

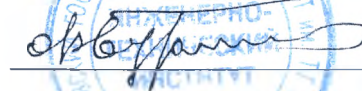
Государственное образовательное учреждение
«Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко»

Инженерно-технический институт

Кафедра «Электроэнергетика и электротехника»

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института, доцент



Ф.Ю. Бурменко

«12» 09 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

на 2019/2020 учебный год

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.03 «УСТОЙЧИВОСТЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

Направление подготовки:

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Магистерская программа

Электроэнергетические системы и сети

Для набора

2018 года

Квалификация (степень) выпускника
магистр

Форма обучения:

очная

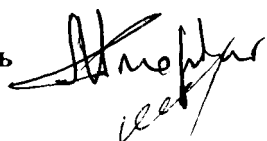
Тирасполь, 2019

Рабочая программа дисциплины «Устойчивость электроэнергетических систем» /сост. М.В. Киорсак– Тирасполь: ГОУ ПГУ, 2019. – 11 с.

Рабочая программа предназначена для преподавания обязательной дисциплины вариативной части дисциплин (модулей) студентам очной формы обучения по направлению подготовки 2.13.04.02 «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА»

Рабочая программа составлена с учетом Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.04.02 «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 21 ноября 2014 г. № 1500.

Составитель



/ Киорсак М.В., профессор
Тртурика Н.Н., ст.преподаватель

«25» ср 2019г.

©Киорсак М.В.,
Туртурика Н.Н., 2019
© ГОУ ПГУ, 2019

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование необходимых базовых знаний о физике электромеханических переходных процессов в современных электроэнергетических системах, физической сути мероприятий по сохранению устойчивости энергосистем и математических основах исследования устойчивости. В результате изучения курса студенты должны получить практические навыки анализа условий протекания электромеханических переходных процессов, их расчета и физического истолкования получаемых результатов.

В результате изучения названной дисциплины студенты должны приобрести знания, умения и определенный опыт, необходимые для изучения специальных дисциплин и для дальнейшей профессиональной деятельности.

Приобретенные знания, умения и навыки позволят подготовить выпускника:

- к проектно-конструкторской деятельности, способности к расчету, анализу и проектированию электроэнергетических элементов, объектов и систем с использованием современных средств вычислительной техники;
- к научно-исследовательской деятельности, в том числе в междисциплинарных областях, связанной с математическим моделированием процессов в электроэнергетических системах и объектах, проведением экспериментальных исследований и анализом их результатов;
- к самостоятельному обучению и освоению новых знаний и умений для реализации своей профессиональной карьеры.

Задачей изучения дисциплины является приобретение студентами практических навыков и умений самостоятельно анализировать, рассчитывать и экспериментально исследовать неустановившиеся режимы с целью обеспечения устойчивой работы генераторов и потребителей электрической энергии.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам вариативной части Б1.В.ОД.4 направления «Электроэнергетика и электротехника». Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зачётных единицы, 180 часов.

Знания, полученные при освоении данной дисциплины, необходимы для изучения дисциплин «Современные средства релейной защиты и автоматики», «Оперативное управление в электроэнергетике», «Производство и диспетчеризация электроэнергии», и при выполнении магистерской диссертации.

Для освоения дисциплины «Устойчивость электроэнергетических систем» студенты используют знания, умения и навыки, полученные в ходе изучения дисциплин «Высшая математика», «Физика», «Информатика», «Теоретические основы электротехники», «Электрические машины», «Электрические системы и сети», «Электромагнитные переходные процессы».

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование компетенций, приведенных в табл.1.

Таблица 1 – Формулировка компетенций для дисциплины
«УСТОЙЧИВОСТЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

Код компетенции	Формулировка компетенции
ОПК-1	способность формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки

ОПК-2	способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы;
ПК-22	готовностью эксплуатировать, проводить испытания и ремонт технологического оборудования электроэнергетической и электротехнической промышленности;
ПК-26	способность определять эффективные производственно-технологические режимы работы объектов электроэнергетики и электротехники

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

3.1. Знать: 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;

3.2. Уметь: 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;

3.3. Владеть:

- информационно-вычислительной техникой при выполнении и оформлении отчетов по практическим занятиям;- анализом установившихся и переходных процессов в электроэнергетических системах.

Рабочая программа учебной дисциплины рассчитана на 58 часов аудиторных занятий, в том числе 26 часов отводится на лекционные занятия, 32 часа – на практические занятия.

С целью систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений в рабочей программе учебной дисциплины предусмотрена внеаудиторная самостоятельная работа студентов в количестве 86 часов. Учебная дисциплина изучается 1 семестр и заканчивается аттестацией магистрантов в форме экзамена.

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1. Распределение трудоемкости в часах по видам аудиторной и самостоятельной работы студента по семестрам

Семестр	Количество часов						Форма итогового контроля	
	Трудоемкость з.е./часы	В том числе				Самост. работа		Экзамен
		Аудиторных						
		Всего	Лекции	Лаб. раб.	Практич. занятия			
3	5/180	58	26	-	32	86	36	Экзамен
Итого	5/180	58	26	-	32	86	36	

4.2. Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины

№ п/п	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа (СР)
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Схемы замещения и характеристики мощности электрической сети	40	2	12	-	24
2	Статическая устойчивость электроэнергетических систем	26	10	14	-	30
3	Динамическая устойчивость электроэнергетических систем	24	8	2	-	26
4	Общий подход к анализу устойчивости.	10	6	4	-	6
5	Подготовка к экзамену	36	-	-	-	
	Итого	5/180	26	32	-	86

4.3. Тематический план по видам учебной деятельности

Лекции

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем часов	Тема лекции	Учебно-наглядные пособия
1	2	3	4	5
1	1	2	Устойчивость энергосистемы. Основные понятия и определения. Понятие статической и электродинамической устойчивости. Характеристика мощности простейшей электропередачи.	Конспект лекций
2	2	2	Статическая устойчивость. Влияние индуктивного сопротивления системы на статическую устойчивость. Характеристика мощности при сложной связи генератора с приемной системой.	Конспект лекций

3	2	2	Влияние параметров схемы на характеристики мощности. Характеристика мощности системы с регулируемыми генераторами.	Конспект лекций
4	2	2	Характеристики приемной системы и устойчивость нагрузки. Статические характеристики узла нагрузки. Устойчивость нагрузки. Первичные и вторичные признаки устойчивости нагрузки.	Конспект лекций
5	2	2	Действительный предел мощности. Определение действительного предела мощности.	Конспект лекций
6	2	2	Расчет статической устойчивости простейшей системы и коэффициента запаса по статической устойчивости.	Конспект лекций
7	3	2	Динамическая устойчивость. Схемы замещения сети при коротком замыкании. Переходное индуктивное сопротивление синхронных машин.	Конспект лекций
8	3	2	Динамическая устойчивость электростанции работающей на шины бесконечной мощности. Устойчивость двух электростанций конечной мощности. Правило площадей и последовательных интервалов.	Конспект лекций
9	3	2	Динамическая устойчивость сложных систем. Определение мощностей по принципу наложения. Определение собственных и взаимных проводимости ветвей.	Конспект лекций
10	3	2	Расчет динамической устойчивости сложных систем. Упрощение сложных систем при расчете динамической устойчивости.	Конспект лекций
11	4	2	Общий подход к анализу устойчивости. Устойчивость по Ляпунову. Критерий Гурвица для оценки статической устойчивости. Критерий устойчивости Михайлова.	
12	4	2	Динамическая устойчивость при отключении и коротком замыкании на линии. Оценка эффективности АПВ линий электропередачи методом площадей.	Конспект лекций
13	4	2	Расчет устойчивости системы с несколькими электростанциями.	Конспект лекций
	Итого	26		

Практические занятия

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем часов	Тема практического занятия	Учебно-наглядные пособия
1.	1	2	Схемы замещения и определение параметров элементов электроэнергетических систем.	Методические указания
2.	1	2	Схемы замещения и определение параметров элементов электроэнергетических си-	Методические указания

			<i>стем.</i>	
3.	1	2	<i>Схемы замещения и определение параметров элементов электроэнергетических систем.</i>	Методические указания
4.	1	2	<i>Преобразование схемы замещения электро-энергетических систем.</i>	Методические указания
5.	1	2	<i>Определение собственных и взаимных сопротивлений электростанций электрической сети</i> методом преобразования схемы сети.	Методические указания
6.	1	2	<i>Определение собственных и взаимных сопротивлений электростанций электрической сети методом преобразования схемы сети.</i>	Методические указания
7.	2	2	<i>Построение угловых характеристик системы с генераторами без АРВ</i> , определение предела передаваемой мощности и коэффициент запаса статической устойчивости	Методические указания
8.	2	2	<i>Построение угловых характеристик с генераторами с АРВ СД</i> , определение предела передаваемой мощности и коэффициент запаса статической устойчивости	
9.	2	2	<i>Построение угловых характеристик с генераторами с АРВ ПД</i> , определение предела передаваемой мощности и коэффициент запаса статической устойчивости	
10.	2	2	<i>Построение векторной диаграммы электрической системы с генераторами с АРВ СД.</i>	
11.	2	2	<i>Устойчивость нагрузки электроэнергетических систем</i>	Методические указания
12.	2	2	<i>Устойчивость нагрузки электроэнергетических систем</i>	
13.	2	2	Статическая устойчивость и характеристики мощности электроэнергетических систем.	Методические указания
14.	3	2	<i>Статическая устойчивость и характеристики мощности электроэнергетических систем.</i>	Методические указания
15.	4	2	<i>Динамическая устойчивость электроэнергетических систем.</i>	Методические указания
16.	4	2	<i>Устойчивость сложных электроэнергетических систем.</i>	Методические указания
	Итого	0,89/32		

Самостоятельная работа студента

Раздел дисциплины	№ п/п	Тема и вид СРС	Трудоемкость (в часах)
-------------------	-------	----------------	------------------------

Раздел 1	1	Тема: Схемы замещения и определение параметров элементов электроэнергетических систем. СРС 1: Расчёт параметров схем замещения электроэнергетических систем.	24
Раздел 2	2	Тема: Устойчивость нагрузки электроэнергетических систем. СРС 2: Определение пределов устойчивой работы асинхронных и синхронных двигателей.	14
Раздел 2	3	Тема: Характеристики мощности генераторов с АРВ. СРС 3: Расчёт характеристик мощности и анализ статической устойчивости электроэнергетических систем. Определение пределов передаваемой мощности генераторов без АРВ, с АРВ пропорционального типа и с АРВ сильного действия.	16
Раздел 3	4	Тема: Математические модели элементов электроэнергетических систем. СРС 4: Математическая модель синхронной машины по Парку – Гореvu. Упрощённые уравнения Парка - Горева. Уравнения Лебедева – Жданова. Математические модели трансформаторов и линий электропередачи.	12
Раздел 3	5	Тема: Динамическая устойчивость электроэнергетических систем. СРС 5: Расчёт динамических характеристик системы, анализ динамической устойчивости и определение предельного времени отключения аварийных режимов	14
Раздел 4	6	Тема: Устойчивость сложных электроэнергетических систем. СРС 6: Анализ устойчивости энергосистем с помощью критериев устойчивости.	6
Итого			86

5. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Курсовых работ не предусмотрено.

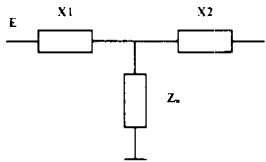
6. Образовательные технологии

Семестр	Вид занятия (Л, ПЗ, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
3	Л	- информационно-развивающие технологии; - компьютерные технологии обучения (проблемная лекция, интерактивная лекция-конференция).	26
	ПЗ	Работа с программами “MATLAB”, “Simulink MATLAB”, “Mathcad”, программным комплексом “Mustang”.	32
Итого			58

7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Пример билета к модульному контролю № 1.

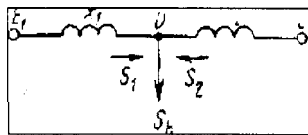
1. Характеристика мощности простейшей электропередачи.
2. Действительный предел мощности
3. Определить потребляемую реактивную мощность на шинах сети бесконечной мощности, получаемую от синхронного генератора, в соответствии с



приведенной схемой замещения и следующими исходными данными в о.е.: $E = 1.77$; $U = 1$; $X1 = 0.92$; $X2 = 0.38$; $Z_H = 0.54 + j0.11$; $\delta = 18^\circ$.

Пример билета к модульному контролю № 2.

1. Динамическая устойчивость. электростанции работающей на шины бесконечной мощности.
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): $x1 = 0.735$; $x2 = 0.0606$; $S1 = 1 + j0.485$; $S2 = 4.5 + j2.93$; $E1 = 1.35 + j0.75$; $E2 = 1.18 + j0.26$.



8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Основная литература

1. Калентионик Е.В. Устойчивость электроэнергетических систем – Минск: Техноперспектива, 2007. – 350 с.
2. Куликов Ю.А. Переходные процессы в электрических системах. – Новосибирск: НГТУ, 2003. – 283 с.
3. Мелешкин Г.А. Устойчивость энергосистем – Санкт-Петербург, 2002. – 363 с.
4. Калентионик Е.В., Волков А.А., Мышковец Е.В., В.М. Цыганков В.М. Устойчивость электроэнергетических систем. Сборник задач и примеры их решений/. – Минск: БНТУ, 2007. – 131 с.

8.2. Дополнительная литература

1. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. – М.: Высшая школа, 1985. – 536 с.
2. Жданов П.С. Вопросы устойчивости электрических систем. – М.: Энергия, 1978. – 456 с.
3. Язловецкий Л.Е., Стёпка О.Г. Электромеханические переходные процессы. Методические указания для выполнения практических и контрольных работ для студентов дневной и заочной форм обучения специальности 100400 «Электроснабжение» и направления 551700.62 «Электроэнергетика». Тирасполь, ИГУ, эл. вар., 2012.
4. Язловецкий Л.Е., Стёпка О.Г. Методические указания к лабораторным

работам по курсу “Электромеханические переходные процессы в электрических системах” Моделирование переходных процессов электрических машин в Simulink MATLAB. Тирасполь, ПГУ, эл. вар., 2012.

8.3. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Программное обеспечение: *ОС Windows, программный комплекс MATLAB, Simulink MATLAB, Mathcad.*

8.4. Методические указания и материалы по видам занятий

1. Киорсак М.В., Зайцев Д.А., Туртурика Н.Н., Добровольская О.М., Калошин Д.Н. Методические указания по организации выполнения оформления и защиты всех видов отчетной документации студентов по всем направлениям подготовки кафедры «Электроэнергетики и электротехники, ИТИ ПГУ им.Т.Г. Шевченко. кафедра электроэнергетики и электротехники. – Тирасполь: 2016. – 80с
2. Методические указания к практическим и лабораторным работам по курсу “Электромеханические переходные процессы” с применением программы Mathcad, MATLAB и Siulink MATLAB – обновляются.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):

Для проведения лекционных занятий необходимо наличие учебной аудитории, снабженной мультимедийными средствами для проведения презентаций и показа учебных фильмов.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:

Особенностью организации изучения дисциплины является интенсивное применение компьютерных программ MATLAB и Mathkad.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Курс 2

Семестр 3

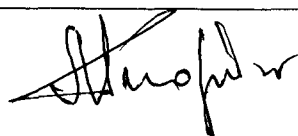
Группа ИТ18ДР68ЭЭ1

Преподаватель – лектор **Киорсак М.В.**Преподаватели, ведущие практические занятия - **Киорсак М.В.**

Кафедра электроэнергетики и электротехники

Наименование дисциплины/курса	Уровень образования (бакалавриат, специалитет, магистратура)	Статус дисциплины в учебном плане (А, Б)	Количество ЗЕ	
Устойчивость электроэнергетических систем	магистратура	Б	4	
СМЕЖНЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ ПО УЧЕБНОМУ ПЛАНУ:				
Современные средства защиты и автоматики. Оперативное управление в электроэнергетике. Производство и диспетчеризация электроэнергии.				
БАЗОВЫЙ МОДУЛЬ (проверка знаний и умений по дисциплине)				
Тема, задание или мероприятие текущего контроля	Виды текущей аттестации	Аудиторная или внеаудиторная	Минимальное количество баллов	Максимальное количество баллов
Тест №1	Т1	аудиторная	10	20
Практическое занятие №1	ПЗ 1	аудиторная	5	10
Практическое занятие №2	ПЗ 2	аудиторная	5	10
Практическое занятие №3	ПЗ 3	аудиторная	5	10
РУБЕЖНЫЙ КОНТРОЛЬ	РК		25	50
Тест №2	Т2	аудиторная	10	20
Практическое занятие №3	ПЗ 3	аудиторная	5	10
Практическое занятие №4	ПЗ 4	аудиторная	5	10
Практическое занятие №5	ПЗ 5	аудиторная	5	10
РУБЕЖНАЯ АТТЕСТАЦИЯ	РА	50	25	50
Итого			50	100

Составитель, профессор, д.т.н.


Киорсак М.В.