

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Геологический факультет

УТВЕРЖДАЮ

**Декан Геологического факультета
академик**

_____/Д.Ю.Пушаровский/

« ____ » _____ 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Радиоэлектроника

Автор-составитель: Гайнанов В.Г.

Уровень высшего образования:

Бакалавриат

Направление подготовки:

05.03.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:

Геофизика

Форма обучения:

Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методическим Советом Геологического факультета
(протокол № _____, _____)

Москва 20__

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Геология» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

Год (годы) приема на обучение – 2017.

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

Цель и задачи дисциплины

Целями освоения дисциплины «Радиоэлектроника» являются:

- изучение студентами основ теории расчета электрических цепей, анализа прохождения сигналов через электрические цепи, принципов работы аналоговой и цифровой радиоэлектронной аппаратуры, применяемой при геофизических исследованиях;
- развитие у студентов способностей самостоятельно оценивать работу электронной аппаратуры, находить возможные неисправности, понимать причины различных искажений сигналов при приеме, регистрации и обработке данных.

Задачи:

- освоение теоретических основ расчета электрических цепей;
- освоение основ анализа прохождения сигналов через электрические цепи;
- ознакомление с принципами работы аналоговой и цифровой радиоэлектронной аппаратуры, применяемой при геофизических исследованиях.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – Дисциплина «Радиоэлектроника» находится в блоке общепрофессиональной подготовки вариативной части бакалаврской программы.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

освоение дисциплин Высшая математика, Теория функций комплексной переменной, Дифференциальные и интегральные уравнения, Уравнения математической физики, Программирование, Физика.

Дисциплина необходимо в качестве предшествующей для дисциплин Сейсморазведка, Электроразведка, Гравиразведка, Магниторазведка, Геофизические исследования скважин.

3. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников, формируемые (полностью или частично) при реализации дисциплины:

УК-13.Б Способность использовать современные информационно-коммуникационные технологии в академической и профессиональной сферах (формируется частично),

ОПК-5.Б Способность использовать в профессиональной деятельности информационно-коммуникационные технологии, в т.ч. ГИС-технологии (формируется частично),

ПК-8.Б Готовность к работе на современных полевых/лабораторных приборах, установках и оборудовании в соответствии с профилем подготовки (формируется частично),

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

Знать: — теоретические основы расчета электрических цепей;

— теоретические основы анализа прохождения сигналов через электрические цепи;

— принципы работы аналоговой и цифровой радиоэлектронной аппаратуры, применяемой при геофизических исследованиях.

Уметь: — выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

— применять знания о современных методах приема и регистрации геофизической информации;

Владеть: — способностью анализировать работу геофизической аппаратуры, способы ее правильного применения и настройки;

4. Формат обучения – лекционные и семинарские занятия

5. Объем дисциплины (модуля) составляет **3 з.е.**, в том числе **48** академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (**24** часов – занятия лекционного типа, **24** часов – занятия семинарского типа, **2** часа – групповые консультации, **10** часов – мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации), **48** академических часа на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – экзамен

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Курс состоит из 3 частей. В первой части излагаются основы теории электрических цепей. Вторая часть содержит основы функционирования радиоэлектронных устройств. В третьей части представлены основы цифровой электроники.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы (виды самостоятельной работы – эссе, реферат, контрольная работа и пр. – указываются при необходимости)
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы				
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Занятия семинарского типа	Всего	
Раздел 1. Основы теории электрических цепей.		12		12	24	6 расчетно-графические работы, 20 часов
Раздел 2. Радиоэлектронные устройства		6		6	12	2 расчетно-графические работы, 16 часов
Раздел 3. Основы цифровой электроники		6		6	12	2 расчетно-графические работы, 12 часов
Групповые консультации						2
Промежуточная аттестация <i>экзамен</i>						10
Итого	108			48		60

Содержание разделов дисциплины:

Основы теории электрических цепей.

1. Понятие сигнала вообще и электрического сигнала в частности. Принципы разделения сигналов на полезные, помехи и шумы. Виды сигналов: детерминированные и случайные. Гармонические колебания. Линейные преобразования сигналов и их свойства. Понятие спектра сигнала, спектры периодических и непериодических сигналов.
2. Электрические цепи и их элементы. Электрические двухполюсники и многополюсники. Активные и пассивные цепи. Линейные и нелинейные цепи. Идеальные генераторы тока и напряжения. Параметрические цепи. Цепи с сосредоточенными и распределенными параметрами. Резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности, трансформаторы. Границы применимости понятий об элементах электрических цепей.
3. Методы расчета линейных электрических цепей. Законы Кирхгофа. Метод контурных токов. Метод узловых напряжений. Принцип суперпозиции и его применение к расчету цепей. Метод эквивалентного источника. Метод векторных диаграмм и метод комплексных амплитуд (символический метод) для расчета цепей переменного тока. Комплексное сопротивление.
4. Определение частотных характеристик электрической цепи. Комплексные функции входного и выходного сопротивления. Комплексные передаточные функции. Частотные характеристики простейших RC-цепей, резонансных контуров и связанных контуров. Типы фильтров, полоса пропускания, граничные частоты, крутизна, добротность.
5. Импульсные сигналы в линейных схемах. Классические методы анализа. Переходные и импульсные характеристики цепи. Интеграл Дюамеля. Интегрирующие и дифференцирующие цепи.
6. Четырехполюсники. Уравнения и параметры четырехполюсников, их эквивалентные схемы.
7. Цепи с распределенными параметрами. Волновое уравнение длинной линии. Режимы работы длинных линий и их применение.
8. Нелинейные элементы и цепи. Вольтамперные характеристики нелинейных элементов и их статические, динамические и дифференциальные параметры. Линеаризация вольтамперных характеристик. Параметрические элементы и цепи.
9. Шумы, как фундаментальное свойство активных и пассивных элементов и устройств. Виды шумов в радиоэлектронных элементах (тепловые, дробовые, мерцательные) и их распределение в частотных диапазонах.

Радиоэлектронные устройства.

1. Полупроводниковые приборы и элементы интегральных схем. Диоды, биполярные и полевые транзисторы, тиристоры, оптоэлектронные приборы.
2. Усилители, их классификация и основные параметры. Усилительные каскады на биполярных транзисторах. Схема каскада с общим эмиттером, с общим коллектором (эмиттерного повторителя), с общей базой. Использование вольтамперных характеристик для выбора рабочей точки транзистора. Схемы замещения транзистора. Коэффициенты усиления, входное и выходное сопротивление, частотные характеристики усилительного каскада. Способы стабилизации параметров транзисторных усилителей.
3. Усилительный каскад на полевом транзисторе. Основные параметры и расчетные соотношения. Резонансные усилители.
4. Дифференциальный каскад усиления. Операционные усилители, их основные параметры и схемы включения.

5. Обратные связи в радиоэлектронных устройствах. Общая схема усилительных устройств, охваченных обратными связями. Виды обратных связей. Влияние обратных связей на входное и выходное сопротивление и передаточные функции усилителей. Устойчивость цепей с обратными связями.
6. Генераторы электрических сигналов. Условия самовозбуждения и стационарности. Общая теория генерирования квазисинусоидальных колебаний на основе усилителей с частотно-избирательной цепью обратной связи. Принципы генерирования разрывных колебаний при введении положительной обратной связи с учетом нелинейных вольтамперных характеристик активных элементов. Основные типы релаксационных генераторов - одновибратор, мультивибратор, блокинг-генератор.
7. Электрические фильтры. Принципы синтеза электрических фильтров (аппроксимация частотных характеристик и реализация фильтра) . Полиномиальные фильтры Баттерворта и Чебышева. Фазовые характеристики фильтров. Активные фильтры. Кварцевые фильтры. Фильтры с переключаемыми конденсаторами.
8. Преобразователи спектра сигналов. Принципы преобразования спектра. Умножители и преобразователи частоты. Модуляторы. Амплитудная, частотная и фазовая модуляции. Амплитудные детекторы. Синхронные детекторы. Частотные детекторы.
9. Устройства питания. Неуправляемые и управляемые выпрямители. Стабилизаторы напряжения и тока. Импульсные стабилизаторы.

Основы цифровой электроники.

1. Основы теории логических схем. Основные логические операции и реализующие их схемы. Логические интегральные схемы, их классификация и основные параметры. Триггеры. Шифраторы и дешифраторы. Мультиплексоры и демультиплексоры. Сумматоры. Регистры. Счетчики.
2. Средние и большие интегральные схемы. Особенности элементной базы БИС. Микропроцессоры. БИС памяти. Статическая и динамическая память. Постоянные, перепрограммируемые и оперативные запоминающие устройства с тремя состояниями.
3. Устройства хранения информации. Принципы регистрации сигналов на магнитном носителе. Накопители на магнитных лентах и на магнитных дисках. Принципы регистрации сигналов на оптических носителях.
4. Устройства отображения информации. Буквенно-цифровые и матричные устройства отображения. Устройства отображения на электронно-лучевых трубках.
5. Цифро-аналоговые (ЦАП) и аналого-цифровые преобразователи (АЦП). Типы АЦП и их основные характеристики. Аналоговые мультиплексоры. Устройства выборки и хранения.
6. . Квантование по уровню и дискретизация по времени непрерывных сигналов. Теорема Котельникова (Шеннона). Частота Найквиста. Антиаллиасинговый фильтр.

Содержание семинаров.

1. Анализ электрических цепей. Составление уравнений по законам Ома и Кирхгофа.
2. Метод комплексных амплитуд для анализа цепей переменного тока.
3. Изучение частотных характеристик RC-цепей.
4. Изучение частотных характеристик последовательного и параллельного LC-контуров.
5. Изучение частотных характеристик фильтров низких и высоких частот.
6. Изучение переходных и импульсных характеристик RC- и LC-цепей.
7. Вычисление частотных спектров простейших сигналов.
8. Исследование искажений простейших сигналов при прохождении через RC-цепи.

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется при сдаче каждым студентом выполненных расчетных работ.

Для текущего контроля студентов в ходе семестра проводятся контрольные опросы.

Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля:

1. Электрические цепи и их элементы. Линейные и нелинейные, активные и пассивные цепи. Активное сопротивление, емкость и индуктивность.
2. Идеальные источники напряжения и тока. Метод эквивалентного источника.
3. Методы расчета электрических цепей. Законы Ома и Кирхгофа.
4. Метод контурных токов.
5. Основные характеристики синусоидального тока. Максимальное, среднее и действующее значения величин.
6. Метод векторных диаграмм и метод комплексных чисел для расчета цепей.
7. Символический метод анализа цепей переменного тока.
8. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме.
9. Связь между током и напряжением на активном сопротивлении, емкости и индуктивности в случае постоянного тока, в случае переменного тока общего вида и в случае переменного синусоидального тока.
10. Переходные процессы в электрических цепях.
11. Нелинейные элементы и цепи. Вольтамперные характеристики нелинейных элементов и их статические, динамические и дифференциальные параметры. Линеаризация вольтамперных характеристик. Параметрические элементы и цепи.
12. Линейные преобразования сигналов и их свойства. Понятие спектра сигнала. Спектры периодических сигналов.
13. Гармонические колебания. Спектры непериодических сигналов.
14. Свойства спектров действительных, четных и нечетных сигналов.
15. Теоремы о преобразованиях Фурье: о сдвиге сигнала, об изменении масштаба.
16. Связь между длительностью сигнала и шириной его спектра.
17. Спектры производной и интеграла.
18. Теорема о спектре свертки и автокорреляционной функции.
19. Комплексная частотная характеристика электрической цепи.
20. Частотные характеристики простейших RC-цепей.
21. Частотные характеристики LRC-цепей.
22. Метод импульсных характеристик для анализа электрических цепей.
23. Метод переходных характеристик. Интеграл Дюамеля.
24. Интегрирующая и дифференцирующая цепи.
25. Усилительные каскады на биполярных транзисторах. Схема каскада с общим эмиттером, с общим коллектором (эмиттерного повторителя), с общей базой.
26. Выбор рабочей точки транзистора с использованием вольтамперных характеристик.
27. Статическая и динамическая характеристики транзистора.
28. Расчет усилительного каскада по схеме с общим эмиттером.
29. Основные характеристики усилительного каскада на транзисторе.

30. Обратные связи в усилителях и их влияние на характеристики усилителей.
31. Операционные усилители. Основные схемы включения.
32. Общая теория функционирования генераторов гармонических колебаний.
33. Генераторы гармонических колебаний с мостом Вина.
34. Генераторы гармонических колебаний с 3-х звенной RC-цепью.
35. Мультивибратор и одновибратор на операционном усилителе.
36. Амплитудная модуляция. Схемы, осуществляющие амплитудную модуляцию и детектирование сигнала.
37. Частотная модуляция. Схемы, осуществляющие частотную модуляцию и детектирование сигнала.
38. Электрические фильтры. Назначение и классификация фильтров. Граничная частота и крутизна характеристики.
39. Принципы синтеза электрических фильтров (аппроксимация частотных характеристик и реализация фильтра). Полиномиальные фильтры Баттерворта и Чебышева. Фазовые характеристики фильтров.
40. RC- и LC-фильтры. Активные фильтры.
41. Основные логические схемы. Триггеры. Мультиплексоры и демультиплексоры.
42. Регистры. Делители частоты и электронные счетчики. Функциональная схема электронного частотомера.
43. Функциональные схемы ЦАП и АЦП. Аналоговые мультиплексоры. Устройства выборки и хранения.
44. Квантование по уровню и дискретизация по времени непрерывных сигналов. Теорема Котельникова (Шеннона). Частота Найквиста. Антиалийсинговый фильтр.

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

Примерный перечень вопросов при промежуточной очной аттестации:

1. Рассчитать частотную характеристику параллельного колебательного контура.
2. Рассчитать частотную характеристику последовательного колебательного контура: выходное напряжение снимается с конденсатора.
3. Рассчитать частотную характеристику последовательного колебательного контура: выходное напряжение снимается с катушки индуктивности.
4. Рассчитать частотную характеристику последовательного колебательного контура: выходное напряжение снимается с резистора.
5. Рассчитать частотную характеристику одно- и двухзвенной RC-цепи.
6. Рассчитать частотную характеристику одно- и двухзвенной CR-цепи.
7. Рассчитать частотную характеристику одно- и двухзвенной LR-цепи.
8. Рассчитать частотную характеристику одно- и двухзвенной RL-цепи.
9. Рассчитать частотную характеристику цепи.
12. Найти спектр сигнала в виде непрерывного прямоугольного колебания (меандр).
13. Найти спектр сигнала в виде одиночного прямоугольного импульса.
14. Найти спектр дельта функции $\delta(t)$.
15. Найти спектр дельта функции $\delta(t - t_0)$.
16. Найти спектр сигнала в виде бесконечной синусоиды.
17. Найти спектр сигнала в виде бесконечной косинусоиды.
18. Определить ток и напряжение на активном сопротивлении, активную мощность в цепи.
R=10 Ом, C=320 мкФ.
19. Определить ток и напряжение на активном сопротивлении, активную мощность в цепи.
R=10 Ом, L=0.03 Гн.

20. Определить ток и напряжение на активном сопротивлении, активную мощность в цепи.
 $R=10 \text{ Ом}$, $L=0.03 \text{ Гн}$, $C=320 \text{ мкФ}$.
21. Определить ток и напряжение на активном сопротивлении, активную мощность в цепи.
 $R=10 \text{ Ом}$, $C=40 \text{ мкФ}$.
22. Сделать анализ переходных процессов в последовательном колебательном контуре.
23. Сделать анализ переходных процессов в RC-цепи (разряд конденсатора).
24. Сделать анализ переходных процессов в RC-цепи (заряд конденсатора).
25. Сделать анализ переходных процессов при замыкании RL-цепи.
26. Сделать анализ переходных процессов при включении питания в RL-цепи.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: теоретические основы расчета электрических цепей; — теоретические основы анализа прохождения сигналов через электрические цепи; — принципы работы аналоговой и цифровой радиоэлектронной аппаратуры, применяемой при геофизических исследованиях.	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умения: — применять знания о современных методах приема и регистрации геофизической информации;	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности не принципиального характера	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение использовать физико-математические расчеты.	Успешное умение использовать физико-математические расчеты применительно к геофизическим системам
Владения: способностью анализировать работу геофизической аппаратуры, способы ее	Навыки владения способностью отсутствуют	Фрагментарное владение методикой, наличие отдельных навыков	В целом сформированные способности анализа работы аппаратуры	Владение способностью анализировать работу геофизической аппаратуры, способы ее

правильного применения и настройки;				правильного применения и настройки;
-------------------------------------	--	--	--	-------------------------------------

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

1. Баскаков С. И. Радио/технические цепи и сигналы. М., Высшая школа, 2003.
2. Нефедов В.И. Основы радиоэлектроники. М., «Высшая школа», 2000.
3. Касаткин А.С., Немцов М.В. Электротехника. М., «Высшая школа», 2000.
4. Бобровников Л.З. Радиотехника и электроника. 3-е издание. М., Недра, 1981.-

дополнительная литература:

1. Гоноровский И. С. Радиотехнические цепи и сигналы. М., Сов. Радио, 1977.
2. Каяцкас А.А. Основы радиоэлектроники. М., Высшая школа, 1988.
3. Белецкий А.Ф. Теория линейных электрических цепей. М., Радио и связь, 1986.
4. Нейман Л.Р., Демирчан К.С. Теоретические основы электротехники, т.1, Л., Энергоиздат, 1981.
5. Харкевич А.А. Спектры и анализ. М., Физматгиз, 1962

.Б) Перечень лицензионного программного обеспечения пакеты программ Statistica; Microsoft Office Excel, Microsoft Office PowerPoint (при необходимости)

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (лицензионное программное обеспечение не требуется):

Д) Материально-технического обеспечение: - персональные компьютеры.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель (преподаватели) – Гайнанов В.Г.

11. Автор (авторы) программы – Гайнанов В.Г.