

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Минзарипов Р.Г.

_____ 20__ г.

Программа дисциплины

Радиофизика и радиоэлектроника С2.ДВ.1

Специальность: 011501.65 - Астрономия

Специализация: не предусмотрено

Квалификация выпускника: специалист

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Таюрская Г.В.

Рецензент(ы):

-

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Шерстюков О. Н.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No

Казань
2013

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Таюрская Г.В. Кафедра радиофизики Отделение радиофизики и информационных систем , Galina.Tajrsca@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины С2.ДВ.1. "Радиофизика и радиоэлектроника" являются: формирование у студентов систематизированных знаний, умений и навыков в области современной радиоэлектроники, знакомство с физическими процессами, протекающими в радиоэлектронных цепях, а также с физическими свойствами, характеристиками и параметрами полупроводниковых диодов, транзисторов и интегральных схем и их применений в аналоговых, импульсных и цифровых радиоэлектронных устройствах.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " С2.ДВ.1 Математический и естественнонаучный" основной образовательной программы 011501.65 Астрономия и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 4 семестр.

Цикл по выбору С2.ДВ.1. „Для освоения данной дисциплины необходимы знания, приобретенные в результате освоения предшествующих дисциплин: дифференциальные уравнения (Б2.Б.10); математический анализ (Б3.Б.1); электродинамика (Б3.Б.10).

Дисциплина С2.ДВ1 "Радиофизика и радиоэлектроника" входит в Математический и естественнонаучный цикл (блок С2) бакалавров по направлению 011501- "Астрономия" и является курсом по выбору. Для изучения данной дисциплины необходимы знания, приобретенные в результате освоения предшествующих дисциплин: дифференциальные уравнения (Б2.Б.10); математический анализ (Б3.Б.1); электродинамика (Б3.Б.10).

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-4 (профессиональные компетенции)	владением навыками самостоятельной работы, самостоятельно оценивать результаты своей деятельности; ПК-5 - способностью и готовностью самостоятельно или в составе группы вести научный поиск; специальные компетенции:

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- методы анализа электрических сигналов;
- физические свойства, характеристики и параметры полупроводниковых приборов;
- методы анализа и характеристики линейных и нелинейных электрических цепей;
- принципы работы, основные параметры и характеристики усилительных устройств на транзисторах и операционных усилителях;
- принципы функционирования импульсных и логических устройств.

2. должен уметь:

- анализировать вид и спектральный состав различных периодических и непериодических сигналов;

- грамотно читать электрические схемы и пользоваться электронной аппаратурой;
- оценивать степень воздействия электронных цепей на параметры и спектр сигнала,
- рассчитывать электрические схемы простых усилительных каскадов на транзисторах и операционных усилителях;
- анализировать работу простейших логических и импульсных устройств.

3. должен владеть:

- методами решения задач, связанных с необходимостью применения радиоэлектронных средств и методов в своей практической деятельности
 - навыками работы с простейшей измерительной аппаратурой
 - навыками работы с учебной и научной литературой.
-
- к решению задач, связанных с необходимостью применения радиоэлектронных средств и методов в своей практической деятельности
 - эксплуатировать современную радиоэлектронную аппаратуру и оборудование
 - работать с современными образовательными и информационными технологиями.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) 180 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 4 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	

1.	Тема 1. Введение. Сигналы. Спектральное представление периодических сигналов рядами Фурье. Непериодический сигнал. Прямое и обратное преобразование Фурье. Спектральная					
----	--	--	--	--	--	--

плотность. Некоторые свойства преобразования Фурье. Спектры непериодических функций.

4	1	2	0	0	домашнее задание
---	---	---	---	---	------------------

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Линейные цепи. Параметры цепи. Идеализированные пассивные и активные элементы. Простейшая цепь постоянного тока: последовательная эквивалентная схема генератора напряжения; последовательная эквивалентная схема генератора тока.	4	2	2	2	0	коллоквиум домашнее задание
3.	Тема 3. Линейные цепи при гармоническом воздействии. Символическая форма представления гармонического колебания, комплексные амплитуды напряжения и тока. Законы Ома и Кирхгофа для комплексных амплитуд. Элементарные цепи переменного тока. Эквивалентные схемы генератора гармонических колебаний. Согласование генератора с нагрузкой.	4	3	2	0	0	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
4.	Тема 4. Анализ линейных цепей при гармоническом воздействии. Метод контурных токов. Метод узловых потенциалов. Частотные характеристики. Двухполюсники и четырехполюсники. Дифференцирующие и интегрирующие цепи. Компенсированный делитель напряжения.	4	4	2	2	0	устный опрос домашнее задание
5.	Тема 5. Колебательные цепи при гармонических воздействиях. Последовательный колебательный контур. Входные и передаточные функции последовательного контура. Влияние внутреннего сопротивления генератора на избирательные свойства последовательного колебательного контура. Параллельный колебательный контур. Входные и передаточные функции параллельного контура. Влияние внутреннего сопротивления генератора на избирательные свойства параллельного колебательного контура. Сложные схемы колебательных контуров.	4	5	2	0	0	устный опрос домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
6.	Тема 6. Элементы общей теории четырехполюсников. Основные уравнения теории четырехполюсников. Системы матричных коэффициентов, Матрицы сложных четырехполюсников Применение общей теории четырехполюсников при расчете электрических цепей.	4	6	2	2	0	устный опрос домашнее задание
7.	Тема 7. Переходные процессы в электрических цепях с сосредоточенными параметрами. Основные понятия определения. Классический метод расчета переходных процессов. Временной метод, метод интеграла Дюамеля. Единичный импульс. Переходные характеристики цепей. Свободные колебания в контуре.	4	7	2	0	0	домашнее задание
8.	Тема 8. Энергетические диаграммы полупроводников. Образование электронно-дырочного перехода. Вольт-амперная характеристика электронно-дырочного перехода. Емкость электронно-дырочного перехода. Контакт металл-полупроводник. Полупроводниковые диоды. Основные типы диодов, их параметры и характеристики, применение.	4	8	2	2	0	тестирование контрольная работа

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
9.	Тема 9. Биполярный транзистор. Устройство и принцип действия биполярного транзистора. Способы включения и ВАХ биполярного транзистора. Физическая эквивалентная схема и дифференциальные параметры биполярного транзистора.	4	9	2	0	0	коллоквиум
10.	Тема 10. Полевые транзисторы. Классификация полевых транзисторов. Устройство и принцип действия полевого транзистора с управляющим p-n переходом. Статические характеристики и параметры транзистора. МДП-транзисторы.	4	10	2	0	4	тестирование устный опрос
11.	Тема 11. Основы микроэлектроники, интегральные схемы. Транзисторы полупроводниковых интегральных схем. Интегральные n-p-n транзисторы: многоэмиттерные и многоколлекторные транзисторы; супербета транзисторы: транзисторы с барьером Шоттки. Диоды в интегральном исполнении. Интегральные схемы на n-МОП-транзисторах. КМОП- структуры.	4	11	2	0	4	коллоквиум устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
12.	Тема 12. Усилительные устройства. Классификация усилителей. Параметры и характеристики усилителей, коэффициент усиления, частотные и нелинейные искажения, КПД, входное и выходное сопротивления, классы усиления, обеспечение выбора рабочей точки, шумы в усилителях. Классы усиления. Обратная связь и ее влияние на параметры усилителя.	4	12	2	0	4	тестирование устный опрос
13.	Тема 13. Апериодический усилитель. Эквивалентная схема, коэффициент усиления, причины завалов частотной характеристики. Усилители с отрицательной обратной связью. Сравнительная характеристика усилителей с различными схемами включения транзисторов.	4	13	2	0	4	тестирование устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
14.	Тема 14. Резонансные усилители, особенности схемного решения усилителя на биполярном транзисторе. Эмиттерный и истоковый повторители. Дифференциальный усилитель и его свойства. Операционный усилитель. Основные схемы включения операционных усилителей.	4	14	2	0	4	тестирование устный опрос
15.	Тема 15. Генерация электрических колебаний. Условие генерации, баланс фаз и амплитуд. Генераторы с использованием колебательного контура. RC-генераторы с цепочкой Вина и трехзвенной цепочкой. Мультивибратор.	4	15	0	0	4	коллоквиум отчет
16.	Тема 16. Нелинейные элементы, преобразование спектра гармонического сигнала. Умножение частоты. Преобразование частоты, комбинационные частоты. Модуляция, схемы амплитудной модуляции. Детектирование, схемы детектирования амплитудномодулированных сигналов.	4	16	0	0	4	домашнее задание отчет

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
17.	Тема 17. Основы цифровой электроники. Двоичная алгебра, логические функции, таблицы истинности, логические схемы, минимизация и реализация переключательных функций.	4	17	0	0	4	домашнее задание отчет
18.	Тема 18. Сумматоры, шифраторы и дешифраторы, мультиплексор и демultipлексор. Логические триггеры, их разновидности.	4	18	0	0	4	коллоквиум устный опрос
	Тема . Итоговая форма контроля	4		0	0	0	экзамен
	Итого			28	8	36	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Сигналы. Спектральное представление периодических сигналов рядами Фурье. Непериодический сигнал. Прямое и обратное преобразование Фурье. Спектральная плотность. Некоторые свойства преобразования Фурье. Спектры непериодических функций.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Введение. Сигналы. Спектральное представление периодических сигналов рядами Фурье. Непериодический сигнал. Прямое и обратное преобразование Фурье. Спектральная плотность. Некоторые свойства преобразования Фурье. Спектры непериодических функций.

Тема 2. Линейные цепи. Параметры цепи. Идеализированные пассивные и активные элементы. Простейшая цепь постоянного тока: последовательная эквивалентная схема генератора напряжения; последовательная эквивалентная схема генератора тока.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Линейные цепи. Параметры цепи. Идеализированные пассивные и активные элементы. Простейшая цепь постоянного тока: последовательная эквивалентная схема генератора напряжения; последовательная эквивалентная схема генератора тока.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Решение задач на спектральное представление сигналов

Тема 3. Линейные цепи при гармоническом воздействии. Символическая форма представления гармонического колебания, комплексные амплитуды напряжения и тока. Законы Ома и Кирхгофа для комплексных амплитуд. Элементарные цепи переменного тока. Эквивалентные схемы генератора гармонических колебаний. Согласование генератора с нагрузкой.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Линейные цепи при гармоническом воздействии. Символическая форма представления гармонического колебания, комплексные амплитуды напряжения и тока. Законы Ома и Кирхгофа для комплексных амплитуд. Элементарные цепи переменного тока. Эквивалентные схемы генератора гармонических колебаний. Согласование генератора с нагрузкой

Тема 4. Анализ линейных цепей при гармоническом воздействии. Метод контурных токов. Метод узловых потенциалов. Частотные характеристики. Двухполюсники и четырехполюсники. Дифференцирующие и интегрирующие цепи. Компенсированный делитель напряжения.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Анализ линейных цепей при гармоническом воздействии. Метод контурных токов. Метод узловых потенциалов. Частотные характеристики. Двухполюсники и четырехполюсники. Дифференцирующие и интегрирующие цепи. Компенсированный делитель напряжения.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Решение задач на применение символической формы представления гармонического колебания. Анализ линейных цепей (метод контурных токов и узловых потенциалов).

Тема 5. Колебательные цепи при гармонических воздействиях. Последовательный колебательный контур. Входные и передаточные функции последовательного контура. Влияние внутреннего сопротивления генератора на избирательные свойства последовательного колебательного контура. Параллельный колебательный контур. Входные и передаточные функции параллельного контура. Влияние внутреннего сопротивления генератора на избирательные свойства параллельного колебательного контура. Сложные схемы колебательных контуров.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Колебательные цепи при гармонических воздействиях. Последовательный колебательный контур. Входные и передаточные функции последовательного контура. Влияние внутреннего сопротивления генератора на избирательные свойства последовательного колебательного контура. Параллельный колебательный контур. Входные и передаточные функции параллельного контура. Влияние внутреннего сопротивления генератора на избирательные свойства параллельного колебательного контура. Сложные схемы колебательных контуров.

Тема 6. Элементы общей теории четырехполюсников. Основные уравнения теории четырехполюсников. Системы матричных коэффициентов, Матрицы сложных четырехполюсников Применение общей теории четырехполюсников при расчете электрических цепей.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Элементы общей теории четырехполюсников. Основные уравнения теории четырехполюсников. Системы матричных коэффициентов, Матрицы сложных четырехполюсников Применение общей теории четырехполюсников при расчете электрических цепей.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Решение задач (колебательные цепи при гармонических воздействиях)

Тема 7. Переходные процессы в электрических цепях с сосредоточенными параметрами. Основные понятия определения. Классический метод расчета переходных процессов. Временной метод, метод интеграла Дюамеля. Единичный импульс. Переходные характеристики цепей. Свободные колебания в контуре.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Элементы общей теории четырехполюсников. Основные уравнения теории четырехполюсников. Системы матричных коэффициентов, Матрицы сложных четырехполюсников Применение общей теории четырехполюсников при расчете электрических цепей.

Тема 8. Энергетические диаграммы полупроводников. Образование электронно-дырочного перехода. Вольт-амперная характеристика электронно-дырочного перехода. Емкость электронно-дырочного перехода. Контакт металл-полупроводник. Полупроводниковые диоды. Основные типы диодов, их параметры и характеристики, применение.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Энергетические диаграммы полупроводников. Образование электронно-дырочного перехода. Вольт-амперная характеристика электронно-дырочного перехода. Емкость электронно-дырочного перехода. Контакт металл-полупроводник. Полупроводниковые диоды. Основные типы диодов, их параметры и характеристики, применение.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Решение задач (Применение общей теории четырехполюсников при расчете электрических цепей. Переходные процессы в электрических цепях)

Тема 9. Биполярный транзистор. Устройство и принцип действия биполярного транзистора. Способы включения и ВАХ биполярного транзистора. Физическая эквивалентная схема и дифференциальные параметры биполярного транзистора.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Биполярный транзистор. Устройство и принцип действия биполярного транзистора. Способы включения и ВАХ биполярного транзистора. Физическая эквивалентная схема и дифференциальные параметры биполярного транзистора.

Тема 10. Полевые транзисторы. Классификация полевых транзисторов. Устройство и принцип действия полевого транзистора с управляющим р-п переходом. Статические характеристики и параметры транзистора. МДП-транзисторы.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Полевые транзисторы. Классификация полевых транзисторов. Устройство и принцип действия полевого транзистора с управляющим р-п переходом. Статические характеристики и параметры транзистора. МДП-транзисторы.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Дифференцирующие и интегрирующие цепи

Тема 11. Основы микроэлектроники, интегральные схемы. Транзисторы полупроводниковых интегральных схем. Интегральные п-р-п транзисторы: многоэмиттерные и многоколлекторные транзисторы; супербета транзисторы: транзисторы с барьером Шоттки. Диоды в интегральном исполнении. Интегральные схемы на п-МОП-транзисторах. КМОП- структуры.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Основы микроэлектроники, интегральные схемы. Транзисторы полупроводниковых интегральных схем. Интегральные п-р-п транзисторы: многоэмиттерные и многоколлекторные транзисторы; супербета транзисторы: транзисторы с барьером Шоттки. Диоды в интегральном исполнении. Интегральные схемы на п-МОП-транзисторах. КМОП- структуры.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Последовательный колебательный контур

Тема 12. Усилительные устройства. Классификация усилителей. Параметры и характеристики усилителей, коэффициент усиления, частотные и нелинейные искажения, КПД, входное и выходное сопротивления, классы усиления, обеспечение выбора рабочей точки, шумы в усилителях. Классы усиления. Обратная связь и ее влияние на параметры усилителя.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Усилительные устройства. Классификация усилителей. Параметры и характеристики усилителей, коэффициент усиления, частотные и нелинейные искажения, КПД, входное и выходное сопротивления, классы усиления, обеспечение выбора рабочей точки, шумы в усилителях. Классы усиления. Обратная связь и ее влияние на параметры усилителя. Аперриодический усилитель. Эквивалентная схема, коэффициент усиления, причины завалов частотной характеристики. Усилители с отрицательной обратной связью.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Параллельный колебательный контур.

Тема 13. Аперриодический усилитель. Эквивалентная схема, коэффициент усиления, причины завалов частотной характеристики. Усилители с отрицательной обратной связью. Сравнительная характеристика усилителей с различными схемами включения транзисторов.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Апериодический усилитель. Эквивалентная схема, коэффициент усиления, причины завалов частотной характеристики. Усилители с отрицательной обратной связью. Резонансные усилители, Дифференциальный усилитель и его свойства. Операционный усилитель. Основные схемы включения операционных усилителей. Генерация электрических колебаний. Условие генерации, баланс фаз и амплитуд.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Усилитель низкой частоты

Тема 14. Резонансные усилители, особенности схемного решения усилителя на биполярном транзисторе. Эмиттерный и истоковый повторители. Дифференциальный усилитель и его свойства. Операционный усилитель. Основные схемы включения операционных усилителей.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Нелинейные элементы, преобразование спектра гармонического сигнала. Модуляция. Детектирование, схемы детектирования амплитудно-модулированных сигналов. Основы цифровой электроники. Двоичная алгебра, Сумматоры, шифраторы и дешифраторы, Логические триггеры, их разновидности.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Резонансные усилители.

Тема 15. Генерация электрических колебаний. Условие генерации, баланс фаз и амплитуд. Генераторы с использованием колебательного контура. RC-генераторы с цепочкой Вина и трехзвенной цепочкой. Мультивибратор.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Амплитудная модуляция, схемы амплитудной модуляции.

Тема 16. Нелинейные элементы, преобразование спектра гармонического сигнала. Умножение частоты. Преобразование частоты, комбинационные частоты. Модуляция, схемы амплитудной модуляции. Детектирование, схемы детектирования амплитудномодулированных сигналов.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Детектирование, схемы детектирования амплитудно-модулированных сигналов.

Тема 17. Основы цифровой электроники. Двоичная алгебра, логические функции, таблицы истинности, логические схемы, минимизация и реализация переключательных функций.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Транзисторные ключи. Разновидности транзисторных ключей

Тема 18. Сумматоры, шифраторы и дешифраторы, мультиплексор и демultipлексор. Логические триггеры, их разновидности.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Триггерные схемы, их разновидности

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Введение. Сигналы. Спектральное представление периодических сигналов рядами Фурье. Непериодический сигнал. Прямое и обратное преобразование Фурье. Спектральная плотность. Некоторые свойства преобразования Фурье. Спектры непериодических функций.	4	1	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
2.	Тема 2. Линейные цепи. Параметры цепи. Идеализированные пассивные и активные элементы. Простейшая цепь постоянного тока: последовательная эквивалентная схема генератора напряжения; последовательная эквивалентная схема генератора тока.	4	2	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
				подготовка к коллоквиуму	2	коллоквиум

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Линейные цепи при гармоническом воздействии. Символическая форма представления гармонического колебания, комплексные амплитуды напряжения и тока. Законы Ома и Кирхгофа для комплексных амплитуд. Элементарные цепи переменного тока. Эквивалентные схемы генератора гармонических колебаний. Согласование генератора с нагрузкой.	4	3	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
4.	Тема 4. Анализ линейных цепей при гармоническом воздействии. Метод контурных токов. Метод узловых потенциалов. Частотные характеристики. Двухполюсники и четырехполюсники. Дифференцирующие и интегрирующие цепи. Компенсированный делитель напряжения.	4	4	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
5.	Тема 5. Колебательные цепи при гармонических воздействиях. Последовательный колебательный контур. Входные и передаточные функции последовательного контура. Влияние внутреннего сопротивления генератора на избирательные свойства последовательного колебательного контура. Параллельный колебательный контур. Входные и передаточные функции параллельного контура. Влияние внутреннего сопротивления генератора на избирательные свойства параллельного колебательного контура. Сложные схемы колебательных контуров.	4	5	подготовка домашнего задания	1	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	1	устный опрос
6.	Тема 6. Элементы общей теории четырехполюсников. Основные уравнения теории четырехполюсников. Системы матричных коэффициентов, Матрицы сложных четырехполюсников Применение общей теории четырехполюсников при расчете электрических цепей.	4	6	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
7.	Тема 7. Переходные процессы в электрических цепях с сосредоточенными параметрами. Основные понятия определения. Классический метод расчета переходных процессов. Временной метод, метод интеграла Дюамеля. Единичный импульс. Переходные характеристики цепей. Свободные колебания в контуре.	4	7	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
8.	Тема 8. Энергетические диаграммы полупроводников. Образование электронно-дырочного перехода. Вольт-амперная характеристика электронно-дырочного перехода. Емкость электронно-дырочного перехода. Контакт металл-полупроводник. Полупроводниковые диоды. Основные типы диодов, их параметры и характеристики, применение.	4	8	подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
	подготовка к тестированию			2	тестирование	
9.	Тема 9. Биполярный транзистор. Устройство и принцип действия биполярного транзистора. Способы включения и ВАХ биполярного транзистора. Физическая эквивалентная схема и дифференциальные параметры биполярного транзистора.	4	9	подготовка к коллоквиуму	2	коллоквиум

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
10.	Тема 10. Полевые транзисторы. Классификация полевых транзисторов. Устройство и принцип действия полевого транзистора с управляющим р-п переходом. Статические характеристики и параметры транзистора. МДП-транзисторы.	4	10	подготовка к тестированию	3	тестирование
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
11.	Тема 11. Основы микроэлектроники, интегральные схемы. Транзисторы полупроводниковых интегральных схем. Интегральные n-p-n транзисторы: многоэмиттерные и многоколлекторные транзисторы; супербета транзисторы: транзисторы с барьером Шоттки. Диоды в интегральном исполнении. Интегральные схемы на n-МОП-транзисторах. КМОП- структуры.	4	11	подготовка к коллоквиуму	3	коллоквиум
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
12.	Тема 12. Усилительные устройства. Классификация усилителей. Параметры и характеристики усилителей, коэффициент усиления, частотные и нелинейные искажения, КПД, входное и выходное сопротивления, классы усиления, обеспечение выбора рабочей точки, шумы в усилителях. Классы усиления. Обратная связь и ее влияние на параметры усилителя.	4	12	подготовка к тестированию	3	тестирование
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
13.	Тема 13. Апериодический усилитель. Эквивалентная схема, коэффициент усиления, причины завалов частотной характеристики. Усилители с отрицательной обратной связью. Сравнительная характеристика усилителей с различными схемами включения транзисторов.	4	13	подготовка к тестированию	3	тестирование
				подготовка к устному опросу	3	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
14.	Тема 14. Резонансные усилители, особенности схемного решения усилителя на биполярном транзисторе. Эмиттерный и истоковый повторители. Дифференциальный усилитель и его свойства. Операционный усилитель. Основные схемы включения операционных усилителей.	4	14	подготовка к тестированию	3	тестирование
				подготовка к устному опросу	3	устный опрос
15.	Тема 15. Генерация электрических колебаний. Условие генерации, баланс фаз и амплитуд. Генераторы с использованием колебательного контура. RC-генераторы с цепочкой Вина и трехзвенной цепочкой. Мультивибратор.	4	15	подготовка к коллоквиуму	2	коллоквиум
				подготовка к отчету	2	отчет
16.	Тема 16. Нелинейные элементы, преобразование спектра гармонического сигнала. Умножение частоты. Преобразование частоты, комбинационные частоты. Модуляция, схемы амплитудной модуляции. Детектирование, схемы детектирования амплитудномодулированных сигналов.	4	16	подготовка домашнего задания	3	домашнее задание
				подготовка к отчету	2	отчет

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
17.	Тема 17. Основы цифровой электроники. Двоичная алгебра, логические функции, таблицы истинности, логические схемы, минимизация и реализация переключательных функций.	4	17	подготовка домашнего задания	3	домашнее задание
				подготовка к отчету	2	отчет
18.	Тема 18. Сумматоры, шифраторы и дешифраторы, мультиплексор и демультимплексор. Логические триггеры, их разновидности.	4	18	подготовка к коллоквиуму	3	коллоквиум
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
	Итого				72	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Используются следующие формы учебной работы: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента (выполнение индивидуальных домашних заданий), консультации.

Материалы курса лекций, список контрольных работ, задания для самостоятельной работы имеются в электронном варианте.

Консультации проводятся в обозначенное в расписании время и в режиме "online".

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

Тема 1. Введение. Сигналы. Спектральное представление периодических сигналов рядами Фурье. Непериодический сигнал. Прямое и обратное преобразование Фурье. Спектральная плотность. Некоторые свойства преобразования Фурье. Спектры непериодических функций.

домашнее задание, примерные вопросы:

Ответить на вопросы: . Для каких целей в радиоэлектронике применяют спектральное представление сигналов? Какие классы радиотехнических сигналов можно представить рядами Фурье? Какие формы ряда Фурье применяются в теории сигналов?

Тема 2. Линейные цепи. Параметры цепи. Идеализированные пассивные и активные элементы. Простейшая цепь постоянного тока: последовательная эквивалентная схема генератора напряжения; последовательная эквивалентная схема генератора тока.

домашнее задание, примерные вопросы:

Задано напряжение сигнала в виде (математическое описание сигнала задается в виде временной функции). Найти спектральную плотность и построить зависимость от частоты модуля спектральной плотности. Получить формулу для расчета амплитуд гармоник периодической последовательности таких сигналов.

коллоквиум, примерные вопросы:

Ответить на вопросы: Как математически связаны между собой прямое и обратное преобразование Фурье? Вследствие чего при спектральном представлении сигналов возникает понятие отрицательной частоты? Почему для получения спектрального представления непериодических сигналов используется прямое преобразование Фурье, а не разложение их в ряд Фурье? Как связаны между собой спектры одиночного импульса и периодической последовательности таких импульсов?

Тема 3. Линейные цепи при гармоническом воздействии. Символическая форма представления гармонического колебания, комплексные амплитуды напряжения и тока. Законы Ома и Кирхгофа для комплексных амплитуд. Элементарные цепи переменного тока. Эквивалентные схемы генератора гармонических колебаний. Согласование генератора с нагрузкой.

домашнее задание , примерные вопросы:

Используя эквивалентную схему генератора напряжения, перейти к эквивалентной схеме генератора тока. Получить условия, при которых генераторы напряжения и тока будут идеальными. Методом эквивалентного генератора напряжения найти ток в одной из ветвей линейной схемы (схема предлагается).

Тема 4. Анализ линейных цепей при гармоническом воздействии. Метод контурных токов. Метод узловых потенциалов. Частотные характеристики. Двухполюсники и четырехполюсники. Дифференцирующие и интегрирующие цепи. Компенсированный делитель напряжения.

домашнее задание , примерные вопросы:

устный опрос , примерные вопросы:

Ответить на вопросы: 1) Что такое символическая форма представления гармонического колебания?; 2) Как записать мгновенное значение напряжения, зная выражение для мгновенного комплекса? 3) Рассмотреть свойства элементарной цепи переменного тока, используя символический метод (элементарная цепь предлагается).

Тема 5. Колебательные цепи при гармонических воздействиях. Последовательный колебательный контур. Входные и передаточные функции последовательного контура. Влияние внутреннего сопротивления генератора на избирательные свойства последовательного колебательного контура. Параллельный колебательный контур. Входные и передаточные функции параллельного контура. Влияние внутреннего сопротивления генератора на избирательные свойства параллельного колебательного контура. Сложные схемы колебательных контуров.

домашнее задание , примерные вопросы:

Задаются параметры контура. Найти резонансную частоту, резонансное сопротивление, полосу пропускания, добротность, активную и реактивную составляющие сопротивления. Оценить влияние генератора на свойства параметров контура. (тип контура задается).

устный опрос , примерные вопросы:

Ответить на вопросы: 1) Что такое сложные колебательные контуры, их разновидности, их разновидности? 1) Получить выражения для расчета резонансной частоты и резонансного сопротивления для каждой разновидности контура.

Тема 6. Элементы общей теории четырехполюсников. Основные уравнения теории четырехполюсников. Системы матричных коэффициентов, Матрицы сложных четырехполюсников Применение общей теории четырехполюсников при расчете электрических цепей.

домашнее задание , примерные вопросы:

Применить теорию четырехполюсников для расчета электрической цепи (цепь предлагается).

устный опрос , примерные вопросы:

Записать основные уравнения для четырехполюсников и определить физический смысл коэффициентов четырехполюсников. 2. Способы соединения четырехполюсников.

Тема 7. Переходные процессы в электрических цепях с сосредоточенными параметрами. Основные понятия определения. Классический метод расчета переходных процессов. Временной метод, метод интеграла Дюамеля. Единичный импульс. Переходные характеристики цепей. Свободные колебания в контуре.

домашнее задание , примерные вопросы:

1. Задается электрическая цепь, которая включается на постоянное напряжение. Найти выражения всех токов и напряжения на реактивных элементах. Построить кривые токов и напряжений. 2. Найти и построить переходные характеристики для дифференцирующей и интегрирующей цепи.

Тема 8. Энергетические диаграммы полупроводников. Образование электронно-дырочного перехода. Вольт-амперная характеристика электронно-дырочного перехода. Емкость электронно-дырочного перехода. Контакт металл-полупроводник. Полупроводниковые диоды. Основные типы диодов, их параметры и характеристики, применение.

контрольная работа , примерные вопросы:

Предлагаются 3 задачи: 1) Эквивалентные схемы генераторов напряжения и токов; 2) метод контурных токов и узловых напряжений; 3) теория четырехплюсников или переходные процессы.

тестирование , примерные вопросы:

Известно, что собственная концентрация для Si $n_i=2 \cdot 10^{10} \text{см}^{-3}$, для Ge $n_i=2 \cdot 10^{13} \text{см}^{-3}$, то тепловой ток у кремниевых диодов 1) меньше, чем у германиевых диодов; 2) больше, чем у германиевых диодов; 3) тепловой ток не зависит от собственной концентрации. 4) тепловые токи одинаковые.

Тема 9. Биполярный транзистор. Устройство и принцип действия биполярного транзистора. Способы включения и ВАХ биполярного транзистора. Физическая эквивалентная схема и дифференциальные параметры биполярного транзистора.

коллоквиум , примерные вопросы:

Устройство и принцип действия биполярного транзистора. Математическая модель транзистора. Построение эквивалентных схем транзистора по постоянному и переменному току с использованием математической модели транзистора.

Тема 10. Полевые транзисторы. Классификация полевых транзисторов. Устройство и принцип действия полевого транзистора с управляющим p-n переходом. Статические характеристики и параметры транзистора. МДП-транзисторы.

тестирование , примерные вопросы:

Полевыми транзисторами называют такие транзисторы, работа которых 1) основана на использовании как основных, так и неосновных носителей заряда; основным механизмом движения носителей является диффузия; 2) основана на использовании носителей заряда одного знака; основным механизмом движения носителей является диффузия; 3) основана на использовании как основных, так и неосновных носителей заряда; основным механизмом движения носителей является дрейф; 5) основана на использовании носителей заряда одного знака; основным механизмом движения носителей является дрейф.

устный опрос , примерные вопросы:

Ответить на вопросы: 1) классификация полевых транзисторов; 2) принцип действия полевого транзистора с управляющим p-n переходом; 3) основные характеристики и параметры полевого транзистора.

Тема 11. Основы микроэлектроники, интегральные схемы. Транзисторы полупроводниковых интегральных схем. Интегральные n-p-n транзисторы: многоэмиттерные и многоколлекторные транзисторы; супербета транзисторы: транзисторы с барьером Шоттки. Диоды в интегральном исполнении. Интегральные схемы на n-МОП-транзисторах. КМОП- структуры.

коллоквиум , примерные вопросы:

Основные вопросы: 1) Определение интегральных схем 2) Особенности интегральных n-p-n транзисторы: многоэмиттерные и многоколлекторные транзисторы; супербета транзисторы: транзисторы с барьером Шоттки. 3) Диоды в интегральном исполнении. 4) Интегральные схемы на n-МОП-транзисторах. КМОП- структуры.

устный опрос , примерные вопросы:

Полевой МДП-транзистор, принцип действия и основные характеристики и параметры.

Тема 12. Усилительные устройства. Классификация усилителей. Параметры и характеристики усилителей, коэффициент усиления, частотные и нелинейные искажения, КПД, входное и выходное сопротивления, классы усиления, обеспечение выбора рабочей точки, шумы в усилителях. Классы усиления. Обратная связь и ее влияние на параметры усилителя.

тестирование , примерные вопросы:

Амплитудная характеристика усилителя позволяет : 1) оценить динамический диапазон входных сигналов усилителя 2) оценить уровень собственных шумов усилителя 3) оценить коэффициент усиления по току

устный опрос , примерные вопросы:

1.Что такое электронный усилитель, почему в электронном усилителе происходит усиление мощности? Какие показатели характеризуют работу усилителя? По каким признакам классифицируют усилители? В каких случаях в усилителе возникают линейные и нелинейные искажения? В каких случаях усилитель можно представить линейным четырехполюсником?

Тема 13. Аperiodический усилитель. Эквивалентная схема, коэффициент усиления, причины завалов частотной характеристики. Усилители с отрицательной обратной связью. Сравнительная характеристика усилителей с различными схемами включения транзисторов.

тестирование , примерные вопросы:

Амплитудно-частотная характеристика усилителя на высоких частотах зависит? 1) от емкости разделительного конденсатора на входе БТ 2) от емкости выходного конденсатора на выходе БТ 3) от емкости база-эмиттер 4) от емкости коллектора 5) от емкости в цепи эмиттера.

устный опрос , примерные вопросы:

Назвать виды обратной связи. Для каких целей применяются обратные связи в усилителях. Как влияет обратная связь на коэффициент усиления, входное и выходное сопротивление усилителя?

Тема 14. Резонансные усилители, особенности схемного решения усилителя на биполярном транзисторе. Эмиттерный и истоковый повторители. Дифференциальный усилитель и его свойства. Операционный усилитель. Основные схемы включения операционных усилителей.

тестирование , примерные вопросы:

Дрейф нуля у дифференциального усилителя отсутствует при условии? 1) полной симметрии плеч; 2) отсутствия входного напряжения ; 3) равенства коллекторных токов; 4) равенства коллекторных напряжений; 5) отсутствия R_{Σ} .

устный опрос , примерные вопросы:

Чем отличается принципиальная схема резонансного усилителя от аperiodической? Зачем в резонансном усилителе применяется неполное включение контура к транзисторам? Как выбрать коэффициенты контура к транзисторам? Как найти коэффициент усиления и полосу пропускания резонансного усилителя?

Тема 15. Генерация электрических колебаний. Условие генерации, баланс фаз и амплитуд. Генераторы с использованием колебательного контура. RC-генераторы с цепочкой Вина и трехзвенной цепочкой. Мультивибратор.

коллоквиум , примерные вопросы:

Ответить на вопросы: Что представляет собой дифференциальный каскад. Перечислить его основные свойства. Представить схему дифференциального усилителя и объяснить принцип его действия. Как реагирует ДК синфазный и противофазный сигналы? Дать определение операционного усилителя. Какими свойствами должен обладать идеальный операционный усилитель? Представить и определить параметры функциональных схем включения ОУ. Привести примеры схем, основанные на инвертирующем включении и на неинвертирующем включении ОУ.

отчет , примерные вопросы:

Представить и объяснить результаты выполнения лабораторной работы.

Тема 16. Нелинейные элементы, преобразование спектра гармонического сигнала. Умножение частоты. Преобразование частоты, комбинационные частоты. Модуляция, схемы амплитудной модуляции. Детектирование, схемы детектирования амплитудномодулированных сигналов.

домашнее задание , примерные вопросы:

1. В чем заключается физический процесс модуляции несущего колебания. Записать аналитическое выражение радиосигнала с амплитудной модуляцией. Какой вид имеет спектр АМ-сигнала при модуляции одним тоном и сложным сигналом. На чем основан принцип работы простейшего амплитудного модулятора? Привести пример схемы простейшего амплитудного модулятора 2. Описать схему линейного АМ-детектора и от чего зависит его коэффициент передачи. В чем состоит отличие линейного и квадратичного детектирования АМ-сигналов?

отчет , примерные вопросы:

Представить и объяснить результаты выполнения лабораторной работы.

Тема 17. Основы цифровой электроники. Двоичная алгебра, логические функции, таблицы истинности, логические схемы, минимизация и реализация переключательных функций.

домашнее задание , примерные вопросы:

К каким устройствам относятся автоколебательные системы и для чего они предназначаются? 2) В чем состоит основное отличие автогенераторов гармонических и релаксационных колебаний? 3) Чем отличаются условия самовозбуждения автогенератора от условий его стационарного режима?

отчет , примерные вопросы:

Представить и объяснить результаты выполнения лабораторной работы.

Тема 18. Сумматоры, шифраторы и дешифраторы, мультиплексор и демультиплексор. Логические триггеры, их разновидности.

коллоквиум , примерные вопросы:

Ответить на вопросы: 1) Какие радиотехнические цепи относятся к нелинейным? Для чего используют аппроксимацию характеристик нелинейных элементов? Какие виды аппроксимации характеристик нелинейных элементов используются в радиоэлектронике? В каких случаях удобнее применять степенную или кусочно-линейную аппроксимацию? 2) В чем заключается физический процесс модуляции несущего колебания. Записать аналитическое выражение радиосигнала с амплитудной модуляцией. 3) Какой вид имеет спектр АМ-сигнала при модуляции одним тоном и сложным сигналом?

устный опрос , примерные вопросы:

Изобразить простейшие реализации логических схем ИЛИ, И, НЕ, ИЛИ-НЕ, И-НЕ и пояснить их принцип действия. Представить их таблицы истинности. 1) Построить на логических элементах схему одноразрядного комбинационного сумматора; 2) Объяснить принцип действия мультиплексора и демультиплексора; 3) Изобразить схему логического триггера и пояснить принцип действия его.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

БИЛЕТЫ К ЭКЗАМЕНАМ

№1.

1. Сигналы, спектры периодических сигналов, аperiodический сигнал, спектральная функция.

2. Электронно-дырочные переходы. Полупроводниковые диоды, их параметры и характеристики,

№2.

1. Символическая форма представления гармонического колебания, комплексные амплитуды напряжения и тока, закон Ома в комплексной форме.

2. Полупроводниковые диоды, особенности последовательного и параллельного соединения диодов, их разновидности, применение.

№3.

1. Усилители. Параметры и характеристики усилителей, коэффициент усиления, входное и выходное сопротивление, линейные и нелинейные искажения.

2. Сложный параллельный контур, условия резонанса, контур с неполным включением, применение.

№4.

1. Переходные процессы. Единичная функция, переходные характеристики, интеграл Дюамеля.

2. Усилитель напряжения низкой частоты на биполярном транзисторе, эквивалентная схема, коэффициент усиления, причины завалов частотной характеристики.

7.1. Основная литература:

1. Нефедов В.И. Основы радиоэлектроники и связи. -М.; Высш. шк., 2002.- 510с.
2. Першин В. Т. Основы радиоэлектроники. Минск Высшая школа 2006 г. 399 стр.
3. Новиков Ю. Н. Электротехника и электроника. Теория цепей и сигналов. Серия "учебное пособие" 2005г. 384 стр. Из-во "Питер".
4. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. М. : Высшая школа 2005.
5. Гоноровский И. С. Радиотехнические цепи и сигналы.: Учебное пособие для вузов. Изд. 5-е, Высшее образование 2006 г 720стр.
6. Стешенко О.А. Радиотехнические цепи и сигналы. Из-во Высшая школа 2007 г 432с.

7.2. Дополнительная литература:

1. Манаев Е.И. Основы радиоэлектроники. М.: Радио и связь, 1995.
2. Аваев Н.А., Шишкин Г.Г. Электронные приборы: Учебник для вузов/ Под. ред. Проф. Г.Г. Шишкина - М. Изд-во МАИ, 1996.-544с.
3. Лосев А.К., Зиemenis Ю.М. Задачник по теории линейных электрических цепей: Учебное пособие для вузов.- М.: Высш. шк., 1989 -270с
4. Шебес М.Р. Задачник по теории линейных электрических цепей. - М.: Высшая школа. 1982

7.3. Интернет-ресурсы:

- Нефедов В.И., Сигов А.С. Основы радиоэлектроники и связи. - Учеб. пособие 2009 год. 735 стр. djvu. 11.7 Мб.
- Стешенко О.А. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть I - ISBN:5-7339-0232-9 Издательство: МИРЭА Язык: русский Год: 2000 Формат: djvu Размер: 3.2 Мб Страницы: 148
- Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы - Издательство: Высшая школа Год: 2000 Страниц: 462 ISBN: 5-06-003843-2 Формат: DjVu Размер: 5.8 Мб
- И.С. Гоноровский Радиотехнические цепи и сигналы - Учеб. пособие: djvu Размер: 4.91 Mb
- Першин В. Т. Основы радиоэлектроники - Учеб. пособие 2006 год. 399 стр. PDF. 14.5 Мб.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Освоение дисциплины "Радиофизика и радиоэлектроника" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по специальности: 011501.65 "Астрономия" и специализации не предусмотрено .

Автор(ы):

Таюрская Г.В. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

"__" _____ 201__ г.

Лист согласования

N	ФИО	Согласование
1	Шерстюков О. Н.	
2	Сахибуллин Н. А.	
3	Таюрский Д. А.	
4	Чижанова Е. А.	
5	Соколова Е. А.	
6	Тимофеева О. А.	