


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ, ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И
ИННОВАЦИЙ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

НАРЫНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. С.НААМАТОВА

КАФЕДРА ТЕХНИЧЕСКИХ, АГРАРНЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ
ДИСЦИПЛИН

ОДОБРЕНО

Начальник учебного управления

 Ж.Ж.Усубалиева

05 09 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ



Проректор по академической работе

К.О.Омурова

09 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Проектирование и вычисление электрических
схем на ЭВМ

Направление подготовки бакалавра

620400 Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки Электрические станции

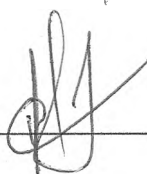
Квалификация (степень) выпускника Бакалавр

Форма обучения очная

Нарын -2025

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ГОС ВПО по направлению подготовки 640200 «640200 Электроэнергетика и электротехника» утвержденного приказом МОН КР № 1578/1 от 21 сентября 2021 г.

Рабочую программу составил
преподаватель



Асан уулу Аскаат

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Технические, аграрные и экологические дисциплины» от « 4 » 18 2025 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой



Айтиева З.А.

Рассмотрена и одобрена на заседании совета факультета от
« _____ » _____ 2025 г., протокол № _____

Декан, к.п.н, доцент



Макеев А.К..

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПЛАНЕ

1.1. Цели преподавания дисциплины, ее место в учебном процессе

Необходимость повышения технического уровня и эффективности измерительных приборов на основе новейших достижений микроэлектроники – одна из неотложных и важнейших задач развития общества на современном этапе.

Создание микропроцессоров обусловлено достижениями в области технологии производства больших интегральных схем. Вслед за появлением микропроцессоров разрабатывается и получает широкое развитие специальная контрольно-измерительная аппаратура. Микропроцессоры позволяют на единой технологической и схемотехнической базе за счет программирования создавать различные типы измерительных приборов нового поколения.

Микропроцессоры и микропроцессорные системы являются в настоящее время наиболее массовыми средствами вычислительной техники. Разнообразие микропроцессорных интегральных схем поставило перед разработчиками приборов сложные проблемы. Решение этих проблем требует глубоких знаний в различных областях цифровой вычислительной техники.

Учебный курс " Микропроцессоры и цифровые системы в приборостроении " относится к циклу общепрофессиональных дисциплин. Государственный образовательный стандарт устанавливает следующие минимальные требования к знаниям бакалавров по направлению Приборостроение в данной области техники. Бакалавр должен знать:

- современную аналоговую и цифровую элементную базу средств вычислительной техники, методы проектирования и расчета элементов и узлов электронных устройств обработки информации;
- тенденции развития приборов и систем различного назначения;
- методы автоматизации и моделирования приборных систем и комплексов;
- основные модели, методы и средства информационных технологий и способы их применения для решения задач в предметных областях;

Данный курс является базовым курсом в области цифровых микропроцессорных средств и систем, дает основные сведения и понятия, которые должны быть развиты в специальных курсах по предметным областям. Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов знаний по принципам построения, техническому и программному обеспечению микропроцессоров и микропроцессорных систем, по методологии их применения в измерительных приборах.

1.2. Задачи изучения дисциплины.

В процессе изучения дисциплины студент должен усвоить особенности архитектуры и программного обеспечения микропроцессоров и микроконтроллеров; изучить типовые микропроцессорные комплекты, принципы применения микропроцессоров и микро-ЭВМ в приборах; получить навыки по проектированию, наладке и эксплуатации измерительных систем на основе микропроцессоров и микро-ЭВМ.

1.3. Перечень дисциплин, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины.

При изучении дисциплины " Микропроцессоры и цифровые системы в приборостроении " студент должен знать материал следующих дисциплин: "Информатика", "Теория и технология программирования", "Основы теории электрических цепей", "Электроника в приборостроении".

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Введение. Два способа представления и обработки информации: цифровой и аналоговый. Цифровые вычислительные машины. Краткая история развития средств вычислительной техники, классификация средств вычислительной техники. Использование микропроцессоров и микро-ЭВМ в измерительных приборах и системах.

2.2. Информация и способы ее представления в цифровых вычислительных системах.

Понятие об информации, измерение информации, единицы измерения информации. Системы счисления. Представление чисел в разных системах счисления, перевод чисел из одной системы счисления в другую. Данные, типы данных, которые используются в вычислительных системах, представление данных.

2.3. Структура вычислительной системы и назначение ее основных частей. Функции выполняемые процессором, памятью и устройствами ввода-вывода. Принцип программного управления. Организация связи между составными частями вычислительной системы, шины.

2.4. Процессор, архитектура процессора и микро-ЭВМ (программная модель, система команд и способы адресации операндов в командах).

Типовая структура процессора и назначение его составных частей (арифметико-логическое устройство, регистры общего назначения, программный счетчик, регистр указатель стека, микропрограммное устройство управления). Микропроцессор. Однокристальные и многокристальные микропроцессоры. Алгоритм работы микропроцессора. Команды. Принципы выполнения команд процессором: машинные циклы и такты. Типовые машинные циклы и их структура (цикл выборки команды, цикл ввода данных, цикл вывода данных). Специальные режимы работы процессора (прерывания, прямой доступ к памяти) и аппаратная и программная поддержка этих режимов в процессоре.

2.5. Архитектура микропроцессора 8086 и микропроцессорных систем на его основе.

Структурная схема микропроцессора и интерфейсные сигналы. Программная модель микропроцессора. Система команд микропроцессора. Структура команды (КОП, операнды). Способы адресации операндов в командах. Основные группы команд процессора (команды передачи данных, арифметических операций, логических операций и сдвигов, передачи управления и вызова подпрограмм, цепочечные команды, команды управления микропроцессором). Процессор и вычислительная система на основе микропроцессора, работающего в минимальном режиме. Процессор и система на основе микропроцессора в максимальном режиме. Мультипроцессорные вычислительные системы, арифметический сопроцессор. Многошинная архитектура процессора.

2.6. Организация памяти микропроцессорной системы.

Запоминающие устройства с произвольным доступом, или оперативные запоминающие устройства (ОЗУ). Постоянные запоминающие устройства. Микросхемы памяти, используемые для построения запоминающих устройств (микросхемы ПЗУ и их классификация и особенности, микросхемы ОЗУ: динамические и статические). Построение запоминающих устройств на основе статических и динамических микросхем памяти.

2.7. Ввод-вывод информации в микропроцессорных системах и микро-ЭВМ.

Назначение систем ввода-вывода. Программный ввод-вывод, организация ввода-вывода в режиме прерывания и в режиме прямого доступа к памяти. Интерфейс параллельного канала ввода-вывода. Интерфейс последовательного канала ввода-вывода. Периферийные устройства микропроцессорных систем и микро-ЭВМ: клавиатура, дисплеи и видеомониторы, принтеры, накопители на магнитных дисках. Стандартные интерфейсы периферийных устройств: ИРПР (CENTRONICS), ИРПС (RS 232C), интерфейсы накопителей на магнитных дисках, канал общего пользования.

2.8. Применение микропроцессоров в измерительной технике.

Задачи решаемые с помощью микропроцессоров в измерительной аппаратуре: расширение функциональных возможностей, сокращение времени настройки и калибровки, повышение достоверности результатов измерений. Однокристальные микроконтроллеры.

Подсистемы аналогового ввода-вывода в микропроцессорных системах. Подключение АЦП и ЦАП к микропроцессорной системе. Алгоритмы программ управления и передачи информации через АЦП и ЦАП.

Перспективы развития микропроцессорной техники.

Примеры использования микропроцессорных средств в промышленности: микропроцессорные приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий; использование микро-

процессорных систем в атомной энергетике (контрольно-измерительные приборы, дозиметрические и радиометрические приборы, автоматизированные системы управления).

3. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ.

1. Изучение лабораторного макета микроЭВМ (4 часа/ 4 час)
2. Изучение структуры машинного цикла выполнения команды. (4 часа/4 часа)
3. Разработка простейших программ с использованием команд пересылки данных. (4 часа/4 часа)
4. Разработка программ с использованием команд арифметической и логической обработки данных. (8 часов/4 часа)
5. Вывод информации на цифровой дисплей (8 часов/4 часа)
6. Системы ввода-вывода. Организация последовательного интерфейса. (8 часов/4 часа)

4. ПРОГРАММА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Самостоятельная работа студентов состоит в проработке лекционного материала, подготовке к лабораторным работам, выполнении практических заданий и изучение материала, не вошедшего в лекционный курс.

На подготовку к лабораторным работам выделяется 20 часов (по 4 часа на каждую работу). Это время отводится на изучение теоретического материала и подготовку отчетов по выполненным работам.

Практические работы по курсу выполняются в виде индивидуальных самостоятельных заданий. Каждой работе предшествует установочная лекция, на которой рассматриваются принципы выполнения заданий и рассматривается пример. Темы индивидуальных заданий:

- Разработка программ на языке ассемблера для микропроцессора 8086. (6 часов)
- Разработка подсистем памяти микропроцессорной системы. (6 часов)
- Разработка подсистем ввода/вывода микропроцессорной системы. (6 часов)

На проработку лекционного материала отводится 14 часов.

На самостоятельное изучение темы " Организация шин в микропроцессорных системах. Стандартные магистрали микропроцессорных систем, организация и набор сигналов: МПИ, EISA, VME". (4 часа)

Общий объем самостоятельной внеаудиторной деятельности студентов составляет 56 часов.

5 ТЕКУЩИЙ И ИТОГОВЫЙ КОНТРОЛЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Для оценки знаний студентов применяется рейтинговая система. В течение семестра студент может набрать 100 баллов. Сюда входят: 1) рейтинг лекций (РЛК); 2) рейтинг лабораторных работ (РЛР); 3) рейтинг практических заданий (РПЗ); 4) рейтинг экзамена (РЭ).

Рейтинг лекций (РЛК) - это оценка посещаемости лекций и качества конспекта, его проработки по учебным пособиям. Максимальный РЛК равен 5 баллов.

Рейтинг лабораторных работ (РЛР)- это оценки за лабораторные работы. Максимальная оценка каждой работы приведена в разделе 3 настоящей программы. В зависимости от качества выполнения и защиты работы студенты получают рейтинговую оценку, получаемую умножением максимального рейтинга на соответствующий коэффициент (отлично – 1; хорошо – 0,8; удовлетворительно – 0,6). Выполняя лабораторные работы, студенты имеют максимальный РЛР 40 баллов.

Рейтинг практических заданий (РПЗ) складывается из оценок за 5 индивидуальных практических задания в зависимости от качества их выполнения (3.5 - удовлетворительно, 4.5 -

хорошо, 6 - отлично). Максимальная оценка одного задания 6 баллов, максимальный РПЗ равен 30 баллов.

В конце семестра подсчитывается рейтинг семестра (РС), максимальное значение которого 75 баллов:

$$РС = РЛК + РЛР + РПЗ = 5 + 40 + 30 = 75 \text{ баллов.}$$

Студент допускается к экзаменам, если он полностью выполнил учебный план (индивидуальные задания сданы, выполнены все лабораторные работы), и если его рейтинг (РС) более 40 баллов. Если у студента нет задолженностей, но рейтинг менее 40 баллов, то он допускается к экзаменам после собеседования по всем разделам курса.

Максимальный рейтинг экзамена (РЭ) 25 баллов. Форму проведения экзамена устанавливает лектор. Экзамен считается сданным, если его оценка не менее 15 баллов. Эта оценка суммируется с рейтингом семестра и подсчитывается общий рейтинг:

$$ОР = РС + РЭ$$

Общий рейтинг переводится в оценку по соотношению:

Более 85 баллов - отлично, 71 - 85 баллов - хорошо, 55 - 70 баллов - удовлетворительно. Рейтинг поощряет активных студентов дополнительными баллами за участие в олимпиадах, выполнение заданий повышенной сложности. Образец экзаменационного билета приведен в приложении Б, образцы контрольных вопросов приведены в приложении А.

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Перечень используемых информационных продуктов

- 6.1.1 Вычислительная и микропроцессорная техника: Учебник для вузов/ под ред. Э.В.Евреинова. - М.: Радио и связь, 1991.
- 6.1.2 Р. Токхайм. Микропроцессоры. - М.: Энергоатомиздат, 1989.
- 6.1.3 Микропроцессоры. Ч. 1-8. Учебное пособие для вузов./ под ред. Л.Н.Преснухина. -- М.: Высшая школа, 1985.
- 6.1.4 Микропроцессоры. В 3-х книгах. Кн.1. Уч. пособие для вузов. - М.: Высшая школа, 1986.
- 6.1.5 Самохвалов К.Г. Микропроцессоры. - К.: Техника, 1989.
- 6.1.6 Григорьев В.Л. Программное обеспечение микропроцессорных систем. - М.: Энергоатомиздат, 1989.
- 6.1.7 Гутников В.С. Интегральная электроника в измерительных устройствах. - Л.: Энергоатомиздат, 1988.
- 6.1.8 Балашов Е.П., Пузанков Д.В. Микропроцессоры и микропроцессорные системы. - М.: Радио и связь, 1981.
- 6.1.9 Михальчук В.М. и др. Микропроцессоры i80x86. Архитектура, функционирование, программирование, оптимизация кода. - Мн: Битрикс, 1994.
- 6.1.10 Гольденберг Л.М., Малев В.А., Малько Г.Б. Цифровые устройства и микропроцессорные системы. Задачи и упражнения. - М: Радио и связь, 1992.

6.2 Перечень рекомендуемой литературы

- 6.2.1 Соучек Б. Микропроцессоры и микро-ЭВМ. - М.: Мир, 1979.
- 6.2.2 Гольденберг Л.М. и др. Цифровые устройства и микропроцессорные системы. - М.: Радио и связь, 1992.
- 6.2.3 Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники Т.2. - М.: Мир, 1983.
- 6.2.4 Микропроцессоры и микропроцессорные комплекты интегральных схем. В 2-х томах/ Под ред. В.А. Шахнова. - М.: Радио и связь, 1989.
- 6.2.5 Проектирование микропроцессорной электронно-вычислительной аппаратуры. Справочник/ В.Г. Артюхов и др. - К: Техника, 1988.
- 6.2.6 Мячев А.А., Степанов В.Н. Персональные ЭВМ и микро-ЭВМ. Основы организации. - М: Радио и связь, 1991.

- 6.2.7 Цифровые и аналоговые интегральные микросхемы. Справочник/ Под ред. С.В. Якубовского. - М: Радио и связь, 1990.
- 6.2.8 Шило В.Л. Популярныe цифровые микросхемы. - М: Радио и связь, 1989.
- 6.2.9 Большие интегральные схемы запоминающих устройств. Под ред. А.Ю. Гордонова. - М: Радио и связь, 1990.
- 6.2.10 Петросян О.А. и др. Схемотехника БИС постоянных запоминающих устройств. - М: Радио и связь, 1987.
- 6.2.11 Применение интегральных микросхем памяти. Справочник/ Под ред. А.Ю. Гордонова. - М: Радио и связь, 1994.
- 6.2.12 Мирский Г.Я. Микропроцессоры в измерительных приборах. - М: Радио и связь, 1984.
- 6.2.13 Полупроводниковые БИС запоминающих устройств. Справочник/ Под ред. А.Ю. Гордонова. - М: Радио и связь, 1986.
- 6.2.14 Алексенко А.Г. и др. Проектирование радиоэлектронной аппаратуры на микропроцессорах. - М: Радио и связь, 1984.
- 6.2.15 Федорков Б.Г. и др. Микроэлектронные цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи. - М: Радио и связь, 1984.
- 6.2.16 Шляндин В.М. Цифровые измерительные устройства. - М: Высшая школа, 1981.
- 6.2.17 Мячев А.А., Никольский Л.А. Стандартные интерфейсы микропроцессорных систем// Микропроцессорные средства и системы. 1984. N1.

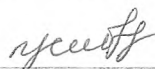
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ, ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И
ИННОВАЦИЙ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

НАРЫНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. С.НААМАТОВА

КАФЕДРА ТЕХНИЧЕСКИХ, АГРАРНЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ
ДИСЦИПЛИН

ОДОБРЕНО

Начальник учебного управления

 Ж.Ж.Усубалиева

“ 5 ” 09 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по академической работе

 К.О.Омурова

“ 09 ” 2025 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Электромагнитная совместимость в
электроэнергетике

Направление подготовки бакалавра

620400 Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки Электрические станции

Квалификация (степень) выпускника Бакалавр

Форма обучения очная

Нарын -2025

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ГОС ВПО по направлению подготовки 640200 «640200 Электроэнергетика и электротехника» утвержденного приказом МОН КР № 1578/1 от 21 сентября 2021 г.

Рабочую программу составил
преподаватель


_____ Асан уулу Аскат

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «*Технические, аграрные и экологические дисциплины*» от « 4 » 10 2025 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой


_____ Айтиева З.А.

Рассмотрена и одобрена на заседании совета факультета от
« _____ » _____ 2025 г., протокол № _____

Декан, к.п.н, доцент

_____ Макеев А.К..

Обобщенные задачи профессиональной деятельности

Бакалавр по направлению «Электроэнергетика и электротехника» в зависимости от вида профессиональной деятельности подготовлен к решению следующих профессиональных задач:

а) Конструкторская и технологическая деятельность:

- расчет схем и элементов основного оборудования;
- расчеты режимов работы электроэнергетических установок различного назначения, определение состава оборудования и его параметров, схем электроэнергетических объектов.

б) Научно-исследовательская деятельность:

- выполнение экспериментальных исследований по заданной методике, обработка результатов экспериментов;
- участие в разработке новых методов и технических средств испытаний параметров технологических процессов и изделий под руководством инженера;

в) Организационно-управленческая деятельность:

- обеспечение соблюдения производственной и трудовой дисциплины;
- контроль над соблюдением требований безопасности жизнедеятельности;
- обеспечение соблюдения заданных параметров технологического процесса и качества вырабатываемой продукции;

г) Эксплуатационная деятельность:

- контроль режимов работы оборудования объектов электроэнергетики;
- осуществление оперативных изменений схем, режимов работы энергообъектов;
- составление и оформление оперативной документации, предусмотренной правилами эксплуатации оборудования и организации работы;
- участие в наладочных, ремонтных и профилактических работах на объектах электроэнергетики.

Квалификационные требования

Для решения профессиональных задач бакалавр должен:

- участвовать в работах по осуществлению исследований, в разработке и проведении необходимых мероприятий, связанных с испытаниями оборудования и внедрением его в эксплуатацию;
- изучать и анализировать необходимую информацию, технические данные, показатели и результаты работы, обобщает и систематизирует их, проводит необходимые расчеты, используя современные технические средства;
- следить за соблюдением установленных требований, действующих норм, правил и стандартов;
- способствовать развитию творческой инициативы, рационализации, изобретательства, внедрению достижений отечественной и зарубежной науки, техники, использованию передового опыта, обеспечивающий эффективную работу подразделения, предприятия.

2. Особенности (принципы) построения дисциплины

Особенности (принципы) построения дисциплины описываются в табл. 2.

Таблица 2

Особенности (принципы) построения дисциплины

| Особенность (принцип) | Содержание |
|--|----------------------|
| Основание для введения дисциплины в учебный план направления или | Стандарт направления |

| | |
|--|--|
| специальности | |
| Адресат дисциплины | Студенты направления: 640200 |
| Главная цель дисциплины | Обеспечение базы инженерной подготовки, теоретическая и практическая подготовка в области электромагнитной совместимости оборудования станций и подстанций высокого напряжения, необходимой в практической работе |
| Ядро дисциплины | Обеспечение электромагнитной совместимости вторичных цепей релейной защиты и автоматики с силовыми цепями и другими источниками помех на станциях и подстанциях |
| Требования к начальной подготовке, необходимые для успешного освоения дисциплины | <ul style="list-style-type: none"> • Знания по курсам «Теоретические основы электротехники», «Физико-математические основы электроэнергетики», «Изоляция и перенапряжения». • Опыт работы с радиоэлектронной аппаратурой. • Опыт работы на персональном компьютере, знание определенной прикладной программы (<i>MatLab</i>). |
| Уровень требований по сравнению со Стандартом | Соответствует требованиям Стандарта |
| Объем дисциплины в часах | 36 часа лекций, 36 часов лабораторных, 18 часов практ. работ. |
| Основные понятия дисциплины | Электромагнитная обстановка, электромагнитная совместимость, качество электрической энергии, электромагнитобиология, электромагнитные помехи, помехоустойчивость, инструментальное и защитное заземление, молниезащита, технические устройства и мероприятия для защиты от помех. |
| Обеспечение последующих дисциплин образовательной программы | Проектирование релейной защиты и автоматики, качество Электроснабжения, эксплуатация электрооборудования высокого напряжения, технические средства защиты от помех, молниезащита, испытательные и электрофизические установки высокого напряжения |
| Практическая часть дисциплины | Практическая часть дисциплины содержит лабораторные работы. Студенты применяют теоретические знания для проведения испытаний средств защиты от помех, приобретения навыков работы с радиоэлектронной аппаратурой. |
| Области применения полученных знаний и умений | Полученные знания находят широкое применение, как в практической, так и в научной деятельности выпускников. |
| Дисциплина и современные информационные технологии | Представление современных информационных технологий как инструмента, используемого в дисциплине (программные средства <i>MatLab</i> , <i>EMTP</i> и др. как средство выполнения расчетов, анализа; <i>PowerPoint</i> как средство для чтения лекций и др.). |

3. Цели учебной дисциплины

Цели учебной дисциплины описываются в табл. 3.

Таблица 3

После изучения дисциплины студент будет

иметь представление:

| | |
|-------------|---|
| 1 | об электромагнитной обстановке на станциях и подстанциях и факторах, влияющих на нее |
| 2 | о необходимости системного подхода к обеспечению электромагнитной совместимости технических средств в электрических сетях среднего и высокого классов напряжения |
| знать: | |
| 3 | источники и виды электромагнитных помех, их характеристики, каналы распространения и способы защиты от них, требования к качеству электрической энергии и способы измерения его характеристик |
| 4 | основные требования, предъявляемые к помехоустойчивости современной аппаратуры вторичных цепей подстанционного оборудования |
| уметь: | |
| 5 | формулировать требования к технико-экономическим показателям системы обеспечения электромагнитной совместимости в соответствии с имеющейся электромагнитной обстановкой |
| 6 | применять инженерные методы расчета и выбора средств защиты от помех |
| 7 | определять необходимость проведения организационно-технических мероприятий по улучшению электромагнитной обстановки и повышению электромагнитной совместимости |
| иметь опыт: | |
| 8 | испытаний средств защиты от электромагнитных помех |
| 9 | применения конкретных теоретических знаний для решения конкретных практических задач по защите электрооборудования от воздействующих электромагнитных помех |

4. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 4

Лекционные занятия (36 часа)

| Блок, модуль, раздел, тема | Часы | Ссылки на цели |
|--|------|----------------|
| Введение. Общая характеристика проблем ЭМС в электроэнергетике. <ul style="list-style-type: none"> • Классификация проблем ЭМС. • Качество энергии. Бесперебойность; отклонения от номинальной величины, по фазовым углам и частоте; содержание высших гармоник и т.д. • Влияние электрических и магнитных полей на живую природу. Нормы на предельно допустимые напряженности электрического и магнитного поля на промышленной частоте, в ВЧ и в СВЧ – диапазоне. • Защита от электромагнитных помех. Взаимные влияния объектов электроэнергетики и внешней техносферы; внутренняя ЭМС между объектами электроэнергетики: ЭМС силовых и вторичных цепей электрооборудования станций и подстанций, внутренняя ЭМС вторичных цепей. Технические, экономические и организационные основы ЭМС. | 4 | 1,2 |
| Классификация источников помех и механизмы их генерации. <ul style="list-style-type: none"> • Внешние и внутренние источники помех: <ul style="list-style-type: none"> ○ Атмосферные (молния) и коммутационные перенапряжения (коммутации выключателями, разъединителями и низковольтными ап- | 2 | 3,4 |

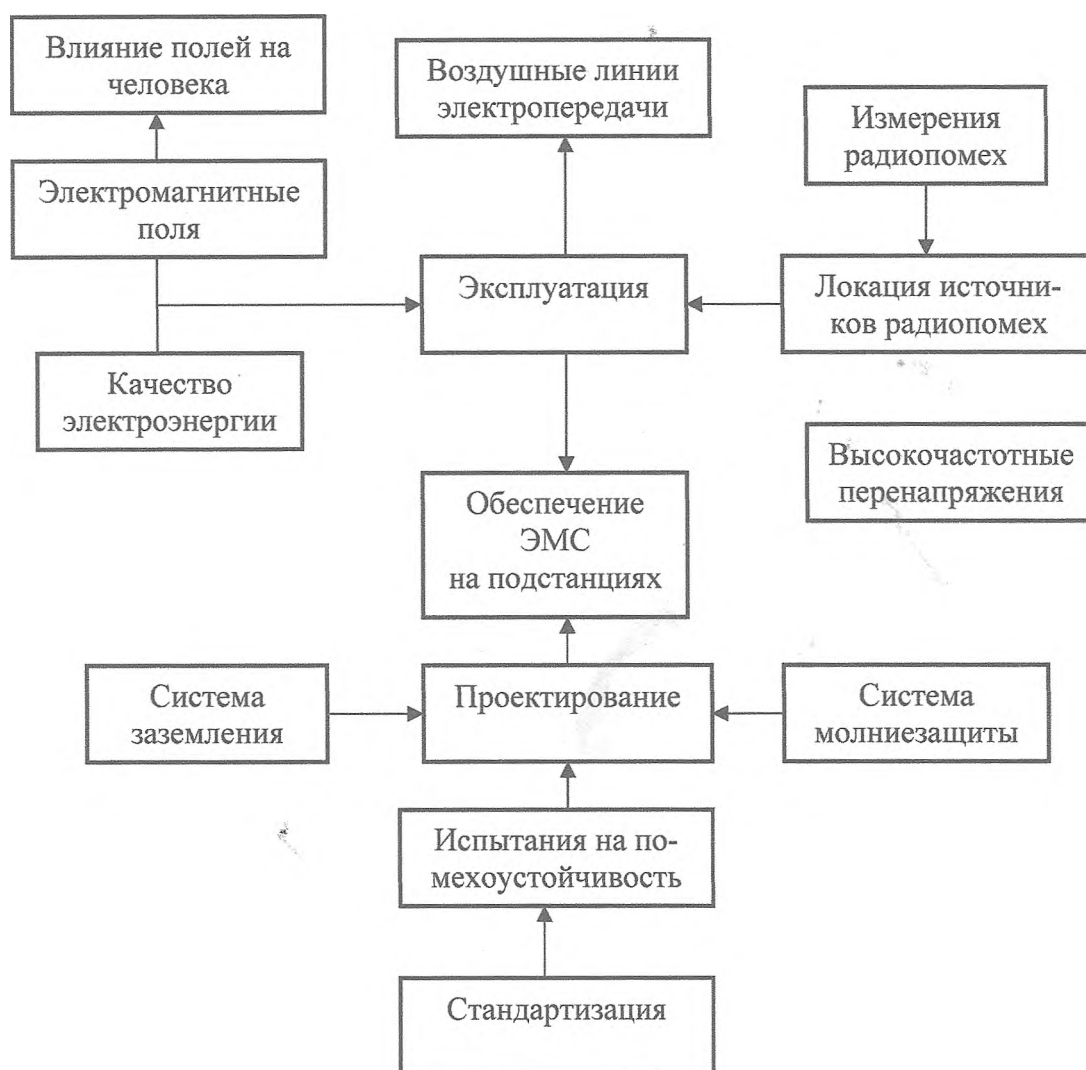
| | | |
|---|----|---------------------|
| <p>паратами, тиристорами).</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Разрядные явления: молния, корона, электросварка, искра зажигания, искрение щеток, разряды статического электричества, внутреннее и поверхностные частичные разряды. ○ Связь: радио и телевидение, ВЧ – и СВЧ – связь в т.ч. мобильная, военная техника. ○ ЭМИ ядерного взрыва. ● Характеристики помех: узко- и широкополосные, переходные. ● Каналы распространения помех: гальванические, индуктивные, емкостные, эфирные. | | |
| <p>Техника и технология измерения помех.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Термины и определения. Нормы. ● Методы измерений электромагнитных и радиопомех от линий электропередачи и подстанций. ● Общие методы испытаний источников радиопомех. Испытательные установки и аппаратура для измерений. ● Мониторинг и локация источников помех на линиях и подстанциях. | 4 | 1,2,3, 6,7,9 |
| <p>Экспериментальное определение помехоустойчивости.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Испытания на устойчивость к действию помех блоков аппаратуры РЗА и связи. Последовательность испытаний. Проверка изоляции. Методы и нормы испытаний аппаратуры на устойчивость к помехам различных видов: грозовых, коммутационных сетевых, электростатического разряда, импульсных высокочастотных, наносекундных, мощных магнитных полей, электромагнитных полей ВЧ – и СВЧ – диапазонов. ● Испытания на устойчивость к действию помех оборудования вторичных цепей действующих подстанций в условиях эксплуатации. ● Методы и нормы испытаний импульсами тока, введенными в контур заземления ОРУ. ● Проверка взаимных влияний вторичных цепей подстанционного оборудования. ● Испытания на устойчивость к помехам специальной техники. ● Испытания оборудования летательных аппаратов на стойкость к воздействиям токов молнии. Испытания военной техники на устойчивость к ЭМИ ядерного взрыва. | 10 | 1,2, 5,6, 7,9 |
| <p>Мероприятия по обеспечению электромагнитной совместимости.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Пассивные способы и устройства защиты от помех. <ul style="list-style-type: none"> ○ Фильтры: основные характеристики (добротность, АЧХ, крутизна среза и др.) и схемы (ФНЧ, ФВЧ и режекторные, пассивные и активные, Г -, П -, Т- образные, двойные Т – образные, многозвенные). ○ Разделительные трансформаторы. ○ Кабели с витыми парами, бифилярные конструкции и монтаж. ○ Оптроны и оптоволоконные линии связи: основные характеристики (спектральный диапазон, затухание, электрическая прочность и др.) и схемы (прямые и обратные преобразователи, источники света, фотоприемники и др.). ● Смешанные способы и устройства защиты от помех. <ul style="list-style-type: none"> ○ Разрядники и ограничители перенапряжений, электронные приборы защиты. Виды и типы: искровые разрядники; варисторы; полупроводниковые приборы: дефензоры; диоды (выпрямительные, лавинные, импульсные, стабилитроны и стабисторы, ограничитель- | 12 | 1,3,4, 7,8,9 |

| | | |
|--|---|-----|
| <p>ные и переключаемые р–і–п диоды, диоды Шотки). Основные характеристики: ВАХ, диапазоны номинальных напряжений и токов, перегрузочная способность, быстродействие, электрическая прочность и др. Предпочтительные области применения, выбор и расчет характеристик.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Электромагнитные экраны. ○ Природа экранирующего действия. Экранирование статических и квазистатических полей. Экранирование электромагнитных волн. Расчеты экранов и их конструкции. ○ Мероприятия по защите вторичных цепей подстанционного оборудования от влияния помех, генерируемых силовым оборудованием. Размещение силового коммутационного и другого оборудования на ОРУ. Проектирование систем заземления. Проектирование систем электропитания. Правила прокладки кабелей и заземления их экранов. Правила монтажа вторичных цепей. Резервирование. Амплитудная, частотная и фазовая модуляции в каналах ВЧ – связи по проводам и тросам ВЛ. ● Активные способы и устройства защиты от помех. Способы ограничения помех, генерируемых при коммутациях разъединителями и выключателями. Мероприятия по снижению влияния статического электричества. | | |
| <p>Стандартизация в области ЭМС. Законодательство в области ЭМС. Органы стандартизации. Стандарты МЭК и ГОСТы. Отраслевые стандарты и внутренние стандарты фирм производителей оборудования РЗА и связи.</p> | 1 | 4,9 |
| <p>Заключительная лекция</p> | 1 | 1-9 |

Лабораторные работы (36 часов)

| Название лабораторной работы | Учебная деятельность | Часы | Ссылки на цели | Оборудование |
|---|--|------|------------------|--------------------|
| Анализ высокочастотных перенапряжений на шинах ОРУ и помех во вторичных цепях при коммутациях разъединителями | В упрощенных расчетных схемах типовой ячейки открытого распределительного устройства подстанции 500 кВ проводят расчет переходных процессов при включении разъединителя на емкость трансформатора. Определяют амплитуды и характерные частоты перенапряжений на шинах, напряжение помехи, выделяющееся на сопротивлении заземления и ток, стекающий в контур через емкость трансформатора тока | 4 | 1, 2, 3, 5, 6, 7 | Лабораторный стенд |
| Исследования защитных свойств сетевых фильтров | Определяют частотные характеристики при различных соотношениях внутреннего сопротивления источника помех и сопротивления нагрузки на выходе фильтра. Оценивают эффективность подавления импульсных высокочастотных помех теми же фильтрами при заданных сопротивлениях внутреннего сопротивления источника помех и сопротивления нагрузки на выходе фильтра. | 4 | 1 – 7 | Лабораторный стенд |
| Исследования защитных устройств вторичных цепей | Определяют статическое и динамическое напряжение срабатывания разрядника. Оценивают время запаздывания разрядника при амплитуде импульсной помехи, выше его статического напряжения пробоя. Измеряют вольтамперные характеристики динисторов, стабилитронов и варисторов при импульсном воздействии. | 4 | 1 – 7 | Лабораторный стенд |
| Электромагнитные наводки на протяженные объекты | Исследование электромагнитных и электростатических наводок на протяженные объекты, анализ экранирующих эффектов | 4 | 1 – 7 | ПЭВМ |

Структура учебной дисциплины



5. Учебная деятельность

Требования к выполнению лабораторных работ

- На первом занятии в лаборатории кафедры студенты проходят инструктаж по правилам техники безопасности при выполнении лабораторных работ и расписываются в соответствующем журнале.
- Отчет по лабораторной работе должен содержать цель работы, схему установки, результаты измерений в виде графиков и таблиц, выводы с анализом и объяснением результатов. Желательно компьютерное оформление отчета.

6. Правила аттестации студентов по учебной дисциплине

Проводится в соответствии с планом ООП – экзамен (8 семестр). К экзамену допускаются студенты, выполнившие и защитившие все лабораторные работы. При аттестации используются контролирующие материалы, образцы которых приведены в п.8.

7. Список литературы

Основной список

1. Костенко М.В., Михайлов Ю.А., Халилов Ф.Х. Электроэнергетика. Электромагнитная совместимость. Часть 1. Учебное пособие. – Л.:СПбГТУ. –1997. –102 с.
2. Шваб А.Й. Электромагнитная совместимость: Пер. с нем. В.Д. Мазина и С.А.Спектора /Под ред. Кужекина И.П. – М. :Энергоатомиздат. –1995. – 480 с.
3. Хабигер Э. Электромагнитная совместимость. Основы ее обеспечения в технике. Пер. с нем. И.П. Кужекина. Под ред. Б.К. Максимова. – М.: Энергоатомиздат. –1995. –292 с.
4. Кравченко В.И. Грозозащита радиоэлектронных средств: Справочник. – М.: Радио и связь. – 1991. – 264 с.
5. Электронные приборы для защиты РЭА от электрических перегрузок: Справочник / В.П., Черепанов, А.К. Хрулев, И.П. Блудов. – М.: Радио и связь. –1994. – 224 с.
6. Н.Б. Полонский. Конструирование электромагнитных экранов для РЭА. – М.: Советское радио. – 1979. – 216 с.
7. ГОСТ 29280 – 92 (МЭК 1000 – 4 – 92). Совместимость технических средств электромагнитная. Испытания на помехоустойчивость. Общие положения. - М.: Госстандарт России. –1992. – 42 с.

Дополнительный список

8. Методические указания по защите вторичных цепей электрических станций и подстанций от импульсных помех. –РД 34.20.116 – 93. – М.:РАО ЕЭС России. –1993.
9. Методические указания по ограничению высокочастотных коммутационных перенапряжений и защите от них электротехнического оборудования в распределительных устройствах 110 кВ и выше. – М.: СПО ОРГРЭС. – 1998. - 26 с.
10. Стандарт МЭК – 255. Реле электрические. Часть 22. Испытания на электрические помехи измерительных реле и защитного оборудования.
11. Журавлев Э.Н. Радиопомехи от коронирующих линий электропередачи. – М.: Энергия. – 1971. – 200 с.
12. ГОСТ 22012 – 82. Радиопомехи промышленные от линий электропередачи и электрических подстанций. Нормы и методы измерений. – М.: Госкомстандарт. – 1982.
13. ГОСТ16842 – 82. Радиопомехи промышленные. Общие методы испытаний источников радиопомех. – М.: Госкомстандарт. – 1982. – 12 с.
14. Рикетс Л.У., Бриджес Дж.Э, Майлета Дж. Электромагнитный импульс и методы защиты: Пер. с англ. /Под ред Н.А. Ухина. – М.: Атомиздат. – 1979. –453 с.