

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе

Драгунов В.К.



«16» июня 2015 г.

Программа аспирантуры

Направление 13.06.01 Электро- и теплотехника

Направленность (специальность) 05.14.02 Электрические станции и электроэнергетические системы

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
дисциплины по выбору

«Спецвопросы переходных процессов в электроэнергетических системах»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.1.1

Всего: 108 часов

Семестр 1, в том числе

6 часов – контактная работа,  
84 часа – самостоятельная работа,  
18 часов – контроль

Программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 13.06.01 Электро- и теплотехника, утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 № 878, и паспорта специальности 05.14.02 Электрические станции и электроэнергетические системы, номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

## **ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Целью** изучения дисциплины является управления переходными режимами электроэнергетической системы, технических способов и средств управления и их характеристик.

**Задачами** дисциплины являются

- Ознакомление с требованиями нормативных документов по устойчивости электроэнергетических систем.
- Ознакомление со способами и техническими средствами управления переходными режимами электроэнергетической системы.
- Ознакомление с современной теорией устойчивости.
- Ознакомление с мероприятиями по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в ЭЭС.

В процессе освоения дисциплины **формируются следующие компетенции:**

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);
- владение культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);
- владение методологией анализа надежности и качества функционирования электростанций, электроэнергетических систем и систем управления ими (ПК-1);

- способность использовать противоречивые критерии технико-экономических обоснований и принимать научно-технические решения в условиях неопределенности (ПК-2).

### **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

**знать:**

- свойства электроэнергетической системы как объекта управления (УК-1);
- требования нормативных документов по устойчивости электроэнергетических систем, способы и технические средства управления переходными режимами электроэнергетической системы (УК-4);

**уметь:**

- применять современные методы исследования, оценки и представления результатов решения задач исследования переходных процессов (ОПК-2);

**владеть:**

- методологией анализа надежности и качества функционирования электростанций, электроэнергетических систем и систем управления ими (ПК-1);
- способностью использовать противоречивые критерии технико-экономических обоснований и принимать научно-технические решения в условиях неопределенности (ПК-2).

## **КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Основные характеристики элементов ЭЭС и их математические модели, используемые при исследовании переходных процессов. Причины, вызывающие переходные процессы в электроэнергетических системах (ЭЭС). Основные соображения о физической природе и об анализе переходных процессов в ЭЭС. Виды возмущений, вызывающих переходные процессы в ЭЭС. Их отражение в схемах замещения ЭЭС, в том числе: короткие замыкания (к.з.), сложные виды повреждений. Составление схем замещения для расчетов, применяемые допущения. Критерии технико-экономической оценки.

2. Общие уравнения, описывающие переходные процессы в электрических машинах. Преобразования координат.

3. Переходные процессы при коротких замыканиях в сетях, содержащих длинные линии, установки продольной компенсации, линейные, и нелинейные регулирующие элементы.

4. Современная теория устойчивости. Понятие о первом и втором (прямом) методах Ляпунова. Практические критерии статической устойчивости. Упрощенные критерии динамической и результирующей устойчивости в простейшей ЭЭС. Протекание процесса во времени при больших и малых возмущениях. Исследование статической устойчивости простейшей нерегулируемой ЭЭС методом малых колебаний. Статическая устойчивость системы с регулируемым возбуждением.

5. Исследование статической устойчивости простейшей нерегулируемой ЭЭС методом малых колебаний. Статическая устойчивость системы с регулируемым возбуждением. Переходные процессы в узлах нагрузки при малых и больших возмущениях.

6. Характеристики многомашинной ЭЭС. Устойчивость нормальных режимов сложных систем. Изменение частоты и мощности в ЭЭС.

7. Динамическая устойчивость ЭЭС. Переходные процессы и устойчивость систем, объединенных слабыми связями. Асинхронные режимы, ресинхронизация и результирующая устойчивость.

8. Регулирование частоты и перетоков активной мощности в энергосистемах. Баланс мощности энергосистемы. Частотные статические характеристики энергосистемы. Виды регулирования частоты и перетоков мощности. Требования к качеству регулирования частоты. Автоматическое регулирование частоты и перетоков активной мощности.

9. Методические и нормативные указания по анализу переходных процессов и устойчивости ЭЭС. Мероприятия по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в ЭЭС.

## **ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины: 1 семестр – дифференцированный зачет.

### **Вопросы для самоконтроля и проведения зачета**

1. Основные характеристики элементов ЭЭС и их математические модели, используемые при исследовании переходных процессов.
2. Причины, вызывающие переходные процессы в электроэнергетических системах (ЭЭС).
3. Основные соображения о физической природе и об анализе переходных процессов в ЭЭС.
4. Виды возмущений, вызывающих переходные процессы в ЭЭС. Их отражение в схемах замещения ЭЭС, в том числе: короткие замыкания (к.з.), сложные виды повреждений.
5. Составление схем замещения для расчетов, применяемые допущения.
6. Критерии технико-экономической оценки.
7. Общие уравнения, описывающие переходные процессы в электрических машинах.
8. Преобразования координат.
9. Переходные процессы при коротких замыканиях в сетях, содержащих длинные линии, установки продольной компенсации, линейные, и нелинейные регулирующие элементы.

10. Современная теория устойчивости.
11. Понятие о первом и втором (прямом) методах Ляпунова.
12. Практические критерии статической устойчивости.
13. Упрощенные критерии динамической и результирующей устойчивости в простейшей ЭЭС.
14. Протекание процесса во времени при больших и малых возмущениях.
15. Исследование статической устойчивости простейшей нерегулируемой ЭЭС методом малых колебаний.
16. Статическая устойчивость системы с регулируемым возбуждением.
17. Исследование статической устойчивости простейшей нерегулируемой ЭЭС методом малых колебаний.
18. Статическая устойчивость системы с регулируемым возбуждением.
19. Переходные процессы в узлах нагрузки при малых и больших возмущениях.
20. Характеристики многомашинной ЭЭС.
21. Устойчивость нормальных режимов сложных систем.
22. Изменение частоты и мощности в ЭЭС.
23. Динамическая устойчивость ЭЭС.
24. Переходные процессы и устойчивость систем, объединенных слабыми связями.
25. Асинхронные режимы, ресинхронизация и результирующая устойчивость.
26. Регулирование частоты и перетоков активной мощности в энергосистемах.
27. Баланс мощности энергосистемы.
28. Частотные статические характеристики энергосистемы.
29. Виды регулирования частоты и перетоков мощности.
30. Требования к качеству регулирования частоты.
31. Автоматическое регулирование частоты и перетоков активной мощности.

32.Методические и нормативные указания по анализу переходных процессов и устойчивости ЭЭС.

33.Мероприятия по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в ЭЭС.

## **РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **Основная литература:**

1. Околович Н.М. Проектирование электрических станций. М.: Энергоиздат, 1982.
2. Электрические системы. Электрические сети. /Под ред. В.А. Веникова и В.А. Строева. М.: Высшая школа, 1998.
3. Веников В.А., Рыжов Ю.П. Дальние электропередачи переменного и постоянного тока. М.: Энергоатомиздат, 1985.
4. Ульянов С.А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах. М.: Энергия, 1970.
5. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. М.: Высшая школа, 1978.
6. 10. Автоматика электроэнергетических систем. Алексеев О.П., Казанский В.Е., Козис В.Л. /Под ред. М.: Энергоиздат, 1981.
7. Веников А.В. Теория подобия и моделирования. М.: Высшая школа, 1976.
8. Электрические сети и системы. Математические задачи электроэнергетики. /Под ред. В.А. Веникова. М.: Высшая школа, 1981.

### **Дополнительная литература:**

9. Неклепаев Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций. М.: Энергоатомиздат, 1986.

10. Сыромятников И.А. Режимы работы асинхронных и синхронных двигателей. Под ред. Л.Г.Мамиконянца. М.: Энергоатомиздат, 1984.
11. Лосев С.Б., Чернин А.Б. Вычисление электрических величин в несимметричных режимах электрических систем. М.: Энергоатомиздат, 1983.
12. Электроэнергетические системы в примерах и иллюстрациях. /Под ред. В.А.Веникова. М.: Энергоатомиздат, 1983.
13. Веников В.А., Идельчик В.И., Лисеев М.С. Регулирование напряжения в электроэнергетических системах. М.: Энергоатомиздат, 1985.
14. Зарудский Г.К., Путятин Е.В. и др. Дальние электропередачи в примерах. М.: Изд-во МЭИ, 1994.
15. Баринов В.А., Совалов С.А. Режимы энергосистем: методы анализа и управления. М.: Энергоатомиздат, 1990.
16. Крючков И.П. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах. М.: Изд-во МЭИ, 2000.
17. Жданов П.С. Вопросы устойчивости электрических систем. М.: Энергия. 1979.
18. Экспериментальные исследования режимов энергосистем. Под ред. С.А.Совалова. М.: Энергоатомиздат. 1985.
19. Портной М.Г., Рабинович Р.С. Управление энергосистемами для обеспечения устойчивости. М.: Энергия. 1975.
20. Автоматизация электроэнергетических систем. Алексеев О.П., Козис В.Л., Кривенков В.В. /Под ред. . М.: Энергоатомиздат, 1994.
21. Электрическая часть станций и подстанций. Васильев А.А., Крючков И.П., Наяшкова Е.Ф. /Под ред. А.А. Васильева. М.: Энергоатомиздат, 1990.
22. Идельчик В.И. Электрические системы и сети. М.: Энергоатомиздат, 1984.