

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»

Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор

по учебно-методической работе

Елина Е.Г.

проф. Е.Г. Елина



2016 г.

Рабочая программа дисциплины

Радиоизмерения

Направление подготовки
03.03.03 «Радиофизика»

Профили подготовки
«Информационные технологии и компьютерное моделирование
в радиофизике»,
«Информационные технологии в системах радиосвязи»

(2013 год приема)

Квалификация (степень) выпускника:
Бакалавр

Форма обучения
очная

Саратов
2016

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цели:

1. Знакомство бакалавров с классическими и современными методами радиоэлектронных измерений, с основными принципами измерения параметров радиоустройств, с методикой формирования измерительной системы для измерения заданных физических величин и необходимой точности;
2. Формирование системы компетенций, направленных на понимание принципов работы и методов эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования, освоение основных методов радиофизических измерений, в том числе с применением информационных технологий.

Задачи:

1. Формирование представлений о современных методах радиоэлектронных измерений и современных электроно-измерительных приборах.
2. Выработка практических навыков и способностей решения измерительных задач, в том числе связанных с инновационной деятельностью, а также навыков расчета предполагаемых и реальных погрешностей измерений.
3. Выработка практических навыков выбора измерительных приборов, подключения и согласования приборов с объектом измерений

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина входит в вариативную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана ООП по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика», профиль «Информационные технологии и компьютерное моделирование в радиофизике». Индекс дисциплины -- Б1.В.ДВ.7. Дисциплина изучается в 7 семестре.

Входные знания, умения и компетенции, необходимые для изучения данного курса, формируются в процессе освоения ряда дисциплин бакалавриата, таких как дисциплины модулей «Математика», «Общая физика», «Радиоэлектроника», «Электроника» и «Информатика», изучаемых в 1 – 6 семестрах.

Данная дисциплина интегрирована в систему дисциплин, разработанных на кафедре радиофизики и нелинейной динамики, имеющих целью обучение студентов современным методам теоретического, экспериментального и компьютерного исследований сложных нелинейных систем и процессов. Освоение дисциплины «Радиоизмерения» служит методической основой для изучения ряда дисциплин вариативной части учебного плана и курсов по выбору, таких как «Численный анализ экспериментальных данных», «Математическое моделирование в радиофизике», «Основы теории распределенных систем». Знания, умения и практические навыки, полученные студентами на лекциях, закрепляются практическими работами со стандартными измерительными приборами, работающими автономно, а также включенными в систему NI ELVIS.

Освоение данной дисциплины необходимо для успешного выполнения лабораторных работ, прохождения научно-исследовательской и преддипломной практик, а также для написания выпускной квалификационной работы. Данная дисциплина также является необходимой для студентов, планирующих продолжение обучения в магистратуре по направлению «Радиофизика» на кафедре радиофизики и нелинейной динамики СГУ. Полученные знания выпускники могут использовать как для проведения традиционных измерений, так и для создания новых измерительных систем широкого назначения.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Радиоизмерения»

Дисциплина способствует приобретению следующих компетенций:

- способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования (ПК-1);
- способностью использовать основные методы радиофизических измерений (ПК-2);

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

основные проблемы метрологии и стандартизации в области радиофизики: классификацию, структурные схемы и основные характеристики типовых радиоизмерительных приборов; структуру и возможности системы NI ELVIS;

Уметь:

- анализировать особенности измерений различных физических величин; пользоваться системами LabVIEW и NI ELVIS грамотно сформулировать конкретную задачу радиоизмерений и предложить несколько структурных схем измерений и критически оценить достоинства и недостатки каждой из предложенных схем, оценить возможную точность измерений и источники возникающих погрешностей;

Владеть:

- методами работы со стандартными радиоизмерительными приборами, а также с системами LabVIEW и NI ELVIS, основными программами и методами вычисления погрешностей.

4. Структура и содержание дисциплины «Радиоизмерения»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы (72 часа), включая лекции (18 часов), практические занятия (18 часов), самостоятельную работу (36 часов).

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практич. занят	В том числе в интерактивной форме	Самост. раб.	
1	Введение	7	1	1				
2	Объекты измерений. Системы единиц. Эталоны	7	1	1	2	1	4	Проведение интерактивных занятий: компьютерные расчеты Проведение интерактивных занятий
3	Измерение токов, напряжений и сопротивлений	7	2-4	1	2	1	4	Проведение интерактивных занятий
4	Аналоговые и цифровые измерительные приборы	7	4-6	1	2	1	4	Проведение интерактивных занятий
5	Измерение частот, временных интервалов и разностей фаз	7	6-8	1	4	1	4	Проведение интерактивных занятий
6	Приборы для	7	8-10	1	4	1	4	Проведение интерак-

	наблюдения и измерения формы колебаний							тивных занятий.
7	Автоматизация радиоизмерений Использование LabVIEW и NI ELVIS	7	11-13	1	4	1	4	Проведение интерактивных занятий. Отчет по практ. работе
8	Приборы для измерения спектров сигналов	7	13-15	1	4	1	4	Проведение интерактивных занятий. Отчет по практ. работе
9	Измерения параметров многополюсников	7	16-18	2	4	2	4	Проведение интерактивных занятий. Отчет по практ. работе
	Итого: 72			10	26	(9)	36	Зачет

4.1. Содержание учебной дисциплины

Тема 1. Введение. Цели и задачи дисциплины "Радиоизмерения". Основные этапы развития радиоизмерений, их роль в научных исследованиях, технике и практической деятельности. Особенности развития радиоизмерений на современном этапе. Роль виртуальных измерительных приборов на базе систем LabVIEW и NI ELVIS. Структура дисциплины, ее связь с другими дисциплинами.

Тема 2. Объекты измерений. Системы единиц. Эталоны измерений

Различные свойства объектов окружающего мира и меры этих свойств. Физические и нефизические величины. Качественная характеристика измеряемых величин - размерность. Выражение размерностей производных физических величин через размерности основных. Фундаментальные физические постоянные
Системы единиц. Международная система единиц (СИ).
Эталоны измерений. Уровни эталонов. Эталоны механических, электрических и магнитных величин.

Преобразователи неэлектрических величин. Выбор преобразователя. Резистивные, емкостные и индуктивные преобразователи. Пьезоэлектрические преобразователи.
Практическая работа 1: Расчет размерностей физических величин.

Тема 3. Измерение токов, напряжений и сопротивлений.

Характеристики измерительных приборов. Диапазон измерений. Область рабочих частот. Абсолютная и относительная чувствительность. Разрешающая способность. Входное и выходное сопротивление. Класс точности.

Методы измерения токов и напряжений. Магнитоэлектрические измерительные приборы постоянного тока. Особенности измерения переменных напряжений и токов. Влияние формы исследуемого сигнала на показания прибора. Точность измерений напряжений и токов. Импульсные и селективные вольтметры.

Измерительные мосты. Принцип действия измерительного моста. Резистивные мосты. Мосты для измерения индуктивностей и емкостей Мосты для измерений методом замещения. Трансформаторный мост отношений.

Измерение мощности на звуковых и высоких и сверхвысоких частотах. Калориметрический метод. Мостовые методы измерения мощности.

Практическая работа 2: Измерение токов, напряжений и сопротивлений.

Тема 4. Аналоговые и цифровые измерительные приборы

Аналоговые и цифровые измерения, их сравнительный анализ. Дискретизация и квантование. Выбор шага дискретизации. Погрешность квантования.

Цифро-аналоговые преобразователи. ЦАП с двоично-взвешенными сопротивлениями. ЦАП типа R-2R. Расчет коэффициентов деления напряжений.

Аналого-цифровые преобразователи. Параллельный АЦП. АЦП с двухтактным интегрированием. АЦП с поразрядным кодированием.

Практическая работа 3: АЦП и ЦАП в радиоизмерениях.

Тема 5. Измерение частот, временных интервалов и разностей фаз.

Генераторы измерительных сигналов. Назначение измерительных генераторов, их классификация. Генераторы сигналов низких и высоких частот: структурные схемы, особенности применения. Импульсные генераторы. Генераторы шума.

Измерение частоты. Режимы измерений. Измерения периода колебаний. Спецификация счетчиков. Погрешности измерений. Электронно-счетные частотомеры. Резонансный метод измерения частоты. Гетеродинный метод измерения частоты. Измерение частоты методом заряда и разряда конденсатора

Измерение временных интервалов. Общие замечания. Методы временных разверток. Метод дискретного счёта. Счетчики и таймеры. Погрешности измерений.

Измерение фазового сдвига по фигурам Лиссажу. Преобразование фазового сдвига в интервал времени. Цифровой фазометр.

Практическая работа 4: Измерение частот и периодов колебаний.

Тема 6. Приборы для наблюдения и измерения формы колебаний.

Осциллографы. Структура и принцип действия электронного осциллографа (ЭО). Структурная схема осциллографа. Канал вертикального отклонения. Канал горизонтального отклонения. Особенности осциллографических разверток. Калибраторы амплитуды и длительности.

Виды осциллографов. Универсальные осциллографы, двухканальные осциллографы, двухлучевые осциллографы. Стробоскопический осциллограф и его принцип действия. Применение стробоскопического осциллографа для высокочастотных измерений.

Синхронизация развертки осциллографов. Явление синхронизации в природе и технике, синхронизация развертки. Внешняя и внутренняя синхронизация. Непрерывный и ждущий режим работы развертки. Канал управления яркостью луча.

Исследование фазовых портретов и стробоскопических сечений. Понятие фазового портрета. Виды фазовых портретов: равновесие, предельный цикл, двумерный тор, странный аттрактор. Стробоскопическое сечение и сечение Пуанкаре. Осциллографическое наблюдение фазового портрета, стробоскопического сечения и сечения Пуанкаре.

Практическая работа 5: Осциллографические измерения.

Тема 7. Автоматизация радиоизмерений Использование LabVIEW и NI ELVIS

Общие сведения о системах LabVIEW и NI ELVIS. Создание в LabVIEW виртуальных приборов. Работа с массивами данных. Графическое представление данных. Графики осциллограмм и спектрограмм.

Программное обеспечение системы NI ELVIS. Генерация сигналов произвольной формы. Цифровой ввод и вывод. Измерение амплитудно-частотных и фазочастотных характеристик четырехполюсников.

Практическая работа 6: Особенности использования LabVIEW и NI ELVIS.

Тема 8. Приборы для измерения спектров сигналов.

Анализаторы гармоник. Понятие текущего спектра. Непрерывный и дискретный спектры. Спектры реальных процессов. Ограниченность времени наблюдения. Текущий спектр. Мгновенный спектр. Принципы измерения амплитудной модуляции.

Анализатор спектра последовательного действия. Принципы аппаратного спектрального анализа. Роль селективного элемента. Структурная схема анализатора спектра последовательного действия. Супергетеродинный принцип.

Анализатор спектра параллельного действия. Разрешение анализатора спектра. Структурная схема анализатора параллельного анализа. Сравнительная характеристика последовательного и параллельного анализаторов спектра. Факторы, определяющие разрешающую способность анализатора спектра. Статическая разрешающая способность. Динамическая разрешающая способность.

Практическая работа 7: Анализаторы спектра последовательного действия.

Тема 9. Измерения параметров многополюсников.

Измерение параметров низкочастотных четырехполюсников. Измерение АЧХ четырехполюсника. Панорамный измеритель АЧХ. Особенности измерения параметров четырехполюсников на высоких частотах. Измерение коэффициентов шума усилителей.

Измерение параметров СВЧ-четырёхполюсников. Измерение входного сопротивления с помощью измерительной линии. Измерение коэффициентов матрицы рассеяния четырёхполюсника: прямой метод, метод изменяющейся нагрузки. Панорамный измеритель КСВН и переходного ослабления.

Практическая работа 8: Методы измерения АЧХ и ФЧХ четырехполюсников.

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины «Радиоизмерения»

Программа дисциплины предусматривает чередование образовательного материала, ставящего проблему, с активной и интерактивной формами занятий посредством выполнения системы заданий по анализу лекционного материала. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 25% от общего числа аудиторных занятий по данному курсу.

Общая образовательная схема дисциплины строится по традиционной технологии обучения: сначала учебный материал сжато преподносится студентам лекционным методом, а затем прорабатывается, усваивается и применяется на практических занятиях в компьютерном классе; результаты усвоения проверяются в форме экзамена.

Освоение материала происходит в рамках технологии проблемного обучения, поскольку проведение практических занятий с применением компьютерного моделирования имеет широкие возможности для создания проблемных ситуаций посредством активизирующих действий преподавателя, который формулирует задания и ставит конкретные вопросы, направленные на обобщение, обоснование, конкретизацию, логику рассуждения; побуждает делать сравнения и выводы, сопоставлять результаты; ставит проблемные задачи (например, что произойдет, если изменить параметры системы, выбрать другую базовую модель для исследования того или иного явления, изменить параметры численной схемы при проведении компьютерного эксперимента и.п.). Например, при рассмотрении одного из измерительных устройств предлагается сравнить его с ранее рассмотренным, а при рассмотрении блок-схемы студенту предлагается пояснить, что будет, если убрать один из элементов схемы или заменить его другим.

Студенты на практике знакомятся с различными характеристиками радиоизмерительных систем.

В рамках изучения данной дисциплины используются мультимедийные образовательные технологии: электронные лекции (презентации) с использованием программы Open Office.

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:
- для слабовидящих:

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
 задания для выполнения, а также инструкция о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);
 - для глухих и слабослышащих:
 обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, - для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих все контрольные задания по желанию обучающихся могут проводиться в письменной форме.
 Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все студенты обучаются в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

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

Важную роль при освоении дисциплины «Радиоизмерения» играет самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа способствует:

- углублению и расширению знаний;
- формированию интереса к познавательной деятельности;
- овладению приемами процесса познания;
- развитию познавательных способностей.

Самостоятельная работа студентов имеет основную цель – обеспечить качество подготовки выпускаемых специалистов в соответствии с требованиями основной образовательной программы по направлению подготовки бакалавров 03.03.03 «Радиофизика».

К самостоятельной работе относятся:

- самостоятельная работа на аудиторных занятиях (лекциях, практических занятиях);
- внеаудиторная самостоятельная работа.

Самостоятельная подготовка к занятиям осуществляется регулярно по каждой теме дисциплины и определяется календарным графиком изучения дисциплины. В ходе освоения курса предполагается написание не менее 1 реферата

6.1. Виды самостоятельной работы

Раздел/Тема дисциплины	Вид самостоятельной работы	Литература
Тема 1	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы. Подготовка к практическим занятиям.	см. раздел 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»
Тема 2	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы. Подготовка к практическим занятиям.	см. раздел 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»
Тема 3	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы. Подготовка к практическим занятиям.	см. раздел 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»
Тема 4	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы. Подготовка к практическим занятиям.	см. раздел 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»

Тема 5	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы. Подготовка к практическим занятиям.	см. раздел 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»
Тема 6	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы. Работа над рефератом с привлечением информационных технологий	см. раздел 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»
Тема 7	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы. Подготовка к практическим занятиям.	см. раздел 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»
Тема 8	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы. Подготовка к практическим занятиям.	см. раздел 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»
Тема 9	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы. Подготовка к практическим занятиям.	см. раздел 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»
Итого часов на самостоятельную работу: 36 часов		

6.2. Формы текущего контроля работы студентов

1. Просмотр конспектов лекций.
2. Проверка выполнения практических заданий.
3. Ответы на вопросы, вынесенные на самостоятельное изучение (на интерактивных занятиях).
4. Оценивание рефератов.

Промежуточная аттестация студента осуществляется в соответствии с учебным планом в конце восьмого семестра. Итоги обучения оцениваются в форме зачета

Материалы для текущего контроля успеваемости и средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в Приложении «Фонд оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине».

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС по дисциплине «Радиоизмерения»

Таблица 1. Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
7	15	0	20	20	0	0	40	100

Программа оценивания учебной деятельности студента 7 семестр

Лекции

Посещаемость, опрос, активность и др. за один семестр – от 0 до 15 баллов.

Критерии оценки:

- не более 50% от числа занятий в семестре – 0 баллов,
- от 51% до 60% – 1-3 балла;
- от 61% до 70% – 4-7 балла;
- от 71% до 80% – 8-10 баллов;
- от 81% до 90% – 11-14 баллов;
- не менее 91% занятий – 15 баллов.

Лабораторные занятия

Не предусмотрены.

Практические занятия

от 0 до 20 баллов.

Критерии оценки:

Выполнение тестовых заданий – 0-20 баллов

Самостоятельная работа

от 0 до 20 баллов.

Критерии оценки:

Решение заданий для самоконтроля – 0-10 баллов

Реферат – 0-10

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено

Другие виды учебной деятельности

Не предусмотрены

Промежуточная аттестация

36-40 баллов – ответ на «отлично»

30-35 баллов – ответ на «хорошо»

25-29 баллов – ответ на «удовлетворительно»

0-24 баллов – «не удовлетворительно»

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 7 семестр по дисциплине «Радиоизмерения» составляет 100 баллов.

Таблица 2. Пересчет полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Радиоизмерения» в зачет:

51-100 баллов	«зачтено»
0-50 баллов	«не зачтено»

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Радиоизмерения»

а) Основная литература:

1. Топильский В. Б. Схемотехника измерительных устройств. Изд-во Бином, 2010.
2. Муханин Л.Г., Схемотехника измерительных устройств. – Изд-во Лань, 2009.

б) Дополнительная литература:

1. Зайдель А. Н. Ошибки измерений физических величин. Изд-во Лань, 2005.
2. Раннев, Г. Г. Измерительные информационные системы. Учебное пособие — Москва: МГОУ, 2010.
3. Ратхор Т.С. Цифровые измерения. АЦП/ЦАП. пер. с англ. – М.: Техносфера, 2006.

в) Рекомендуемая литература:

1. Бахвалов О.А.. Радиотехнические измерения. – М.: Высшая школа, 1964.
2. Тишер Ф. Техника измерений на сверхвысоких частотах. – М.: Изд. физ.-мат. лит. 1978.
3. Дворяшкин, Л.И. Кузнецов. Радиотехнические измерения. – М.: Советское радио, 1978.
4. Мирский Г.Я. Радиоэлектронные измерения. - М.: Энергия, 1975.
5. Мейзда Б.Ф. Электронные измерительные приборы и методы измерений. – М.: Мир, 1990

г) Программное обеспечение и интернет-ресурсы:

1. Метрология и автоматизация измерений. Лекции (<http://www.radioforall.ru/>).
2. Метрология, стандартизация и сертификация (<http://www.studfiles.ru>)
3. Задачи по радиоизмерениям (<http://www.exir.ru/>)
4. Сайт кафедры радиофизики и нелинейной динамики СГУ (электронные версии учебных пособий, подготовленных сотрудниками кафедры) <http://chaos.sgu.ru>
5. Сайт СГУ (система управления электронными образовательными ресурсами Moodle) <http://course.sgu.ru>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Радиоизмерения»

Компьютерные классы физического факультета (ауд. 88 и 69–а 8-го учебного корпуса) и кафедры радиофизики и нелинейной динамики (ауд. 52 3-го учебного корпуса). Помещения соответствуют действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности и охраны труда при проведении учебных, научно-исследовательских и научно-производственных работ.

Персональные ЭВМ, объединенные в локальную сеть и с выходом в Интернет.

Электронные презентации лекций.

Мультимедиапроектор.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика», профиль «Информационные технологии и компьютерное моделирование в радиофизике».

Автор:
д.ф.-м.н., профессор


_____ Хохлов А.В.

Программа разработана в 2011г. (одобрена на заседании кафедры радиофизики и нелинейной динамики, протокол №11, от 23 мая 2011 г.)

Программа актуализирована в 2016г. (одобрена на заседании кафедры радиофизики и нелинейной динамики, протокол №7 от 14 марта 2016 года)

Зав. кафедрой радиофизики и нелинейной динамики
д.ф.-м.н., профессор


_____ Анищенко В.С.

Декан физического факультета
д.ф.-м.н., профессор


_____ Аникин В.М.