Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»
Кафедра радиофизики и радиоэлектроники

УТВЕРЖДАЮ
Декан _____ Буднев Н.М.
«22» апреля 2020 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Наименование дисциплины (модуля) Б1.Б.14.06 Радиотехнические цепи и сигналы

Направление подготовки 03.03.03 «Радиофизика»

Тип образовательной программы академический бакалавриат

Направленность (профиль) подготовки Радиоэлектронные устройства, методы обработки сигналов и автоматизации

Квалификация выпускника - бакалавр

Форма обучения очная

Согласовано с УМК физического факультета

Протокол № 25 от «21» апреля 2020 г.
Председатель _____ Буднев Н.М.

Рекомендовано кафедрой радиофизики и радиоэлектроники:

Протокол № 8
От «20» марта 2020 г.
И.О.Зав. кафедрой _____ Колесник С.Н.

Иркутск 2020 г.

Содержание

стр.

1. Цели и задачи дисциплины (модуля): 3

2. Место дисциплины в структуре ОПОП: 3

3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля): 3

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы 4

5. Содержание дисциплины (модуля).....5

5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля).....5

5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами 6

5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий 6

6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ 6

6.1. План самостоятельной работы студентов 7

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.....7

7. Примерная тематика курсовых работ (проектов).....9

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля): 9

а) основная литература.....9

б) дополнительная литература.....9

в) программное обеспечение 9

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы 9

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля): 9

10. Образовательные технологии:.....10

11. Оценочные средства (ОС): 10

11.1. Оценочные средства для входного контроля. 10

11.2. Оценочные средства текущего контроля.....10

11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации (в форме экзамена).....11

Приложение 1. Примерные задания для контрольного опроса 14

Приложение 2. Задания для практического занятия. Контрольные вопросы к зачету по лабораторному практикуму РТЦС.....18

Приложение 3. Примерные разноуровневые задания к практическим занятиям 20

1. Цели и задачи дисциплины (модуля):

Дисциплина «Радиотехнические цепи и сигналы» отличается обилием новых понятий и математических методов, овладение которыми необходимо для освоения последующих радиотехнических дисциплин.

Цели и задачи дисциплины состоят в овладении обучающимися методами анализа трансформации произвольного сигнала при прохождении его по линейным и нелинейным цепям, принципами использования нелинейных преобразований сигнала в современной радиосвязи, генерации различных видов сигнала,

Цель курса состоит в изучении основ теории линейных цепей работающих с сигналами произвольной формы, принципов спектрального анализа сигналов и анализа переходных процессов, свойств нелинейных цепей и использования нелинейных преобразований, а также генерации различных сигналов. Рассматриваются перспективы развития передачи сигналов в аналоговой и цифровой форме, формулируются задачи современных направлений данной области науки и техники.

Задачи курса – ознакомить студентов с методами спектрального анализа сигналов и анализа переходных процессов. Рассмотреть принципы и возможности нелинейных преобразований. Проанализировать условия генерации радиотехнических сигналов. Сравнить аналоговый и цифровой (кодовый) методы радиосвязи.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Дисциплина «Радиотехнические цепи и сигналы» входит в базовую часть общего цикла ОПОП. Для изучения дисциплины необходимы базовые знания по следующим предметам: «Основы радиоэлектроники», «Общая физика», раздел «Электричество», а также хорошая математическая подготовка, знание «Теории функции комплексной переменной», «Интегральные преобразования», «Дифференциальные уравнения»

Полученные знания используются при изучении курсов «Цифровые системы передачи информации», «Теория передачи сигналов», «Цифровая обработка сигналов» и ряда курсов по специализации.

3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих профессиональных компетенций:

- способность к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способностью самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии (ОПК-2);
- способностью использовать основные методы радиофизических измерений (ПК-2);
- владение компьютером на уровне опытного пользователя, применению информационных технологий (ПК-3).

В результате изучения дисциплины бакалавр должен:

Знать:

Индекс компетенции	Образовательный результат
ОПК-1	Принципы спектрального анализа сигналов
	Методы преобразование сигнала в цепях
	Связь между спектральными и временными характеристиками сигналов и цепей
ПК-2	Принципы работы радиоэлектронной аналоговой и цифровой аппаратуры

	Методы измерений электрических величин
ПК-3	Методы автоматизации физических измерений

Уметь:

Индекс компетенции	Образовательный результат
ОПК-1	Использовать спектральный анализ сигналов
	Проектировать цепи с заданным АЧХ
	Использовать методы преобразование сигналов в цепях
ОПК-2	Искать и получать новые знания из области радиотехнических цепей и сигналов
ПК-2	Использовать радиоэлектронную аппаратуру по назначению
ПК-3	Использовать программные приложения для автоматизации измерений
ПК-3	Представлять полученные результаты в графическом виде

Владеть:

Индекс компетенции	Образовательный результат
ОПК-1	Аппаратом преобразования Фурье и Лапласа
	Методами синтеза линейных аналоговых цепей
	Программами синтеза и анализа цепей (симуляторы)
ПК-2	Методами измерений электрических величин
ПК-3	Методами автоматизации физических измерений

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Вид учебной работы	**Всего часов / зачетных единиц**	**Семестры**			
		5			
Аудиторные занятия (всего)	74/2,05	74/2,05			
Из них объем занятий с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий	-	-	-	-	-
В том числе:	-	-	-	-	-
Лекции	18/0,5	18/0,5			
Практические занятия (ПЗ)	18/0,5	18/0,5			
Семинары (С)					
Лабораторные работы (ЛР)	18/0,5	18/0,5			
Контроль самостоятельной работы (КСР)	20/0,55	20/0,55			
Самостоятельная работа (всего)	7/0,2	7/0,2			
В том числе:	-	-	-	-	-
Расчетно-графические работы					
Другие виды самостоятельной работы	7/0,2	7/0,2			
Вид промежуточной аттестации (*экзамен*)	27/0,75	27/0,75			
Контактная работа (всего)	75/2,08	75/2,08			
Общая трудоемкость часы	108	108			
зачетные единицы	3	3			

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)

Раздел 1. Спектральные представления сигналов

1.1 Периодические сигналы и ряды Фурье
1.2. Спектральный анализ непериодических сигналов. Преобразование Фурье
1.3. Основные свойства преобразования Фурье
1.4. Спектральные плотности неинтегрируемых сигналов
1.5. Преобразование Лапласа

Раздел 2. Энергетические спектры сигналов. Принципы корреляционного анализа

2.1. Взаимная спектральная плотность сигналов. Энергетический спектр
2.2. Спектральный анализ непериодических сигналов. Преобразование Фурье
2.3. Корреляционный анализ сигналов
2.4. Автокорреляционная функция дискретного сигнала
2.5. Взаимокорреляционная функция двух сигналов

Раздел 3. Модулированные сигналы

3.1. Сигналы с амплитудной модуляцией
3.2 Сигналы с угловой модуляцией
3.3 Сигналы с внутриимпульсной частотной модуляцией

Раздел 4. Сигналы с ограниченным спектром

4.1. Взаимная спектральная плотность сигналов. Энергетический спектр
4.2. Некоторые математические модели сигналов с ограниченным спектром
4.3. Теорема Котельникова
4.4. Узкополосные сигналы
4.5. Аналитический сигнал и преобразование Гильберта

Раздел 5. Воздействие детерминированных сигналов на линейные стационарные системы

5.1. Импульсные, переходные и частотные характеристики линейных стационарных систем
5.2. Линейные динамические системы
5.3. Спектральный метод
5.4. Операторный метод
5.5. Некоторые модели частотно-избирательных цепей
5.6. Частотно-избирательные цепи при широкополосных входных воздействиях
5.7. Частотно-избирательные цепи при узкополосных входных воздействиях

Раздел 6. Преобразования сигналов в нелинейных радиотехнических цепях

6.1. Безынерционные нелинейные преобразования
6.2. Спектр тока в нелинейном элементе при гармоническом внешнем воздействии
6.3. Нелинейные резонансные усилители и умножители частоты
6.4 Нелинейные преобразования суммы нескольких гармонических сигналов
6.5. Получение модулированных радиосигналов
6.6. Амплитудное, фазовое и частотное детектирование
6.7. Нелинейные резонансные усилители и умножители частоты

Раздел 7. Активные цепи с обратной связью и автоколебательные системы

7.1 Передаточная функция линейной системы с обратной связью
7.2 Устойчивость цепей с обратной связью
7.3. Активные RC-фильтры
7.4. Автогенераторы гармонических колебаний. Режим малого сигнала
7.5. Автогенераторы гармонических колебаний. Режим большого сигнала.

5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№№ разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин			
1.	Статистическая радиофизика	1	2	3	
2.	Теория передачи сигналов	4	6	7	8
3	Аналоговые методы обработки сигналов	1	2	5	9

5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела Наименование темы	Виды занятий в часах					
		Лекц.	Практ. зан.	Семин	Лаб. зан.	СРС	Всего
1.	Спектральные представления сигналов	4	4		2	1	11
2.	Энергетические спектры сигналов. Принципы корреляционного анализа	2	2			1	5
3	Модулированные сигналы	2	2		4	1	9
4	Сигналы с ограниченным спектром	2	2			1	5
5	Воздействие детерминированных сигналов на линейные цепи	2	2		4	1	9
6	Преобразования сигналов в нелинейных радиотехнических цепях	4	4		4	1	13
7	Активные цепи с обратной связью и автоколебательные системы	2	2		4	1	9

6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Практические занятия					
1	**1**	Спектры периодических сигналов.	4	Тек. Контр.	ОПК-1 ОПК-2
2	**2**	Расчет корреляционных функций	2	Тек. Контр.	
3	**3**	Модулированные колебания и их спектр.	4	Тек. Контр.	
4	**4**	Воздействие детерминированных сигналов на линейные цепи .	2	Тек. Контр.	

5	**5**	Связь переходной и частотной характеристик цепи. Интеграл Дюамеля.	2	Тек. Контр.	
6	**6**	Преобразования сигналов в нелинейных радиотехнических цепях	4	Тек. Контр.	
Лабораторные работы					
1	**1**	Спектры периодических сигналов.	4	Тек. Контр.	ПК-2 ПК-3
1	**1**	Резонансный усилитель. Умножение частот.	2	Тек. Контр.	
2	**1**	Преобразование частоты. Амплитудная модуляция.	4	Тек. Контр.	
3	**2**	Генератор с резонансным контуром	2	Тек. Контр.	
4	**3**	RC-генератор	2	Тек. Контр.	
5	**4**	Частотная модуляция и детектирование	4	Тек. Контр.	

6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1	Резонансное усиление	Виртуальный практикум в MicroCAP 11	Выполнить задание методического пособия	Источники из основной и дополнительной литературы по теме практических занятий; Образовательные ресурсы, доступные по логину и паролю, предоставляемым Научной библиотекой ИГУ и Сторонние сайты	1
2	Типы модуляции сигнала	Виртуальный практикум в MicroCAP 11	Выполнить задание методического пособия		1
3	Супергетеродинный прием	Виртуальный практикум в MicroCAP 11	Выполнить задание методического пособия		1

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа бакалавров – индивидуальная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства преподавателя (научного руководителя (консультанта)), в ходе которой бакалавр активно воспринимает, осмысливает полученную информацию, решает теоретические и практические задачи.

Вопросы для самостоятельной работы

1. Нарисуйте схему апериодического усилителя, используемого в работе 1 для выбора рабочей точки.
2. Каков коэффициент усиления данного апериодического усилителя в режиме «А»
3. Нарисуйте схему резонансного усилителя
4. Какова резонансная частота контура?
5. Каков коэффициент усиления резонансного усилителя на резонансной частоте?

6. Коэффициент какого усилителя (апериодического или резонансного) больше и почему?
7. В каком режиме работает транзистор при умножении частоты
8. Нарисуйте осциллограмму или представьте фото второй и третьей гармоники
9. Объясните данные рисунки или фото.
10. Каково отношение КПД усилителей в режимах «А» и «Б» при малом и большом сигналах, и почему.
11. В чем суть преобразования частоты?
12. Для чего осуществляется амплитудная модуляция?
13. Чем отличается преобразование частоты от амплитудной модуляции?
14. Нарисуйте схему преобразователя частоты.
15. Нарисуйте схему амплитудного модулятора.
16. В каком режиме работает транзистор в преобразователе частоты?
17. В каком режиме работает транзистор в амплитудном модуляторе?
18. Схема супергетеродинного приемника и смысл ее использования.
19. Приведите объяснение амплитудного детектирования с точки зрения спектра
20. Приведите объяснение амплитудного детектирования во временной области
21. Получите формулу для $К_{ос}$.
22. Приведите на одном графике три резонансные кривые К(□), $К_{ооc}$(□), $К_{пос}$(□)
23. Как сделать из усилителя компаратор?
24. Условия генерации
25. Что такое релаксационные колебания?
26. Как получить гармонические колебания?
27. Какова колебательная характеристика генератора гармонических колебаний?
28. Мягкий режим генерации
29. Жесткий режим генерации, зачем он нужен?
30. На какой частоте возникают релаксационные колебания?
31. На какой частоте возникают гармонические колебания?
32. АЧХ моста Вина, схема, формула, график
33. ФЧХ моста Вина
34. Схема RC-генератора с мостом Вина
35. Условия генерации
36. На какой частоте должна быть генерация?
37. Какова наблюдаемая частота генерации?
38. Как измерить коэффициент обратной связи?
39. Какова колебательная характеристика усилителя?
40. Каково влияние инерционной нелинейности?
41. Приведите рисунок установления колебаний в фазовой плоскости
42. Математическая модель сигнала с частотной модуляцией
43. Спектр ЧМ колебаний с малым индексом модуляции
44. Спектр ЧМ колебаний с большим индексом модуляции
45. Осциллограммы ЧМ колебаний при однотональной модуляции
46. Осциллограммы ЧМ колебаний при модуляции пилообразным напряжением
47. Схема генератора ЧМ колебаний
48. Как осуществляется частотная модуляция в макете
49. Зачем нужна пара расстроенных контуров при детектировании ЧМ сигнала
50. Можно ли обойтись одним контуром?
51. Какой элемент позволяет выделить низкочастотную компоненту сигнала?

7. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Учебным планом не предусмотрено

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):

а) основная литература

1. Герасимова Г.Н., Глушак Л.В., Кац М.А. Анализ линейных активных цепей: Учебное пособие. - Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2002. - 120 с. http://window.edu.ru/resource/220/64220.

2. Кузнецов Ю.В., Тронин Ю.В. Основы анализа линейных радиоэлектронных цепей (временной анализ): Учебное пособие. - М.: МАИ, 1992. - 60 с. http://window.edu.ru/resource/897/45897.

3. Кузнецов Ю.В., Тронин Ю.В. Основы анализа линейных радиоэлектронных цепей (частотный анализ): Учебное пособие. - М.: МАИ, 1992. - 64 с. http://window.edu.ru/resource/898/45898.

б) дополнительная литература

1. Основы радиоэлектроники и связи [Текст] : учеб. пособие / В. И. Нефедов, А. С. Сигов ; ред. В. И. Нефедов. - М. : Высш. шк., 2009. - 735 с. ; 24 см. - (Радиотехника и связь). - Библиогр.: с. 724-726. - ISBN 978-5-06-006161-1 . (38 шт).

2. Павлов А.Н. Методы анализа сложных сигналов: Учеб. пособие для студ. физ. фак. - Саратов: Научная книга, 2008. - 120 с. http://window.edu.ru/resource/030/61030.

в) программное обеспечение

LabVieW, MicroCap 11.

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

интернет-ресурсы в свободном доступе и на сайте ИГУ www.isu.ru и физического факультета ИГУ.

д) методические пособия

1. Руководство к выполнению лабораторных работ по РТЦС,
2. Руководство к выполнению лабораторных работ по практикуму «Телекоммуникационные системы» NI ELVIS

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):

Практикум организован на серийных лабораторных макетах, разработанных специально для курса «Радиотехнические цепи и сигналы». Практикум выполнен на полупроводниковых приборах малой интеграции, позволяющих исследовать основы изучаемых процессов. В практикуме используются аналоговые осциллографы С1-65, генераторы Г3-112., цифровые осциллографы «Tectronix», цифровой генератор, мультиметр, анализатор спектра, Боде-плоттер, входящие в состав универсальной рабочей станции «National Instrument ELVIS». Перечень лабораторных работ расширяется с учетом возможностей платы расширения «Телекоммуникационные системы» данной рабочей станции. Практикум позволяет вести занятия фронтально в группе 12-14 человек (2 человека на одно рабочее место).

Рабочее место преподавателя включает необходимую аппаратуру для проведения теоретических занятий и демонстраций, оснащено мультимедийным проектором, персональным компьютером, программным обеспечением LabVIEW, MicroCap11.

10. Образовательные технологии:

Основной образовательной технологией, применяемой на лекциях, являются презентации, включающие анимации физических процессов и явлений в электронике, а также их механических аналогов, анимированные формулы и другие эффекты, способствующие пониманию и запоминанию. На лекциях используется демонстрация работы различных электронных схем с помощью программных симуляторов MicroCap11. С помощью презентаций легко и быстро повторять пройденный материал, проводить беглый опрос и т.д.

Использование современных технологий в лабораторном практикуме заключается в применении новых лабораторных работ на базе универсальных рабочих станций NI ELVIS, а также использования виртуальных практикумов на базе программных симуляторов MicroCap11 для самостоятельной домашней подготовки к практическим занятиям.

11. Оценочные средства (ОС):

В развернутом виде ФОС приведены в приложении.

11.1. Оценочные средства для входного контроля.

Не требуется

11.2. Оценочные средства текущего контроля.

Назначение оценочных средств ТК – выявить сформированность компетенций ОПК-1, ОПК-2, ПК-2, ПК-3.

Ниже приведен перечень оценочных средств текущего контроля:

1. Тесты по материалам лекций (Приложение 1, приложение 5)
2. Отчет о выполнение виртуального практикума
3. Решение задач домашнего задания
4. Отчет о результатах выполнения лабораторных работ и отчет по теории

Основным оценочным средством является бально-рейтинговая система текущего контроля успеваемости (БРС).

	Лекции	Баллы	Максимум за семестр
1	Посещаемость лекций		6
2	Тест по пройденному материалу		6
3	Выполнение домашнего задания		6
	Семинары по решению задач		
4	Посещаемость семинаров		6
5	Решение задач на семинаре		6
	Лабораторные занятия		
6	Выполнение виртуального практикума	1	6
7	Теоретический отчет	1	6
8	Своевременное выполнение лабораторных	1	6
9	Отчет по эксперименту	1	6
	Промежуточная аттестация		
10	Контрольные работы		6
		Итого:	**60**
	Премиальные баллы		**10**
	Отрицательная активность на лекции	**-1**	**-7**

11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации (в форме экзамена).

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена. Студент допускается к теоретическому экзамену в том случае, если он выполнит все виды промежуточного контроля и наберет пороговый балл.

В течение семестра за выполнение заданий текущего контроля студенту начисляются баллы и в конце семестра суммируется для вычисления рейтинга студента. К теоретическому экзамену допускается студент, выполнивший все виды промежуточного контроля и имеющий более 60 баллов. Форма проведения экзамена – устный по билетам или письменный по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух теоретических вопросов и одного практического задания, основанного на заданиях практических работ. Экзаменационные задания (билеты) для приема экзаменов выполнены многовариантными, чтобы исключить возможность обмена информацией в ходе экзамена.

Критерии	Оценка			
	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Знание	Всесторонние глубокие знания (9-10 баллов)	Знание материала в пределах программы (7-8 баллов)	Отмечены пробелы в усвоении программного материала (5-6 баллов)	Не знает основное содержание дисциплины (менее 5 баллов)
Понимание	Полное понимание материала, приводит примеры, дополнительные вопросы не требуются (7-8 баллов)	Понимает материал, приводит примеры, но испытывает затруднения с выводами, однако достаточно полно отвечает на дополнительные вопросы (5-6 баллов)	Суждения поверхностны, содержат ошибки, примеры не приводит, ответы на дополнительные вопросы неуверенные (3-4 баллов)	С трудом формулирует свои мысли, не приводит примеры, не дает ответа на дополнительные вопросы (менее 3 баллов)
Применение профессиональной терминологии	Дает емкие определения основных понятий, корректно использует профессиональную терминологию (4 балла)	Допускает неточности в определении понятий, не в полном объеме использует профессиональную терминологию (3 балла)	Путает понятия, редко использует профессиональную терминологию (2 балла)	Затрудняется в определении основных понятий дисциплины, некорректно использует профессиональную терминологию (менее 2 баллов)
Соблюдение норм литературного языка	Соблюдает нормы литературного языка, преобладает научный стиль изложения (3 балла)	Соблюдает нормы литературного языка, допускает единичные ошибки (2 балла)	Допускает множественные речевые ошибки при изложении материала (1 балл)	Косноязычная речь искажает смысл ответа (0 баллов)

Согласно положению о бально-рейтинговой системе студент, набравший менее 40 баллов за текущую работу, не допускается до зачета/экзамена, набравший 40 и более баллов допускается к зачету /экзамену, где может набрать до 30 баллов.

	Академическая оценка	
60-70 баллов	«зачтено»	«удовлетворительно»
71-85 баллов		«хорошо»
86-100 баллов		«отлично»

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Классификация радиотехнических сигналов. Динамическое представление сигналов
2. Теория ортогональных сигналов.
3. Ряды Фурье.
4. Спектральный анализ непериодических сигналов.
5. Преобразование Фурье
6. Преобразование Лапласа
7. Спектр сигналов с амплитудной модуляцией.
8. Спектр сигналов с угловой модуляцией. Связь частотной и фазовой модуляции.
9. Сигналы с ограниченным спектром. Узкополосные сигналы.
10. Теорема Котельникова
11. Физические системы и их математические модели
12. Импульсные, переходные и частотные характеристики линейных стационарных систем
13. Линейные динамические системы
14. Спектральный метод.
15. Операторный метод
16. Спектр тока в нелинейном элементе при гармоническом внешнем воздействии
17. Нелинейные резонансные усилители и умножители частоты
18. Нелинейные преобразования суммы нескольких гармонических сигналов
19. Амплитудное детектирование
20. Фазовое и частотное детектирование
21. Нелинейные резонансные усилители и умножители частоты
22. Условия генерации. Релаксационные генераторы.
23. Генераторы квазигармонических колебаний.
24. Резонанс в колебательных контурах.
25. Эквивалентная схема транзистора.
26. Цифровой метод передачи информации. Полоса частот.

1. Нарисуйте схему резонансного усилителя. Линейный режим и режим отсечки. КПД.
2. В каком режиме работает транзистор при умножении частоты?
3. Нарисуйте и объясните осциллограммы первых трех гармоник умножителя частоты.
4. Чем отличается преобразование частоты от амплитудной модуляции?
5. Нарисуйте схему амплитудного модулятора.
6. Схема супергетеродинного приемника и смысл ее применения?
7. Амплитудное детектирование с точки зрения спектра и во временной области.
8. Схемы с двумя устойчивыми состояниями. Компаратор.
9. Какова форма и частота сигнала в генераторе релаксационных колебаний?
10. Колебательная характеристика усилителя в генераторе гармонических колебаний?

11. LC - генератор, схема, условия генерации.
12. RC – генератор, условия генерации.
13. Мягкий и жесткий режимы генерации.
14. Схема генератора ЧМ колебаний
15. Схема детектора ЧМ-сигнала

Разработчик:

доцент Б.А.Таращанский

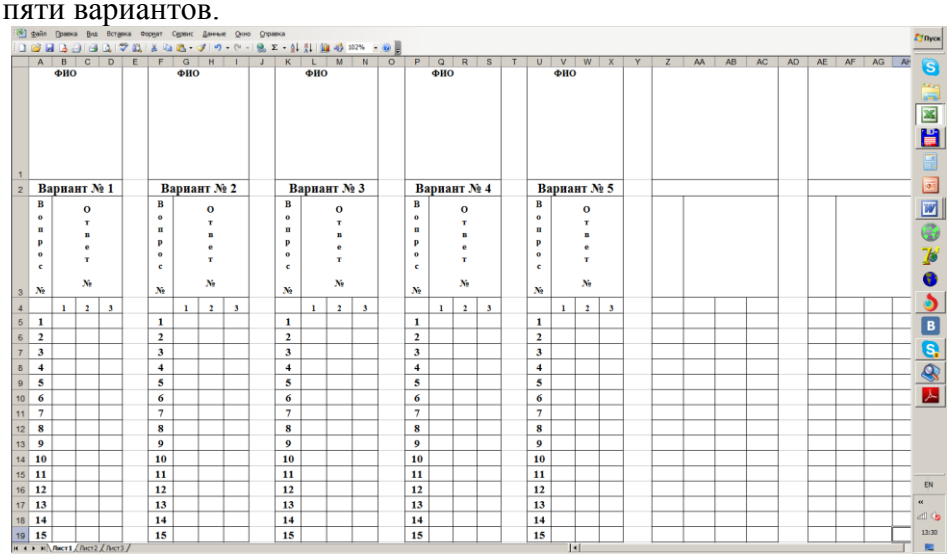
Программа рассмотрена на заседании кафедры радиофизики и радиоэлектроники «20» марта 2020 г.

Протокол № 8 И.О.Зав. кафедрой Колесник С.Н.

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.

Приложение 1. Примерные задания для контрольного опроса

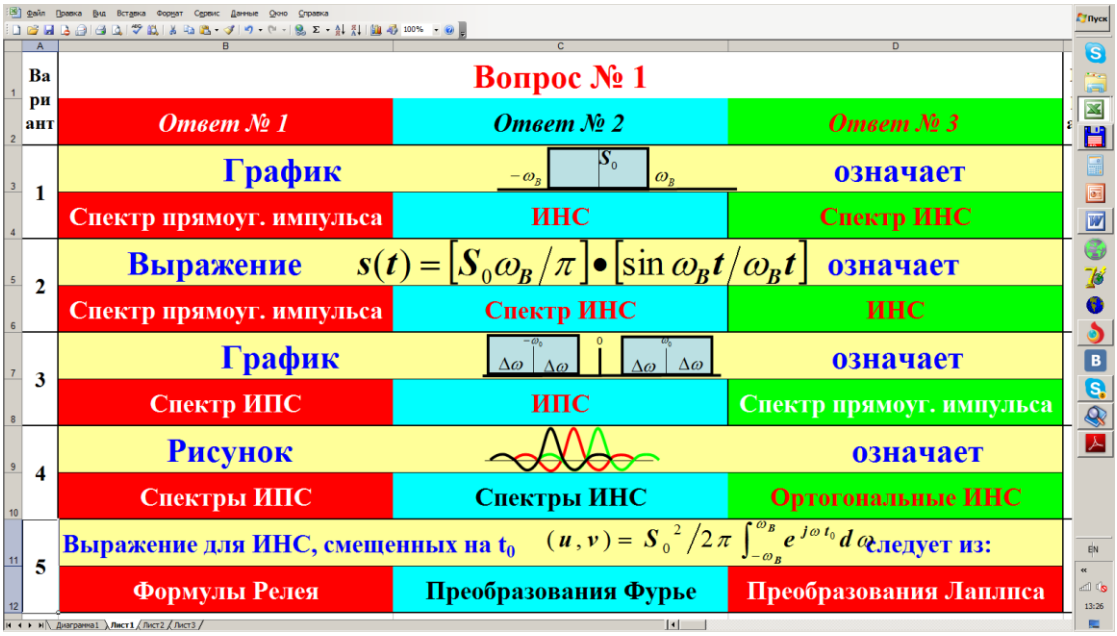
Для проведения 7-10-минутных тестов по проверке пройденного материала и выполнения домашнего задания предлагается следующая система: студентам выдаются фломастеры и ламинированные линейки с «таблицей ответов». Студент получает линейку одного из пяти вариантов.



ФИО	ФИО	ФИО	ФИО	ФИО
Вариант № 1	Вариант № 2	Вариант № 3	Вариант № 4	Вариант № 5
Вопрос № / Ответ №	Вопрос № / Ответ №	Вопрос № / Ответ №	Вопрос № / Ответ №	Вопрос № / Ответ №
1 / 1 2 3	1 / 1 2 3	1 / 1 2 3	1 / 1 2 3	1 / 1 2 3
1	1	1	1	1
2	2	2	2	2
3	3	3	3	3
4	4	4	4	4
5	5	5	5	5
6	6	6	6	6
7	7	7	7	7
8	8	8	8	8
9	9	9	9	9
10	10	10	10	10
11	11	11	11	11
12	12	12	12	12
13	13	13	13	13
14	14	14	14	14
15	15	15	15	15

На экран проецируется пять вариантов вопроса №1 и три возможных ответа для каждого варианта. Время на выбор правильного ответа отводится около 30-40 секунд. Затем проецируется вопрос №2 и т.д все 15 вопросов. Всего в каждом тесте оригинальных вопросов 15, и они представлены ниже в трех таблицах, а 5 вариантов формируются из них циклическим сдвигом. Ответы проверяются вручную с помощью таблицы ключей, приведенных в конце приложения №1. Возможна автоматическая проверка результатов теста. Для этого линейки с ответами располагаются в соответствие со списком студентов, фотографируются, распознаются в соответствующей программе и переносятся в Эксель, где автоматически определяются баллы за каждый тест и переносятся в электронный журнал.

ТЕСТ №1



Вариант	Вопрос № 1		
	Ответ № 1	*Ответ № 2*	*Ответ № 3*
1	График	$-\omega_B$ S_0 ω_B	означает
	Спектр прямоуг. импульса	ИНС	Спектр ИНС
2	Выражение	$s(t) = [S_0\omega_B/\pi] \bullet [\sin\omega_B t/\omega_B t]$	означает
	Спектр прямоуг. импульса	Спектр ИНС	ИНС
3	График	$-\omega_0$ $\Delta\omega$ $\Delta\omega$ 0 ω_0 $\Delta\omega$ $\Delta\omega$	означает
	Спектр ИПС	ИПС	Спектр прямоуг. импульса
4	Рисунок		означает
	Спектры ИПС	Спектры ИНС	Ортогональные ИНС
5	Выражение для ИНС, смещенных на t_0	$(u,v) = S_0^2/2\pi \int_{-\omega_B}^{\omega_B} e^{j\omega t_0} d\omega$	следует из:
	Формулы Релея	Преобразования Фурье	Преобразования Лапласа

Вариант	Вопрос № 2		
	Ответ № 1	*Ответ № 2*	*Ответ № 3*
1	s_k в выражении $s(t)=\sum_{-\infty}^{\infty} s_k \bullet \sin(\omega_B t-k\pi)/(\omega_B t-k\pi)$ означает		
	Отсчеты сигнала	Спектр сигнала	Базисные функции
2	ω_B в выражении $s(t)=\sum_{-\infty}^{\infty} s_k \bullet \sin(\omega_B t-k\pi)/(\omega_B t-k\pi)$ означает		
	Частоту сигнала	Границу спектра сигнала	Частоту дискретизации
3	В чем отличие дискретного сигнала от цифрового?		
	Дискретный точнее	Цифровой точнее	Нет отличия
4	У нелинейной системы параметры зависят от:		
	Амплитуды сигнала	Спектра сигнала	Времени
5	Минимальное число отсчетов в интервале T сигнала с огранич. спектром равно:		
	$N = T\omega_B/\pi$	$N = 1/2f_B$	$N = 2/f_B$

Вариант	Вопрос № 3		
	Ответ № 1	*Ответ № 2*	*Ответ № 3*
1	Системы с сосредоточенными и распределенными параметрами отличаются:		
	Задержкой сигнала	Частотой сигнала	Отношением размеров к λ
2	Выходной сигнал - это свертка входного сигнала с		
	Импульсной характеристикой	АЧХ системы	Его спектром
3	Динамическая система $\sum a_n (d^n U_{вых}/dt^n) = \sum b_n (d^n U_{вх}/dt^n)$ описывается		
	Коэффициентами a_n	Коэффициентами b_n	Коэффициентами a_n и b_n
4	Как связаны импульсная характеристика h(t) и АЧХ системы		
	Интегралом Дюамеля	Преобразованием Фурье	Сверткой
5	Что такое порядок системы?		
	Это порядок дифф. ур-ния	Последовательность элементов	Число элементов системы

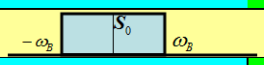
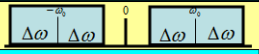
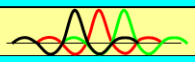
ТЕСТ №2

Вариант	Вопрос № 1		
	Ответ № 1	*Ответ № 2*	*Ответ № 3*
1	Выражение $S(t)=\sum_{n=0}^{\infty} C_n \cos(\omega_n t+\varphi_n)$ означает		
	Периодический сигнал	Спектр. плотность	Дискретный спектр
2	Выражение $C_n(\omega)=\int_0^{\infty} S(t)\cos(\omega_n t+\varphi_n)dt$ означает		
	Периодический сигнал	Спектр. плотность	Дискретный спектр
3	В выражении $S(t)=a_0+\sum_{n=1}^{\infty}(a_n \cos n\omega t+b_n \sin n\omega t)$ коэффициент a_n равен		
	Амплитуде гармоник	$C_n \cos\varphi_n$	$C_n \sin\varphi_n$
4	Выражение $s(t)=\sum_{n=-\infty}^{\infty} C_n e^{jn\omega_1 t}$ означает		
	Периодический сигнал	Спектр. плотность	Дискретный спектр
5	Выражение ◦? = 2/T $\int_{-T/2}^{T/2}$ S(t) dt ◦ означает		
	Постоянная составляющая	Удвоенная пост. сост.	Ампл. первой гармоники

Вариант	Вопрос № 2		
	Ответ № 1	*Ответ № 2*	*Ответ № 3*
1	Выражение $C_n(\omega) = 1/T \int_{-T/2}^{T/2} s(t) e^{-jn\omega_1 t} dt$		означает
	Периодический сигнал	Спектр. плотность	Дискретный спектр
2	Выражение $S(t) = A/q \left[1 + 2\sum_{n=1}^{\infty} SINC(n\,\pi/q) \cos n\omega t\right]$		означает
	Посл. прямоуг. имп.	Спектр посл. треуг. имп.	Спектр посл. прямоуг. имп.
3	Выражение $S(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) e^{-j\omega t} dt$		означает
	Периодический сигнал	Спектр. плотность	Дискретный спектр
4	Выражение $s(t) = 1/2\pi \int_{-\infty}^{\infty} S(\omega) e^{j\omega t} d\omega$		означает
	Периодический сигнал	Спектр. плотность	Дискретный спектр
5	Спектр периодической последовательности прямоугольных импульсов содержит		
	Всегда только COS	SIN и COS	Или только SIN, или только COS

Вариант	Вопрос № 3		
	Ответ № 1	*Ответ № 2*	*Ответ № 3*
1	Выражение $(v,u) = \int_{-\infty}^{\infty} v(t)u(t)\,dt$		означает
	Произведение сигналов	Скалярное произведение	Свертка сигналов
2	Выражение $S(\omega) = 1/2\pi \int_{-\infty}^{\infty} V(\xi)U(\omega-\xi)\,d\xi$		означает
	Спектр произвед. сигналов	Произведение спектров	Свертка сигналов
3	Выражение $F(p) = \int_{0}^{\infty} f(t) e^{-pt} dt$		означает
	Формула Релея	Образ по Лапласу	Преобразование Фурье
4	Выражение $(u,v) = 1/2\pi \int_{-\infty}^{\infty} U(\omega) V^*(\omega) d\omega$		означает
	Спектр произвед. сигналов	Свертка спектров	Обобщенная Формула Релея
5	Какова ширина полосы необходимая для передачи импульса длительностью τ		
	$1/\tau$	$2/\tau$	$1/2\tau$

ТЕСТ №3

Вариант	Вопрос № 1		
	Ответ № 1	*Ответ № 2*	*Ответ № 3*
1	График		означает
	Спектр прямоуг. импульса	ИНС	Спектр ИНС
2	Выражение $s(t) = [S_0 \omega_B/\pi] \bullet [\sin \omega_B t / \omega_B t]$		означает
	Спектр прямоуг. импульса	Спектр ИНС	ИНС
3	График		означает
	Спектр ИПС	ИПС	Спектр прямоуг. импульса
4	Рисунок		означает
	Спектры ИПС	Спектры ИНС	Ортогональные ИНС
5	Выражение для ИНС, смещенных на t_0 $(u,v) = S_0^2/2\pi \int_{-\omega_B}^{\omega_B} e^{j\omega t_0} d\omega$ следует из:		
	Формулы Релея	Преобразования Фурье	Преобразования Лапласа

Вариант	Вопрос № 2		
	Ответ № 1	*Ответ № 2*	*Ответ № 3*
1	s_k в выражении $s(t)=\sum_{-\infty}^{\infty} s_k \bullet \sin(\omega_B t - k\pi)/(\omega_B t - k\pi)$ означает		
	Отсчеты сигнала	Спектр сигнала	Базисные функции
2	ω_B в выражении $s(t)=\sum_{-\infty}^{\infty} s_k \bullet \sin(\omega_B t - k\pi)/(\omega_B t - k\pi)$ означает		
	Частоту сигнала	Границу спектра сигнала	Частоту дискретизации
3	В чем отличие дискретного сигнала от цифрового?		
	Дискретный точнее	Цифровой точнее	Нет отличия
4	У нелинейной системы параметры зависят от:		
	Амплитуды сигнала	Спектра сигнала	Времени
5	Минимальное число отсчетов в интервале T сигнала с огранич. спектром равно:		
	$N = T\omega_B/\pi$	$N = 1/2f_B$	$N = 2/f_B$

Вариант	Вопрос № 3		
	Ответ № 1	*Ответ № 2*	*Ответ № 3*
1	Системы с сосредоточенными и распределенными параметрами отличаются:		
	Задержкой сигнала	Частотой сигнала	Отношением размеров к λ
2	Выходной сигнал - это свертка входного сигнала с		
	Импульсной характеристикой	АЧХ системы	Его спектром
3	Динамическая система $\sum a_n (d^n U_{вых}/dt^n) = \sum b_n (d^n U_{вх}/dt^n)$ описывается		
	Коэффициентами a_n	Коэффициентами b_n	Коэффициентами a_n и b_n
4	Как связаны импульсная характеристика h(t) и АЧХ системы		
	Интегралом Дюамеля	Преобразованием Фурье	Сверткой
5	Что такое порядок системы?		
	Это порядок дифф. ур-ния	Последовательность элементов	Число элементов системы

Приложение 2. Задания для практического занятия. Контрольные вопросы к зачету по лабораторному практикуму РТЦС

Работа 1

1. Нарисуйте схему апериодического усилителя, используемого в работе 1 для выбора рабочей точки.
2. Каков коэффициент усиления данного апериодического усилителя в режиме «А»
3. Нарисуйте схему резонансного усилителя
4. Какова резонансная частота контура?
5. Каков коэффициент усиления резонансного усилителя на резонансной частоте?
6. Коэффициент какого усилителя (апериодического или резонансного) больше и почему?
7. В каком режиме работает транзистор при умножении частоты
8. Нарисуйте осциллограмму или представьте фото второй и третьей гармоники
9. Объясните данные рисунки или фото.
10. Каково отношение КПД усилителей в режимах «А» и «Б» при малом и большом сигналах, и почему.

Работа 2

1. В чем суть преобразования частоты?
2. Для чего осуществляется амплитудная модуляция?
3. Чем отличается преобразование частоты от амплитудной модуляции?
4. Нарисуйте схему преобразователя частоты.
5. Нарисуйте схему амплитудного модулятора.
6. В каком режиме работает транзистор в преобразователе частоты?
7. В каком режиме работает транзистор в амплитудном модуляторе?
8. Схема супергетеродинного приемника и смысл ее использования.
9. Приведите объяснение амплитудного детектирования с точки зрения спектра
10. Приведите объяснение амплитудного детектирования во временной области

Работа 3

1. Получите формулу для $К_{ос}$
2. Приведите на одном графике три резонансные кривые К(□), $К_{ооc}$(□), $К_{пос}$(□)
3. Как сделать из усилителя компаратор?
4. Условия генерации
5. Что такое релаксационные колебания?
6. Как получить гармонические колебания?
7. Какова колебательная характеристика генератора гармонических колебаний?
8. Мягкий режим генерации
9. Жесткий режим генерации, зачем он нужен?
10. На какой частоте возникают релаксационные колебания?
11. На какой частоте возникают гармонические колебания?

Работа 4

1. АЧХ моста Вина, схема, формула, график
2. ФЧХ моста Вина
3. Схема RC-генератора с мостом Вина
4. Условия генерации
5. На какой частоте должна быть генерация?
6. Какова наблюдаемая частота генерации?
7. Как измерить коэффициент обратной связи?
8. Какова колебательная характеристика усилителя?
9. Каково влияние инерционной нелинейности?
10. Приведите рисунок установления колебаний в фазовой плоскости

Работа 5

1. Математическая модель сигнала с частотной модуляцией
2. Спектр ЧМ колебаний с малым индексом модуляции
3. Спектр ЧМ колебаний с большим индексом модуляции
4. Осциллограммы ЧМ колебаний при однотональной модуляции
5. Осциллограммы ЧМ колебаний при модуляции пилообразным напряжением
6. Схема генератора ЧМ колебаний
7. Как осуществляется частотная модуляция в макете
8. Зачем нужна пара расстроенных контуров при детектировании ЧМ сигнала
9. Можно ли обойтись одним контуром?
10. Какой элемент позволяет выделить низкочастотную компоненту сигнала?

Приложение 3. Примерные разноуровневые задания к практическим занятиям

Пример 1. Сигнал s(t)=1В при t < 2 мкс и изменяется по закону $s(t) = At^2$ при t > 2 мкс. Нарисовать сигнал и найти его динамическое представление.

Пример 2. На экране телевизионного приемника с длиной строки 500мм требуется создать изображение вертикальной черной линии шириной 3мм. Период строчной развертки 64мкс. Оцените ширину спектра сигнала.

Пример 3. Периодический сигнал с периодом T на отрезке -T/2<t<T/2 задан выражением s(t)=U0cos(□t/T). Найдите выражения для коэффициентов ряда Фурье.

Пример 4. Однотональный ЧМ-сигнал : несущая частота f = 50МГц , частота модуляции F = 7кГц , индекс модуляции m = 40. Найти f_{MAX} и f_{MIN}

Приложение 4. Примеры экзаменационных билетов по РТЦС и список вопросов к экзамену

Экзаменационный билет содержит два теоретических и один практический вопрос, связанный с лабораторным практикумом, практические вопросы могут быть заменены задачами.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1

По курсу "Радиотехнические цепи и сигналы"

1. Классификация радиотехнических сигналов. Динамическое представление сигналов
2. Цифровой метод передачи информации. Полоса частот.
3. Амплитудное детектирование с точки зрения спектра и во временной области.

Экзаменационные билеты рассмотрены на заседании Учебно-методической комиссии факультета «_____» _____ 20__ г.

Председатель учебно-методической комиссии Н.М.Буднев