

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ И ИЗМЕРЕНИЙ В УНИВЕРСИТЕТЕ ИМЕНИ АГОШТИНЬО НЕТО

Жоао Франшишко да Соуза Гашпар де Силва, Пашкоал Д.М.Наполеао, Виноградов А.А.
Университет им. Агоштиньо Нето, Луанда, Ангола, vinluan@mail.ru

Аннотация – Изложена методика преподавания дисциплин «Теория сигналов и цепей» и «Техника измерений и контроля» на кафедре физики естественно-научного факультета государственного университета Анголы. Описаны методы проведения занятий и оценки знаний студентов.

Ключевые слова – сигналы, цепи, измерения, преподавание.

I. ВВЕДЕНИЕ

Университет им. Агоштиньо Нето до недавнего времени являлся единственным вузом Анголы, который обеспечивал подготовку национальных кадров внутри страны для различных отраслей промышленности, сельского хозяйства, медицины, государственной службы, образования. Кафедра физики естественно-научного факультета, который мы представляем, обеспечивает преподавание общей физики практически для всех специальностей, выпускаемых факультетом, и, являясь единственной выпускающей кафедрой физики во всей стране, подготавливает специалистов широкого профиля, способных быть интегрированными для работы на различных промышленных предприятиях, учреждениях связи, в горно-перерабатывающей и нефтяной отраслях промышленности, которые образуют стержень экономики Анголы.

Во многих случаях выпускники кафедры работают в качестве инженеров-электриков с технологическим оборудованием, которое, с одной стороны, является достаточно изношенным и требует тщательной работы, с другой стороны, приобретаемое сейчас оборудование, особенно используемое в нефтяной промышленности и добыче алмазов, находятся на переднем крае технической мысли. Все это обуславливает необходимость подготовки специалистов, готовых адаптироваться к любым конкретным условиям эксплуатации электрооборудования, электроприводов, соблюдения энергетической безопасности электротехнологических производств.

Среди ряда дисциплин важных с позиции использования электроэнергии мы рассмотрим методику преподавания двух конкретных предметов.

II. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИН, РАССМАТРИВАЮЩИХ ЭЛЕМЕНТЫ

УПРАВЛЕНИЯ, ТЕХНИКУ И МЕТОДЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

В соответствии с рабочим планом подготовки специалистов на кафедре физики на третьем году обучения преподается дисциплина «Теория сигналов и цепей» с шестичасовой недельной нагрузкой в течение 15 недель шестого учебного семестра. Распределение материала по главам и время, отводимое на преподавание соответствующего материала, представлено в табл.1.

Таблица 1

Распределение учебного материала в дисциплине
«Теория сигналов и цепей»

№ главы	Название главы	Кол-во часов
1	Основные свойства и модели сигналов	35
2	Модуляция сигналов	10
3	Преобразования сигналов в линейных цепях с постоянными параметрами	30
4	Преобразования сигналов в нелинейных цепях и системах	5
5	Преобразования сигналов в параметрических цепях	5
6	Активные цепи с обратной связью и автоколебательные системы	5

В рабочей программе, разработанной нами, изложение начинается с понятийного материала. В теории автоматического управления, управлении двигателями, источниками питания имеет место передача информации, при которой воздействие осуществляется посредством управляющих сигналов. Определены понятия управления, сигнала, радиоканала. Дана классификация сигналов с точки зрения различных критериев.

При анализе сигналов важную роль играют их математические модели. Так, для импульсных сигналов при создании моделей широко используется

функция включения (Хевисайда), рассматриваемая в начале первой главы. Эта функция и функция Дирака применяется для динамического представления сигналов, смысл которого мы показываем графически и выводим аналитически. Далее мы рассматриваем математическое подобие между электрическими сигналами и векторами. Даются понятия нормы сигнала, его энергии, метрики двух сигналов.

Известно, что сигналы могут быть представлены в виде временных зависимостей и частотных. Переход к последним осуществляется для периодических сигналов с помощью рядов Фурье и для непериодических – с использованием преобразования Фурье, обобщением которого является преобразование Лапласа. Этот материал достаточно подробно проанализирован в первой главе, включая определения спектральных плотностей сигналов, не интегрируемых абсолютно, с использованием элементов функционального анализа.

Во второй главе проанализированы амплитудная, фазовая и частотная модуляции сигналов, спектры модулируемых сигналов.

Вторая часть дисциплины начинается с третьей главы, в которой рассматриваются преобразования сигналов в линейных электрических и радиотехнических цепях. Определены импульсная и переходная характеристики, различные формы интеграла Дюамеля. Дается вывод передаточной частотной характеристики, как преобразование Фурье импульсной характеристики рассматриваемой схемы. Определяются практически важные амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики.

В третьей главе рассматривается также базовый материал: колебательные цепи последовательные и параллельные, связанные колебательные цепи. Они широко используются в электрических фильтрах, которым уделено достаточно большое внимание. Мы рассматриваем фильтры пассивные и активные, на поверхностных акустических волнах и переключаемых конденсаторах, дана классификация частотных фильтров с точки зрения их функциональности и элементной базы. Проанализированы фильтры-прототипы нижних частот Баттерворта, Чебышева, Золотарева. Даны элементы синтеза частотных электрических фильтров.

Во многих случаях при работе различных систем проявляются шумы естественного или искусственного происхождения. В заключении третьей главы рассматриваются действия случайных сигналов на линейные стационарные цепи. Даны источники шумов в цепях – тепловые и дробовые, выраженные соответственно формулами Найквиста и Шоттки.

Нелинейные элементы обладают значительно большими возможностями в преобразовании сигналов по сравнению с линейными. В четвертой главе представлены активные и реактивные нелинейные элементы, даны их статические и дифференциальные параметры, рассматриваются различные методы описания нелинейных вольтамперных характеристик. Проанализировано воздействие гармонических сигналов на нелинейные элементы, и в связи с этим представлены различные практические применения:

детекторы, усилители, модуляторы, умножители частоты и др.

Широкое практическое применение находят параметрические цепи, представленные в пятой главе. Даются определения, связанные с этим материалом, анализируются условия возникновения параметрического резонанса, рассматриваются реальные устройства: параметрический усилитель, синхронный детектор.

В системах управления широкое применение находят элементы обратной связи. Теория положительной и отрицательной обратной связи представлена в шестой главе программы. История вопроса, фундаментальное уравнение автогенераторов – уравнение Ван-дер-Поля, современная реализация автогенераторов – индуктивная и емкостная трехточечные схемы излагаются преподавателем дисциплины.

Вторая дисциплина, предложенная нами к рассмотрению – «Техника измерений и контроля», также имеет полный объем 90 учебных часов при шести часах в неделю и читается на четвертом курсе непосредственно перед выполнением дипломной работы. Дисциплина дает комплексные теоретические знания по электрическим и радиотехническим измерениям, сопровождаемые выполнением ряда лабораторных работ. Объем часов по всем темам данного предмета приведен в табл.2.

Таблица 2

Распределение учебного материала в дисциплине «Техника измерений и контроля»

№ главы	Название главы	Кол-во часов
1	Основные понятия теории измерений	10
2	Измерения силы тока и напряжения	8
3	Электронные осциллографы	8
4	Измерения мощности и потребления электрической энергии	8
5	Измерения частоты, интервала времени и фазового сдвига	5
6	Измерения параметров электрических цепей	12
7	Проблема электромагнитной совместимости	6
8	Специальные радиотехнические измерения	10
9	Измерения в длинных линиях	6
10	Реле	6
11	Измерения неэлектрических величин электрическими методами	11

В первой главе дается понятие измерений, связь теоретических и практических методов познания, история измерений и их роль в развитии человечества. Мы рассматриваем различные философские категории,

связанные с измерениями, основное уравнение метрологии, классификацию измерений, их типы и методы, шкалы измерений. Также предлагается ряд метрологических понятий и классификация средств измерений, показана важность измерений в контроле технологических процессов, повышение эффективности электротехнологических установок и производств. При рассмотрении объектов измерения и определяемых физических величин показаны отличительные особенности радиоизмерений в сравнении с электроизмерениями.

Во второй главе изучаются измерительные приборы и методы, встречающиеся при выполнении наиболее частых электрических измерений напряжения и тока. Мы рассматриваем физические принципы работы электромеханических и электронных аналоговых приборов, используемых при измерении на постоянном и переменном токе, цифровых вольтметров. Также даются понятия различных параметров переменного тока (напряжения): мгновенное значение, амплитуда, среднее, среднее выпрямленное, среднее квадратичное (эффективное) значения, коэффициенты формы и амплитуды, которые важно знать при использовании измерительных приборов различных систем.

Важное значение в современных измерениях имеет исследование формы электрических сигналов. Для этой цели используются электронные осциллографы (третья глава). На занятиях мы изучаем устройство и принцип функционирования электронно-лучевой трубки, ее параметры, структуру универсального осциллографа, его параметры. Также рассматриваются различные виды разверток и их режимы при разных типах синхронизации. Студенты с помощью осциллографа реализуют измерения параметров гармонического сигнала, импульсов, частоты методом фигур Лиссажу и яркостной модуляции. В заключении главы студенты знакомятся с особенностями различных осциллографов: запоминающих, двухлучевых и двухканальных, скоростных, стробоскопических, цифровых.

Измерения мощности абсолютно необходимы при использовании электрооборудования, эксплуатации сетей, СВЧ-устройств, лазеров. В четвертой главе объясняются физические принципы различных ваттметров: электродинамических, калориметрических, термисторных, болометрических, аналогового перемножения, на основе эффекта Холла, горячих носителей в полупроводниках и др. При измерении мощности потока энергии в диапазоне СВЧ применяются два принципиально различных подхода к измерению мощности: поглощения и проходящей. Во втором случае малая часть потока энергии ответвляется, и проводятся измерения падающей и отраженной волн без отключения нагрузки. В этой части изучения материала студенты проводят лабораторные измерения мощности и потребления электроэнергии.

Измерения частоты и интервала времени взаимосвязаны между собой и рассматриваются совместно. Для получения минимальной цены изделий электротехнологических производств необходимо уменьшать потребление энергии на всех этапах

производственного процесса, что достигается увеличением коэффициента мощности, определяемого сдвигом по фазе между изменениями тока и напряжения. Различные методы, включая цифровые, измерения разности фаз между сигналами изучаются в заключительной части пятой главы.

Важнейшую часть электро- и радиоизмерений, осуществляемых в процессе разработки, изготовления и ремонта различной техники представляют измерения параметров электрических цепей, которые мы излагаем в шестой главе. Рассматриваются методы измерения электрического сопротивления, емкости, индуктивности, импеданса, взаимной индуктивности, добротности контуров, тангенса диэлектрических потерь, сопротивления заземления. Большое внимание при этом уделяется мостовым методам. Анализируются конкретные типы приборов, используемых для измерения параметров элементов электрооборудования.

Электрические устройства обладают электромагнитной совместимостью, если они не оказывают недопустимого электромагнитного воздействия на другое оборудование и сами способны надежно работать при допустимом электромагнитном воздействии со стороны окружающей среды. Чрезвычайно важна проблема электромагнитной совместимости при функционировании радиотехнических систем. В седьмой главе мы рассматриваем источники помех, меры по их подавлению, защиту от помех, теоретические выражения, связывающие электрическое и магнитное поля, методы измерения напряженности электрического поля, характеристики антенн, используемых для измерения в разных частотных диапазонах.

В восьмой главе излагаются методы различных радиоизмерений: спектральный анализ сигналов, коэффициентов нелинейности, параметров модуляции, амплитудно-частотных и фазо-частотных характеристик. Также мы даем понятия современных сложнейших средств измерения – информационно-измерительных систем и виртуальных приборов.

Когда длина волны становится соизмеримой размерам элементов цепи, рассмотренные ранее методы измерений силы тока и напряжения становятся неэффективными, требуется измерение других физических величин и другие способы. Этот материал излагается в девятой главе программы дисциплины. Существует два принципиальных подхода: 1) исследуется пространственное распределение электромагнитного поля в соответствующей линии передач с помощью измерительной головки; 2) панорамно-рефлекторный, когда из исследований прямой и отраженной волн находятся коэффициенты бегущей и стоячей волны, и далее с помощью расчетных формул находят необходимые параметры исследуемой длинной линии.

В электрических системах управления в качестве электрических управляющих устройств широко применяются реле, которым посвящена десятая глава. Коммутационные сигналы с помощью реле могут быть переданы, усилены, умножены, реверсированы, осуществлено логическое переключение и т.п. Мы

предлагаем студентам общие положения о реле, их характеристики, параметры и рассматриваем принцип действия различных типов реле: электромагнитных, тепловых, поляризованных, фотореле и др.

Последняя глава программы посвящена очень важному, с нашей точки зрения, материалу: использованию различных первичных преобразователей для измерения множества неэлектрических величин. Сенсоры, которые могут работать на основе разных физических принципов, подобны органам чувств человека, поставляющих через нервную систему информацию в мозг. С помощью рассматриваемых нами датчиков могут быть измерены положение объектов, перемещение, угол поворота, скорость, ускорение, сила, вращающий момент, механическое напряжение, деформации, температура, магнитное поле и другие величины. Физические эффекты, которые служат для этих измерений, связаны с измерением параметров емкости, индуктивности, фотоэффектом, тензорезистивным эффектом, пьезоэффектом, эффектами Зеебека и Холла и другими.

III. МЕТОДОЛОГИЯ ПРЕПОДАВАНИЯ И ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

При преподавании теоретико-практических дисциплин, какими являются предметы, рассмотренные в сообщении, подача теоретического материала и решение задач студентами осуществляются при участии одного и того же преподавателя в единой студенческой группе (потоке). При изложении дисциплины «Техника измерений и контроля» используется мало задач, однако, теоретический материал сопровождается экспериментами, все в пределах единого расписания.

Максимальная оценка, используемая в оценке знаний студентов и школьников в Анголе, составляет 20 баллов, минимальная переходная оценка – 10. В течение семестра реализуются две контрольные работы (провы) продолжительностью 2 учебных часа, одна в середине семестра, другая, как правило, на последнем занятии. Каждая прова охватывает примерно 50% учебного материала и включает 6-8 вопросов, и, если дисциплина позволяет, преимущественно, в форме задач и упражнений. Эта часть оценки знаний называется текущей. Средняя величина из двух оценок контрольных работ в последующем даст 40% конечной оценки по предмету. Остальные 60% получают из оценки письменного экзамена, который длится 3 астрономических часа и включает весь материал (9-11 вопросов). При окончательной оценке менее 10 баллов студент имеет право на единственную пересдачу. Повторный экзамен проводится аналогично финальному, и его оценка становится окончательной. Если и на этот раз оценка студента меньше 10, он обязан повторить дисциплину на следующий учебный год.

При оценке лабораторных практикумов, если текущая оценка, полученная на основе теоретических знаний и отчетов по лабораторным работам, 14 баллов и более, дисциплина зачитывается без финального

экзамена. При оценках менее 14 баллов студенты обязаны сдавать экзамен. Окончательная оценка выводится по принципу, описанному выше.

IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как известно, успех обучения зависит от совместной работы преподавателя и студента, их уровня подготовки и отношения к своему труду. Наш опыт преподавания показывает, что выпускники кафедры физики университета имени Агоштиньо Нето успешно работают в различных областях экономики Анголы, занимают важные, порой ключевые должности на своих предприятиях. Двое выпускников нашей кафедры, в последующем ее преподаватели, уже два срока занимают посты министров в Правительстве Анголы: 1) науки и новых технологий; 2) телекоммуникаций и информационных технологий.

Ангола имеет сегодня одну из самых быстро развивающихся экономик из стран Африки и, возможно, в недалеком будущем, будет одной из тех стран-«львят» африканского континента, которые подобно странам-«тиграм» Юго-Восточной Азии достигнут высокого уровня экономического могущества и прогресса.