

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

«Переходные процессы в системах собственных нужд электростанций
напряжением 6, 10 кВ»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.1.4

Всего: 108 часов

Семестр 1, в том числе

6 часов – контактная работа,
84 часов – 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 освоения дисциплины является изучение переходных процессов в системах собственных нужд электростанций.

Задачами дисциплины являются:

- ознакомление с особенностями схем питания собственных нужд электростанций;
- выполнение математического моделирования переходных процессов в электроустановках собственных нужд;
- изучение влияния переходных процессов на электроприемники собственных нужд.

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:

- основы схмотехнических решений электроустановок собственных нужд электростанций и подстанций (ПК-1);
- методы математического моделирования переходных процессов в электроустановках собственных нужд электростанций и подстанций (УК-4);
- принципы защиты низковольтных электроустановок переменного и постоянного тока от коротких замыканий и перегрузок (ПК-1);
- принципы защиты низковольтных электроустановок переменного и постоянного тока от перенапряжений (ПК-1);
- основное электрооборудование собственных нужд электростанций и подстанций и режимы его работы (ПК-1).

уметь:

- использовать полученные знания при решении отдельных задач проектирования и управления (УК-1);
- анализировать функциональную структуру электроустановок собственных нужд электростанций и подстанций (ПК-1);
- разрабатывать математические модели электроустановок собственных нужд электростанций и подстанций (ОПК-2);
- моделировать переходные процессы, вызванные короткими замыканиями и коммутационными возмущениями в электроустановках собственных нужд электростанций и подстанций (ПК-1);
- анализировать влияние переходных процессов на работу электрооборудования собственных нужд, разрабатывать и обосновывать предложения по повышению надежности электроустановок (ПК-2);
- проводить эксперименты на математических и физических моделях (ОПК-2);
- использовать накопленные знания в процессе подготовки молодых специалистов, эффективно использовать и, в случае необходимости, модернизировать учебные и научные установки (УК-4).

владеть:

- методами и средствами экспериментального исследования переходных процессов и процессов управления (ПК-1);
- современными средствами математического моделирования объектов и систем управления (ПК-1);
- средствами доступа к информационным источникам в области профессиональной деятельности (УК-4);
- навыками коммуникации при выполнении совместных работ в группе, подготовки отчетов и иной документации о результатах деятельности (УК-4).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Схемы питания собственных нужд – 16 часов

Электроприемники собственных нужд переменного тока напряжением 6 и 10 кВ тепловых электростанций и схемы их электроснабжения. Электроприемники собственных нужд переменного тока напряжением 0,4 кВ

тепловых электростанций и схемы их электроснабжения. Способы регулирования частоты вращения электроприводов механизмов собственных нужд. Электроприемники собственных нужд оперативного постоянного тока тепловых электростанций и схемы их электроснабжения.

Рабочие и резервные источники питания собственных нужд. Требования по перерывам питания, отклонениям и провалам напряжения, способы их обеспечения.

Особенности собственных нужд атомных электростанций и их схем электроснабжения.

Особенности собственных нужд газотурбинных и парогазовых установок и их схем электроснабжения.

Особенности собственных нужд гидроэлектростанций.

Особенности собственных нужд подстанций с высшим напряжением 110 кВ и выше.

Особенности собственных нужд подстанций с высшим напряжением 35 кВ и ниже.

2. Математическое моделирование переходных процессов в электроустановках собственных нужд - 16 часов

Математические модели механизмов собственных нужд. Учет особенностей характеристик моментов сопротивления насосов, вентиляторов, компрессоров. Учет характеристик срабатывания обратного клапана. Моменты инерции механизмов, электромеханические постоянные времени.

Моделирование асинхронных и синхронных двигателей собственных нужд. Основные характеристики систем регулирования возбуждения синхронных двигателей.

Моделирование полупроводниковых преобразователей: выпрямителей, инверторов, систем регулирования выходных токов и напряжений.

Отечественные и зарубежные программные продукты для компьютерного моделирования электромагнитных и электромеханических переходных процессов. Состав библиотек макромоделей и их основные параметры. Цели и задачи моделирования, результаты моделирования и их анализ.

3. Постановка и решение задач исследования установившихся режимов и переходных процессов двигательной нагрузки электростанций – 24 часа

Пуски самозапуска электродвигателей напряжением 6 и 10 кВ собственных нужд электростанций. Одиночные и групповые пуски. Самозапуск электродвигателей после отключения коротких замыканий в системе собственных нужд и после действия автоматического включения резервного источника питания. Самозапуск электродвигателей после удаленных коротких замыканий в цепях питания. Условия включения на противоЭДС; качания, обусловленные кратковременным переходом двигательной нагрузки в режим генератора; оценка нагрева электродвигателей в процессах пуска и самозапуска; оценка влияния процессов пуска и самозапуска на провалы напряжения; ограничения по

параметрам самозапусков из условий срабатывания технологической автоматики.

Особенности процессов пуска и самозапуска двигателей напряжением 0,4 кВ.

Способы и средства оптимизации переходных процессов двигательной нагрузки собственных нужд электростанций. Автоматическое частотное регулирование асинхронных двигателей.

4. Статические и динамические характеристики электрооборудования систем оперативного постоянного тока – 16 часов

Основные параметры аккумуляторных батарей. Факторы, влияющие на срок службы аккумуляторов и степень их влияния. Режимы заряда и разряда. Изменение емкости аккумуляторов и внутреннего сопротивления в процессе эксплуатации. Альтернативы контрольному разряду и уравнительному режиму заряда. Изменение тока при коротком замыкании на выводах аккумуляторной батареи. Способы и устройства стабилизации напряжения на клеммах электроприемников. Способы и средства диагностики технического состояния аккумуляторных батарей.

Схема замещения аккумулятора, математическое моделирование аккумуляторных батарей в режимах временной и кратковременной нагрузки.

Основные параметры зарядных устройств. Требования по пульсациям выходного напряжения и тока, способы обеспечения этих требований. Статическая и динамическая внешние характеристики зарядных устройств.

5. Переходные процессы, вызванные короткими замыканиями в электроустановках собственных нужд - 18 часов

Металлические и дуговые короткие замыкания. Расчетные условия: расчетная схема, место, вид, продолжительность, предшествующий режим. Математическое описание процессов нагрева проводников токами короткого замыкания. Времятоковые характеристики отключающих защитных аппаратов – автоматических выключателей и плавких предохранителей. Влияние электродвигателей на ток короткого замыкания, подпитка и шунтирующий эффект в электроустановках переменного тока напряжением 0,4 и 6 – 10 кВ. Процесс отключения короткого замыкания и связанные с ним перенапряжения. Обеспечение чувствительности и селективности защит от сверхтоков в электроустановках собственных нужд переменного и постоянного тока. Способы и средства защиты от перенапряжений.

Методы проверки термической стойкости и невозгораемости кабелей, электродинамической стойкости электрооборудования и коммутационной способности электрических аппаратов.

6. Переходные процессы в системах аварийного электроснабжения собственных нужд атомных электростанций - 18 часов

Состав и основные характеристики электрооборудования систем аварийного электроснабжения. Типовые схемы систем аварийного электроснабжения. Основные параметры и режимы работы дизель-генераторов, выпрямителей, аккумуляторных установок, инверторов, байпасных переключателей. Согласование статических и динамических

характеристик, обеспечение работоспособности при внутренних и внешних авариях. Основные параметры регуляторов и способы проверки правильности их настройки.

Моделирование систем аварийного электроснабжения. Перечень учитываемых при моделировании факторов. Точность моделирования и верификация моделей. Постановка задач моделирования, ориентированных на оценку соответствия систем аварийного электроснабжения условиям эксплуатации атомных электростанций.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

Вопросы для самоконтроля и для проведения зачета

1. Какие электроприемники входят в состав собственных нужд переменного тока напряжением 6 и 10 кВ тепловых электростанций?
2. Как организовано рабочее электроснабжение собственных нужд переменного тока напряжением 6 и 10 кВ тепловых электростанций?
3. Как организовано резервное электроснабжение собственных нужд переменного тока напряжением 6 и 10 кВ тепловых электростанций?
4. Какие электроприемники входят в состав собственных нужд переменного тока напряжением 0,4 кВ тепловых электростанций?
5. Как организовано рабочее электроснабжение собственных нужд переменного тока напряжением 0,4 кВ тепловых электростанций?
6. Как организовано резервное электроснабжение собственных нужд переменного тока напряжением 0,4 кВ тепловых электростанций?
7. Какие электроприемники входят в состав системы оперативного постоянного тока тепловых электростанций?
8. Как организовано рабочее электроснабжение в системах оперативного постоянного тока тепловых электростанций?
9. Как организовано резервное электроснабжение в системах оперативного постоянного тока тепловых электростанций?
10. Какие электроприемники входят в состав собственных нужд переменного тока напряжением 6 и 10 кВ тепловых электростанций?
11. Как организовано рабочее электроснабжение собственных нужд переменного тока напряжением 6 и 10 кВ атомных электростанций?
12. Как организовано резервное электроснабжение собственных нужд переменного тока напряжением 6 и 10 кВ атомных электростанций?
13. Какие электроприемники входят в состав собственных нужд переменного тока напряжением 0,4 кВ атомных электростанций?
14. Как организовано рабочее электроснабжение собственных нужд переменного тока напряжением 0,4 кВ атомных электростанций?
15. Как организовано резервное электроснабжение собственных нужд переменного тока напряжением 0,4 кВ атомных электростанций?

16. Какие электроприемники входят в состав системы оперативного постоянного тока атомных электростанций?
17. Как организовано рабочее электроснабжение в системах оперативного постоянного тока атомных электростанций?
18. Как организовано резервное электроснабжение в системах оперативного постоянного тока атомных электростанций?
19. Какие электроприемники входят в состав собственных нужд переменного тока напряжением 0,4 кВ подстанций?
20. Как организовано рабочее электроснабжение собственных нужд переменного тока напряжением 0,4 кВ подстанций?
21. Как организовано резервное электроснабжение собственных нужд переменного тока напряжением 0,4 кВ подстанций?
22. Какие электроприемники входят в состав системы оперативного постоянного тока подстанций?
23. Как организовано рабочее электроснабжение в системах оперативного постоянного тока подстанций?
24. Как организовано резервное электроснабжение в системах оперативного постоянного тока подстанций?
25. Какие способы регулирования частоты вращения электроприводов механизмов собственных нужд применяются на электростанциях?
26. Какие требования и почему предъявляются к перерывам питания, отклонениям и провалам напряжения? Какими способами обеспечивается выполнение этих требований?
27. Какие особенности имеют собственные нужды газотурбинных и парогазовых установок и их схемы их электроснабжения?
28. Как в математических моделях механизмов собственных нужд учитываются характеристики моментов сопротивления насосов, вентиляторов, компрессоров, параметры обратных клапанов, моменты инерции механизмов, электромеханические постоянные времени?
29. Какие математические модели используются при расчете переходных процессов в электроустановках собственных нужд с асинхронными и синхронными двигателями?
30. Какие математические модели используются для отражения характеристик систем регулирования возбуждения синхронных двигателей?
31. Как моделируются полупроводниковые преобразователи: выпрямители, инверторы, их систем регулирования выходных токов и напряжений?
32. Какие отечественные и зарубежные программные продукты используются для компьютерного моделирования электромагнитных и электромеханических переходных процессов? Какие макромодели при этом используются?
33. Какие цели достигаются и какие задачи решаются при моделировании?

34. Проанализировать пример с результатами расчета пуска/самозапуска электродвигателей напряжением 6 и 10 кВ собственных нужд электростанций.

35. Проанализировать пример с результатами расчета процессов пуска и самозапуска двигателей напряжением 0,4 кВ.

36. Какие способы и средства используются для оптимизации переходных процессов двигательной нагрузки собственных нужд электростанций?

37. Какие алгоритмы управления используются при частотных пусках и регулировании асинхронных двигателей?

38. Привести примеры статических и динамических характеристик аккумуляторов и зарядных устройств

39. Какие параметры аккумуляторных батарей наиболее важны для систем оперативного постоянного тока и почему?

40. Какие факторы наиболее существенно влияют на срок службы аккумуляторов и какова степень их влияния?

41. Какие режимы используются при заряде и разряде аккумуляторных батарей?

42. Как изменяется емкость аккумуляторов и их внутреннее сопротивление в процессе эксплуатации?

43. Для чего производится контрольный разряд и уравнивающий заряд аккумуляторных батарей? Можно ли от них отказаться?

44. Как изменяется ток при коротком замыкании на выводах аккумуляторной батареи?

45. Какие способы и устройства используются для стабилизации напряжения на клеммах электроприемников?

46. Какие способы и устройства используются для диагностики технического состояния аккумуляторных батарей?

47. Как выглядит и как параметризуется схема замещения аккумулятора?

48. Какими параметрами характеризуются зарядные устройства?

49. Какие требования по пульсациям выходного напряжения и тока предъявляются к зарядным устройствам и чем они определяются?

50. Какими способами обеспечивается нормированный уровень пульсаций тока в аккумуляторных батареях?

51. Как выглядят и какими параметрами характеризуются статическая и динамическая внешние характеристики зарядных устройств?

52. Какие условия существуют для возникновения металлических и дуговых коротких замыканий?

53. Какие расчетные условия: расчетная схема, место, вид, продолжительность, предшествующий режим определяют выбор отключающих защитных устройств?

54. Какие факторы и как влияют на процесс нагрева проводников токами короткого замыкания?

55. Какие типы времятоковых характеристик отключающих защитных аппаратов – автоматических выключателей и плавких предохранителей предусмотрены ГОСТ и МЭК?

56. Как влияют на ток короткого замыкания электродвигатели?

57. Какие стадии имеет процесс отключения короткого замыкания, на какой стадии и почему возникают перенапряжения?

58. Как обеспечивается чувствительность и селективность защит от сверхтоков в электроустановках собственных нужд переменного и постоянного тока?

59. Какие способы и средства защиты от перенапряжений используются в низковольтных электроустановках?

60. Как проверяется термическая стойкость и невозгораемость кабелей?

61. Как проверяется электродинамическая стойкость электрооборудования?

62. Как проверяется коммутационная способность электрических аппаратов?

63. Какое электрооборудование используется в системах аварийного электроснабжения и какими параметрами оно характеризуется?

64. Какие схемы используются в системах аварийного электроснабжения?

65. Какими основными параметрами характеризуется работа дизель-генераторов, выпрямителей, аккумуляторных установок, инверторов, байпасных переключателей?

66. В чем заключается согласование статических и динамических характеристик, как обеспечивается работоспособность при внутренних и внешних авариях дизель-генераторов, выпрямителей, аккумуляторных установок, инверторов, байпасных переключателей?

67. Какими параметрами характеризуются регуляторы и как проверяется правильность их настройки?

68. Какие макромоделли используются при моделировании систем аварийного электроснабжения?

69. Какие факторы учитываются при моделировании систем аварийного электроснабжения?

70. Чем обеспечивается точность моделирования и как осуществляется верификация моделей систем аварийного электроснабжения?

71. Какие задачи решаются при моделировании систем аварийного электроснабжения?

Критерии оценки за освоение дисциплины определены в Инструктивном письме И-23 от 14 мая 2012 г.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Короткие замыкания и выбор электрооборудования : учебное пособие для вузов по направлению "Электроэнергетика" / И. П. Крючков, В. А. Старшинов, Ю. П. Гусев, [и др.] ; ред. И. П. Крючков, В. А. Старшинов . – М. : Изд. дом МЭИ, 2012 . – 568 с.
2. Собственные нужды тепловых электростанций / Э. М. Аббасов, и др. ; Ред. Ю. М. Голоднов . – М. : Энергоатомиздат, 1991 . – 272 с.
3. Гульяев, А. К. MATLAB 5.3 : Имитационное моделирование в среде Windows : Практическое пособие / А. К. Гульяев . – СПб. : Корона принт, 2001 . – 400 с.

Дополнительная литература:

4. Яковлев В. Н. Электромагнитная совместимость электрооборудования электроэнергетики и транспорта : учебное пособие для вузов по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / В. Н. Яковлев, В. И. Пантелеев, В. П. Суров . – М. : Изд. дом МЭИ, 2010 . – 588 с.
5. Математическое моделирование в электроэнергетике. Лабораторные работы N1-5 : Методическое пособие по курсу "Математическое моделирование в электроэнергетике" по направлению "Электроэнергетика" / Ю. П. Гусев, А. М. Поляков, А. В. Трофимов, и др., Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2002 . – 28 с.

Периодические издания (журналы):

1. Электричество;
2. Известия РАН. Энергетика;
3. Электрические станции;
4. Энергетик;
5. Вестник МЭИ;
6. Промышленная энергетика;
7. Энергетика. Реферативный журнал;
8. Вестник ИГЭУ;

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование ресурса	Краткая характеристика
1.	http://biblioclub.ru/	Университетская библиотека online
2.	http://www.twirpx.com/files/tek/	Служба, обеспечивающая хранение, накопление, передачу и обработку материалов Пользователей, представленных в электронном виде в публичный доступ.
3.	www.elibrary.ru	Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные

		тексты более 12 млн. научных статей и публикаций
4.	www.books.google.ru	Поиск по тексту примерно семи миллионов книг: учебная, научная, справочники и другие виды книг.
5.	http://www.nelbook.ru/	Представлены книги из каталога Издательского дома МЭИ.
6.	http://e.lanbook.com/	Ресурс, включающий в себя электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы, электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам