вычислительной техники при выполнении анализа переходных процессов и устойчивости в электроэнергетических системах.

4. Шкала оценивания

Согласно Положению «О порядке организации аттестации в ИТИ ПГУ им. Т.Г. Шевченко, итоговая оценка представляет собой сумму баллов, полученных студентом по итогу освоения дисциплины (модуля):

Оценка в традиционной шкале	Оценка в 100- балльной шка- ле	Буквенные эквиваленты оценок в шкале 3Е (% успешно аттестованных)
5 (отлично)	88–100	А (отлично) – 88-100 баллов
4 (хорошо)	70–87	В (очень хорошо) – 80-87баллов
		С (хорошо) – 70-79 баллов
3 (удовлетворительно)	50–69	D(удовлетворительно) – 60-69 баллов
		E(посредственно) – 50-59 баллов
2 (неудовлетворительно)	0–49	Fx– неудовлетворительно, с возможной пересдачей – 21-49 баллов
		F– неудовлетворительно, с повторным изучением дисциплины – 0-20 баллов

Расшифровка уровня знаний, соответствующего полученным баллам, дается в таблице, указанной ниже

А	“Отлично” - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.
В	“Очень хорошо” - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному.
С	“Хорошо” - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.
D	“Удовлетворительно” - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.
Е	“Посредственно” - теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному.
FX	“Условно неудовлетворительно” - теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий.
F	“Безусловно неудовлетворительно” - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий.

5. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования

5.2 Типовой вариант задания на практическую работу

Тема: «Динамическая устойчивость электроэнергетических систем»

Практическое занятие включает в себя решение трёх задач.

Задача 3.1

В электрической системе (рис. 1.1) возникает КЗ вблизи шин на линии Л-2 в точке 1 или 2. Релейной защитой данная линия отключается. Требуется:

1. Определить параметры схемы замещения системы в аварийном и послеаварийном режимах.
2. Построить динамические характеристики мощности системы.
3. Рассчитать максимально допустимые угол и время отключения КЗ.

Параметры элементов и режимы системы взять из задач 1.1. и 2.1.

Пример динамических характеристик системы в различных режимах приведен на рисунке 3.1.

Задача 3.2

В схеме, приведенной на рис. 1.1, отключаются и затем вновь включаются обе линии электропередачи. Требуется определить предельное время включения линий для сохранения динамической устойчивости

Параметры схемы и исходного режима взять из задачи 3.1.

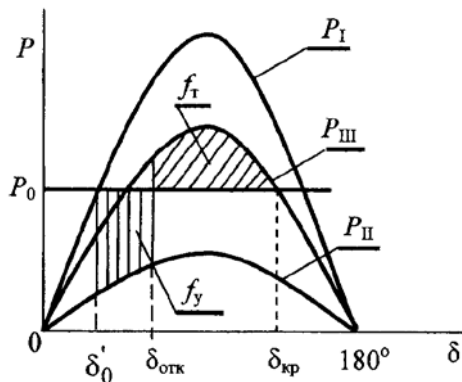


Рис. 3.1. Динамические характеристики системы в различных режимах:

P_I - исходный; P_{II} - аварийный; P_{III} - послеаварийный

Задача 3.3

В схеме сети, приведенной на рис. 3.2, в начале линии включается нагрузка, равная P_n (см. табл. 1.1). Определить максимальный размах качаний угла генератора после включения нагрузки, принимая для нее коэффициент мощности, равный единице.

Параметры схемы сети и исходного режима взять из задачи 3.1.

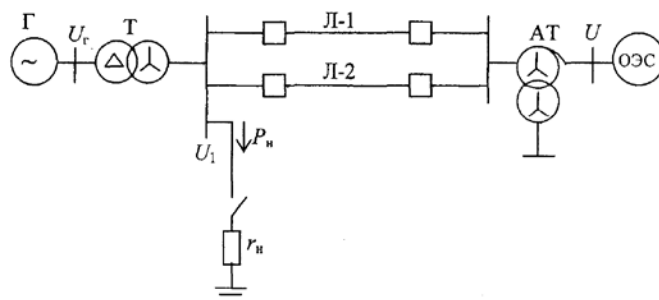


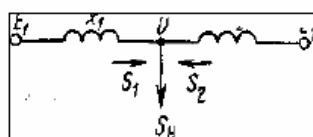
Рис. 3.2. Схема исследуемой сети

Контрольные вопросы к практической работе:

1. Каков характер изменения угла нагрузки для случаев сохранения устойчивости и потери устойчивости синхронного генератора?
2. Какие параметры синхронной машины используются при анализе динамической устойчивости?
3. Что означают термины “предельный угол отключения к.з.” и “предельное время отключения к.з.”?
4. В чём заключается энергетический подход при анализе динамической устойчивости электроэнергетических систем?
5. Как влияет конструктивное исполнение ротора синхронного генератора на его динамическую устойчивость?

5.3 Типовой вариант тестового задания

1. Статическая устойчивость синхронного двигателя
2. Предельный угол отключения к.з.
3. Определить предельный по устойчивости режим системы, предполагая, что в точке 2 имеются шины неизменной эдс E_2 , а напряжение в точке Н изменяется, причем нагрузка представлена постоянным сопротивлением $Z_H = \text{const}$. Частота в системе предполагается постоянной. В этом случае целесообразно применить критерий $dP/d\delta > 0$ или, для данного случая, $dP/d\delta_{12} > 0$, где δ_{12} – угол между E_1 , E_2 . Параметры схемы замещения и исходного режима (в относительных единицах):
 $x_1 = 0,735$; $x_2 = 0,0606$; $S_1 = 1 + j0,485$; $S_2 = 4,5 + j2,93$; $E_1 = 1,35 + j0,75$; $E_2 = 1,18 + j0,26$.



5.4 Перечень вопросов, выносимых на экзамен

1. Устойчивость энергосистемы. Основные понятия и определения.
2. Простейшая схема электропередачи и схема её замещения.
3. Векторная диаграмма для нормального режима работы электропередачи.
4. Характеристика мощности простейшей электропередачи.
5. Схема замещения электрической сети. Матричная форма записи уравнений
6. Определение токов в расчётах установившихся и квазипереходных режимах при сложной связи синхронного генератора с энергосистемой.
7. Поперечная и продольная составляющие тока в узле СЭС при сложной связи синхронного генератора с энергосистемой.
8. Активная и реактивная мощность синхронной машины при сложной связи синхронного генератора с энергосистемой.
9. Характеристики мощности в простейшей цепи, состоящей из двух генераторов.

10. Характеристики мощности в простейшей цепи, состоящей из генератора, работающего на шины постоянного напряжения
11. Расчёт собственных и взаимных проводимостей.
12. Понятие статической устойчивости энергосистемы. Энергетический критерий статической устойчивости.
13. Угловая характеристика синхронного генератора. Статическая устойчивость синхронного генератора
14. Синхронизирующая мощность синхронного генератора
15. Влияние параметров схемы на характеристики мощности. Схема замещения системы электропередачи с шунтирующим реактором на шинах станции.
16. Влияние параметров схемы на характеристики мощности. Схема замещения и характеристики мощности при учёте активного сопротивления.
17. Влияние параметров схемы на характеристики мощности. Схема замещения и характеристики мощности при наличии шунтирующего активного сопротивления.
18. Векторная диаграмма изменения напряжения при увеличении нагрузки и характеристика мощности генератора без АРВ.
19. Векторная диаграмма изменения ЭДС при увеличении нагрузки генератора с АРВ пропорционального действия.
20. Характеристики мощности генераторов с АРВ пропорционального действия.
21. Действительный предел мощности.
22. Векторная диаграмма простейшей системы и уравнение характеристики мощности генератора без АРВ.
23. Векторная диаграмма простейшей системы и уравнение характеристики мощности генератора с АРВ пропорционального действия.
24. Векторная диаграмма простейшей системы и уравнение характеристики мощности генератора с АРВ сильного действия.
25. Упрощённое представление генераторов в расчётах статической устойчивости.
26. Векторная диаграмма и характеристики мощности явнополюсных синхронных машин.
27. Математическая модель синхронной машины по Парку – Гореvu. Уравнения напряжений.
28. Математическая модель синхронной машины по Парку – Гореvu. Уравнения потокосцеплений.
29. Математическая модель синхронной машины по Парку – Гореvu. Уравнения движения ротора.
30. Упрощённые уравнения Парка - Горева.
31. Уравнения Лебедева – Жданова.
32. Упрощённая модель синхронной машины.
33. Теорема о сверхпроводящем контуре. Принцип постоянства потокосцепления.
34. Векторная диаграмма синхронной машины для различных стадий трёхфазного короткого замыкания.
35. Характеристики изменения во времени токов и ЭДС синхронной машины при трёхфазном коротком замыкании.
36. Математическая модель асинхронного двигателя по Парку – Гореvu.
37. Динамическая устойчивость. Метод площадей.
38. Анализ динамической устойчивости простейшей системы графическим методом
39. Динамическая устойчивость при к.з. на линии.
40. Предельный угол отключения к.з.
41. Анализ трёхфазного к.з. графическим методом. К.з. в начале линии.
42. Решение уравнения движения ротора.
43. Решение уравнения движения ротора с помощью пакета Simulink MATLAB.
44. Общая характеристика узлов нагрузки.
45. Статическая устойчивость синхронного двигателя.

46. Статическая устойчивость асинхронного двигателя.
47. Практические критерии оценки статической устойчивости. Устойчивость схемы электроснабжения “эквивалентный генератор – ЛЭП – шины неизменного напряжения”.
48. Практические критерии оценки статической устойчивости. Устойчивость схемы с двусторонним питанием нагрузки.
49. Практические критерии оценки статической устойчивости. Устойчивость узловой точки системы электроснабжения.
50. Динамическая устойчивость асинхронного двигателя при снижении напряжения питания
51. Определение времени восстановления напряжения для сохранения устойчивости асинхронного двигателя в случае понижения напряжения
52. Динамическая устойчивость синхронного двигателя при снижении напряжения питания.
53. Общий подход к анализу устойчивости. Устойчивость по Ляпунову.
54. Характеристическое уравнение. Оценка устойчивости по корням характеристического уравнения.
55. Метод малых колебаний для оценки статической устойчивости электроэнергетической системы.
56. Критерий Гурвица для оценки статической устойчивости.
57. Критерий устойчивости Михайлова.