МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра радиотехнических систем

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета
_____ И.С. Огнев
(подпись)

«17» мая 2022 г.

Рабочая программа дисциплины
«Аналоговые цепи и сигналы»

Направление подготовки
03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль)
Телекоммуникационные системы и технологии

Форма обучения
очная

Программа одобрена
на заседании кафедры
от «13» апреля 2022 года, протокол № 8

Программа одобрена НМК
физического факультета
протокол № 5 от «11» мая 2022 года

Ярославль

1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Аналоговые цепи и сигналы» обеспечивает приобретение фундаментальных знаний в области радиофизической подготовки специалистов и умений в соответствии с государственным образовательным стандартом. Целью дисциплины является изучение теоретических основ аналоговых цепей и сигналов, приобретение навыков анализа и синтеза простейших видеосигналов, радиосигналов с различными видами модуляции, линейных цепей первого и второго порядков, линейных цепей с обратной связью и простейших нелинейных цепей.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Аналоговые цепи и сигналы» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина базируется на общефизической и общематематической подготовке, обучающиеся должны уметь решать интегральные и дифференциальные уравнения, знать основы электричества. Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины «Аналоговые цепи и сигналы» используются обучающимися при изучении дисциплин (модулей) «Физика колебательных и волновых процессов», «Динамика цифровых колебательных систем», «Актуальные вопросы радиофизики», при прохождении практик и при подготовке выпускной квалификационной работы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	**Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)**	**Перечень планируемых результатов обучения**
Профессиональные компетенции		
ПК-1 Способен осуществлять сбор и обработку исходных данных для решения поставленных профессиональных задач в области радиофизики, осуществлять поиск, анализ и выбор методов их решения	ИД_ПК-1.1 Осуществляет сбор и обработку исходных данных для решения поставленных профессиональных задач	знает: – характеристики сигналов; владеет: – навыками определения характеристики линейных и нелинейных цепей на основе принципиальных схем;
	ИД_ПК-1.2 Проводит анализ и обоснованный выбор методов решения профессиональных задач в области радиофизики	знает: – представления сигналов в виде спектров и векторов; – методы анализа и синтеза линейных цепей; – методы анализа простейших нелинейных цепей. умеет: – рассчитывать спектры сигналов; владеет – навыками анализа и синтеза линейных и простейших нелинейных аналоговых цепей.

4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 акад. часа.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации
			Контактная работа					Самостоятельная работа	
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
1	Введение в дисциплину	4	2			1		3	Устный опрос
2	Спектральный анализ периодических сигналов.	4	3	3	6	1,6		6	Устный опрос, домашняя контрольная работа №1, лабораторная работы «Гармонический анализ сигналов»
	в том числе с ЭО и ДОТ							*2*	*Лабораторная работа ЭУК в LMS Moodle*
3	Спектральные анализ непериодических сигналов.	4	3	3	5	1,6		6	Устный опрос, домашняя контрольная работа №1
4	Радиосигналы	4	3	3	6	1,6		5	Устный опрос, лабораторная работа «Синтез и анализ радиосигналов»
	в том числе с ЭО и ДОТ							*2*	*Лабораторная работа ЭУК в LMS Moodle*
5	Прохождение сигналов через линейные цепи.	4	3	4		1,6		6	Устный опрос, домашняя контрольная работа №2, лабораторная работа «Прохождение сигналов через линейные цепи»
	в том числе с ЭО и ДОТ							*2*	*Лабораторная работа ЭУК в LMS Moodle*
6	Прохождение сигналов через нелинейные цепи.	4	3	4		1,6		5	Устный опрос, домашняя контрольная работа №3
	Промежуточная аттестация					2	0,5	33,5	Экзамен
	ИТОГО		**17**	**17**	**34**	**11**	**0,5**	**64,5**	

Содержание разделов дисциплины:

1. Введение в дисциплину.
1.1. Задачи дисциплины.
1.2 Классификация аналоговых сигналов и цепей.
1.3 Описание сигналов с помощью разрывных функцией

2. Спектральный анализ периодических сигналов.
2.1. Обобщенная форма ряда Фурье.
2.2 Применение Фурье-преобразования для анализа периодических сигналов.
2.3 Свойства преобразования Фурье

3. Спектральные анализ непериодических сигналов
3.1 Периодические и непериодические сигналы.
3.2 Интеграл Фурье и спектральная плотность.
3.3 Применение Фурье-преобразования.

4. Радиосигналы
4.1. Виды модуляции, классификация радиосигналов.
4.2. Радиосигналы с амплитудной, балансной и однополосной гармонической модуляцией
4.3. Радиосигнал с частотной гармонической модуляцией.
4.4. Аналитический сигнал. Синфазная и квадратурная компоненты комплексной огибающей аналитического сигнала. Математическая модель физического радиосигнала, квадратурная модуляция.
4.5. Основы векторного анализа радиосигналов.

5. Прохождение сигналов через линейные цепи.
5.1. Классификация радиотехнических цепей
5.2. Методы анализа линейных цепей
5.3 Четырехполюсник и его характеристики
5.4 Метод интеграла Дюамеля
5.5. Метод комплексных амплитуд
5.6 Преобразование Лапласа.
5.7 Методы преобразований Фурье и Лапласа
5.8 Операторный метод анализа
5.9 Линейные цепи с переменными параметрами
5.9 Линейные цепи с обратными связями
5.10 Критерии устойчивости линейных цепей с обратными связями

6. Прохождение сигналов через нелинейные цепи
6.1. Безынерционные нелинейные цепи. Виды вольт-амперных характеристик. Методы аппроксимации характеристик нелинейных элементов.
6.2. Спектральный состав тока в цепи с нелинейным элементом при гармоническом воздействии. Общий случай
6.3. Преобразования гармонического и бигармонического сигналов в цепи с квадратичной аппроксимацией воль-амперной характеристики нелинейного элемента.
6.4. Преобразование частоты, амплитудная модуляция при помощи цепи с квадратичной аппроксимацией воль-амперной характеристики нелинейного элемента
6.5. Квадратичное амплитудное детектирование
6.6. Формирование амплитудно-модулированного радиосигнала в цепи с кусочно-линейной аппроксимацией характеристики нелинейного элемента. Случай сильного сигнала.

6.7. Амплитудное детектирование в режиме сильного сигнала
6.8. Синхронное амплитудное и фазовое детектирование.

Перечень лабораторных работ
1. Гармонический анализ сигналов
2. Синтез и анализ радиосигналов
3. Прохождение сигналов через линейные цепи

5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

Вводная лекция – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

Академическая лекция с элементами лекции-беседы – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Элементы лекции-беседы обеспечивают контакт преподавателя с аудиторией, что позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным темам дисциплины, активно вовлекать их в учебный процесс, контролировать темп изложения учебного материала в зависимости от уровня его восприятия.

Практическое занятие – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков и закреплению полученных на лекции знаний.

Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

Консультации – вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

В процессе обучения используются следующие технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии:

Электронный учебный курс «Аналоговые цепи и сигналы» в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ, в котором:

- размещены методические указания к лабораторным работам;
- осуществляется проведение отдельных мероприятий текущего контроля успеваемости студентов;
- представлены правила прохождения промежуточной аттестации по дисциплине;
- представлен список учебной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины;
- представлена информация о форме и времени проведения консультаций по дисциплине в режиме онлайн;
- посредством форума осуществляется синхронное и (или) асинхронное взаимодействие между обучающимися и преподавателем в рамках изучения дисциплины.

6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

для формирования материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:

– программы Microsoft Office;

– Adobe Acrobat Reader;

7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT» http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Брюханов, Ю. А. Спектральная теория сигналов: учебное пособие / Ю. А. Брюханов, А. Н. Кренев; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова. – 2-е изд. – Ярославль, 2010. – 104 с.

2. Нефедов, В. И. Радиотехнические цепи и сигналы : учебник для вузов / В. И. Нефедов, А. С. Сигов ; под редакцией В. И. Нефедова. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 266 с. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/490091 (06.03.2021).

б) дополнительная литература

1. Кренев, А. Н., Теория сигналов: метод. указания / А. Н. Кренев, А. Б. Герасимов ; Яросл. гос. ун-т – Ярославль, ЯрГУ, 2006. – 68с.

2. Гоноровский, И. С., Радиотехнические цепи и сигналы : учебник для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Советское радио, 1977. – 607 с.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

– учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;

– учебные аудитории для проведения практических занятий;

– учебные аудитории для проведения лабораторных работ;

– учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;

– учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;

– помещения для самостоятельной работы;

– помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ЯрГУ.

Число посадочных мест в лекционной аудитории больше либо равно списочному составу потока, а в аудитории для практических занятий (семинаров) – списочному составу группы обучающихся. (Для проведения лабораторных работ группа обучающихся делится на две подгруппы).

Учебно-методическое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав:

– осциллограф Актаком ADS-6122H;
– анализатор спектра СК4-56;
– генератор Г5-54;
– анализатор спектра Rigol DSA-815.

Авторы:

Доцент кафедры радиотехнических систем, к.т.н.	А.Н. Кренев
должность, ученая степень	*И.О. Фамилия*
Доцент кафедры радиотехнических систем, к.т.н.	А.Б. Герасимов
должность, ученая степень	*И.О. Фамилия*

Приложение № 1 к рабочей программе дисциплины
«Аналоговые цепи и сигналы»

Фонд оценочных средств
для проведения текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации обучающихся
по дисциплине

1. Типовые контрольные задания и иные материалы, используемые в процессе текущего контроля успеваемости

Примерный перечень вопросов для устного опроса

1) Какие информационные параметры имеет сигнал?
2) Какой вид базисных функций обладает свойством мультипликативности?
3) Какими свойствами обладают амплитудный и фазовый спектры вещественного сигнала?
4) Если сигналу $S(t)$ соответствует амплитудный спектр $A(\omega)$, то какой вид имеет амплитудный спектр сигнала $S(t-\tau)$?
5) Как соотносится мощность сигнала, аппроксимированного конечным рядом Фурье, с мощностью исходного сигнала:
6) При какой несущей частоте радиосигнала, спектр которого занимает полосу частот шириной 8 МГц, сигнал будет считаться узкополосным?
7) Какие параметры могут являться носителем информации в радиосигналах с угловой модуляцией?
8) Какое значение имеет индекс модуляции радиосигнала с однотональной частотной модуляцией при частоте модулирующего сигнала 2 кГц и девиации частоты 30 кГц?
9) Как может быть определен радиосигнал $S(t)$, если задан его аналитический сигнал $S_A(t)$?
10) Реакцией на какой вид входного сигнала является переходная характеристика линейной стационарной цепи?
11) При каких условиях радиотехническая цепь является системой с сосредоточенными параметрами?
12) Как изменяется частота гармонического колебания при его прохождении через линейную цепь с постоянными параметрами?
13) Как связан коэффициент передачи $\dot{K}(j\omega)$ линейной цепи с постоянными параметрами с импульсной характеристикой цепи?
14) Какими свойствами обладают полюса передаточной функции устойчивой линейной стационарной цепи?
15) Во сколько раз изменяется амплитуда гармонического сигнала при прохождении через линейную, если частота сигнала равна граничной частоте АЧХ цепи?
16) Назовите условие баланса амплитуд и баланса фаз, которое должно быть выполнено для устойчивости цепи с обратной связью
17) Какой параметр определяет крутизна вольтамперной характеристики нелинейного элемента в окрестности рабочей точки?

18) Какую аппроксимацию ВАХ полупроводникового диода целесообразно использовать для анализа при малом напряжении смещения рабочей точки и сильном входном сигнале:

19) Какая максимальная частота будет присутствовать в спектре сигнала на выходе нелинейного элемента, ВАХ которого описывается полиномом степени 3, если на вход элемента подаётся гармонический сигнал с частотой 120 кГц?

20) На каком принципе основана работа амплитудного модулятора?

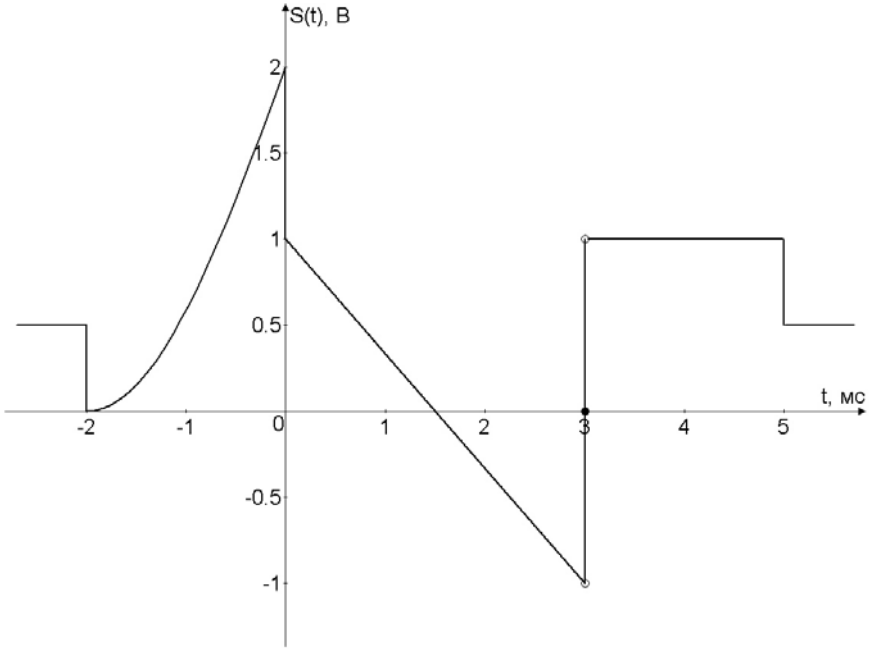
21) Примерные задания контрольных работ

Контрольная работа №1

(проверка сформированности ПК-1, индикатор ИД-ПК-1.2)

Задание 1.

Задан непериодический сигнал, состоящий из фрагментов гармонического, линейного и постоянного сигналов. С помощью разрывных функций аналитически описать сигнал.



Задание 2.

Определите, являются ли ортогональными сигналы

$$S_1(t) = \cos^2(0{,}5\Omega t);$$
$$S_s(t) = \sin(3\Omega t)$$

на интервале $t \in [0, 2\pi/\Omega]$.

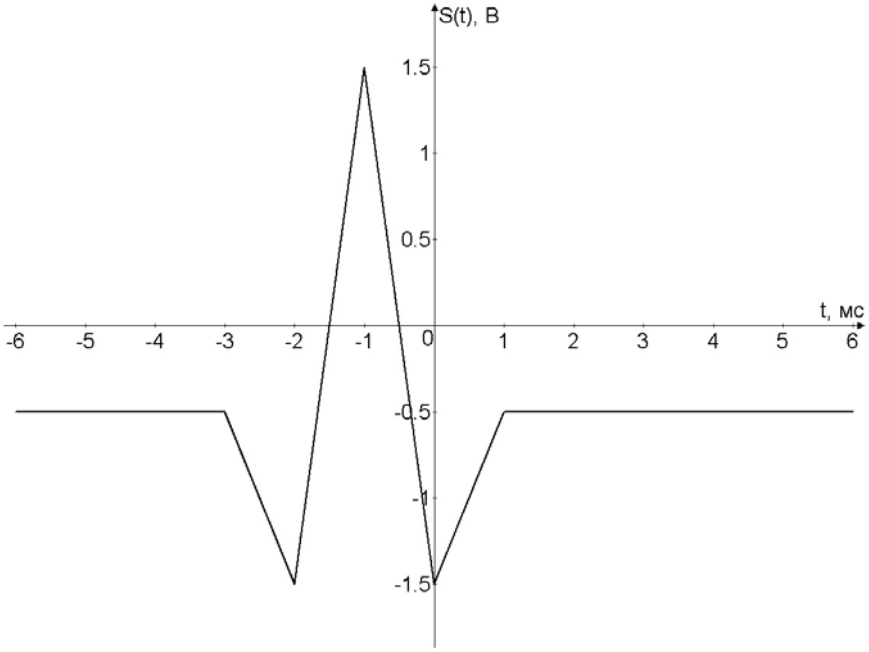
Задание 3.

Определите наименьшую размерность линейного пространства сигналов в базисе $\{\cos(k\Omega t), \sin(k\Omega t)\}$, которой обладает сигнал:

$$S_1(t) = \cos(3\Omega t) - \cos^3(\Omega t).$$

Задание 4.

Задан периодический сигнал с периодом повторения 12 мс.



Найти спектр сигнала в системе действительных базисных функций. Найти частоты, на которых огибающая амплитудного спектра обращается в ноль. Построить график амплитудного спектра A(ω), где ω – циклическая частота. На графике указать размерности.

Правила выставления оценки по результатам контрольной работы:

Задания 1 и 2 оцениваются 2-мя баллами каждое, если получен правильный ответ, приведены промежуточные математические выкладки. Если ответ не верен или пропущены значимые промежуточные вычисления, то задание оценивается 0 баллами.

Задание 3 оценивается по следующим пунктам:

– выполнено корректное разложение сигнала на простые составляющие (правильно определены параметры составляющих) – 1 балл;

– получены верные формулы, описывающие значения коэффициентов спектрального разложения – 1 балл;

– получено верное выражение, описывающее амплитудный спектр сигнала –1 балл;

– найденные значения частоты обращения спектра в ноль верны – 1 балл;

– верно выполнено качественное построение амплитудного спектра, верно подписаны все ключевые точки графика – 1 балл.

Максимальное количество баллов по итогам контрольной работы – 9 баллов.

Количество баллов 8-9 соответствует оценке «отлично», 6-7 баллов – оценке «хорошо», 3-7 баллов – оценке «удовлетворительно», менее 3 баллов – оценке «неудовлетворительно».

Контрольная работа №2

(проверка сформированности ПК-1, индикаторы ИД-ПК-1.1, ИД-ПК-1.2)

Задание 1.

Составить дифференциальное уравнение, описывающее радиотехническую цепь, схема которой представлена на рис. 1. Найти импульсную характеристику (ИХ) цепи с помощью операторного метода. С помощью ИХ найти выходной сигнал цепи, если на ее вход подается прямоугольный импульс (рис. 2). Построить график выходного сигнала.

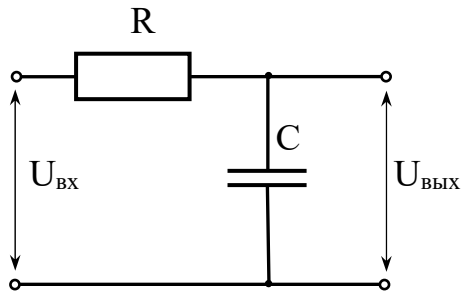


Рис. 1

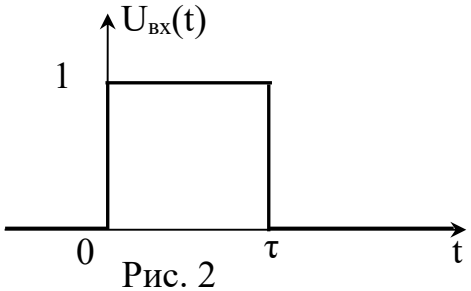


Рис. 2

Задание 2.

Найти выходной сигнал цепи, схема которой приведена на рис. 3, если на вход цепи подается экспоненциальный импульс, $\alpha > 0$ (рис. 4). Задачу решить с помощью спектрального метода. Построить график выходного сигнала.

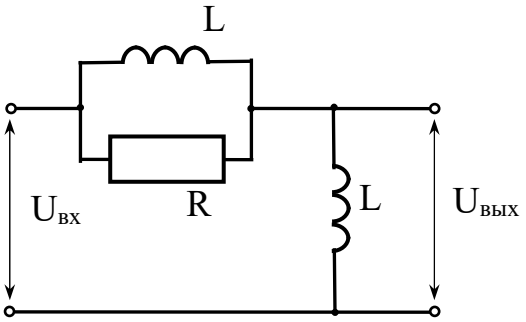


Рис. 3

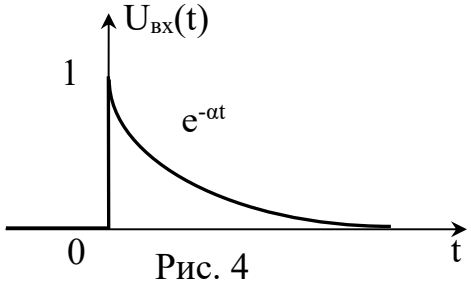


Рис. 4

<u>Правила выставления оценки по результатам контрольной работы:</u>

Проводится оценка правильности выполнения каждого действия при решении контрольной работы. Правильность каждого действия оценивается 1-м баллом. Наличие ошибки при выполнении какого-либо действия – 0 баллов, при этом для последующих действий ошибочно полученное значение принимается в качестве правильного.

Отдельно оцениваемыми действиями являются:

– составление дифференциального уравнения;
– вычисление обратного преобразования Лапласа;
– применение метода интеграла наложения;
– составление выражения для коэффициента передачи цепи;
– вычисление прямого преобразования Фурье/Лапласа;
– вычисление обратного преобразования Фурье;
– построение графиков сигналов.

Максимальное количество баллов по итогам контрольной работы – 9 баллов.

Количество баллов 7 соответствует оценке «отлично», 5-6 баллов – оценке «хорошо», 3-4 баллов – оценке «удовлетворительно», менее 3 баллов – оценке «неудовлетворительно».

Контрольная работа №3

(проверка сформированности ПК-1, индикаторы ИД-ПК-1.1, ИД-ПК-1.2)

Задание 1.

Вольт-амперная характеристика нелинейного элемента имеет вид:

$$i(u) = 2 + 3u + u^2 \text{ мА}, \; u \geq 0 \,,$$

Найдите диапазон значений тока, сопротивление по постоянному сигналу и диапазон значений динамического сопротивления при напряжении на элементе

$$u(t) = 1 + 2\cos\left(10^4 t + \pi/4\right) \text{ В.}$$

Задание 2.

Найдите спектр тока, протекающего через нелинейный элемент с вольт-амперной характеристикой

$$i(u) = u^2 - 1 \text{ мА, } u \geq 0 \text{ ,}$$

если

$$u(t) = 2 + \cos\left(10^3 t\right) \text{ В.}$$

Задание 3.

В спектре тока через НЭ при воздействии

$$e(t) = 10\cos\left(10^4 t\right) \text{ В,}$$

обнаружились: постоянная составляющая 25 мА, основной тон (10^4 рад/с) – 9 мА, вторая гармоника ($2 \cdot 10^4$ рад/с) – 25 мА. Восстановите вольт-амперную характеристику нелинейного элемента

<u>Правила выставления оценки по результатам контрольной работы:</u>

Проводится оценка правильности выполнения каждого действия при решении контрольной работы. Правильность каждого действия оценивается 1-м баллом. Наличие ошибки при выполнении какого-либо действия – 0 баллов, при этом для последующих действий ошибочно полученное значение принимается в качестве правильного.

Отдельно оцениваемыми действиями являются:

– задание 1, оценка диапазона значений тока;

– задание 1, оценка сопротивления по постоянному току;

– задание 1, оценка динамического сопротивления;

– задание 2, выражение выходного тока, амплитуды спектральных составляющих;

– задание 3, выражение для ВАХ.

Максимальное количество баллов по итогам контрольной работы – 5 баллов.

Количество баллов 5 соответствует оценке «отлично», 4 баллов – оценке «хорошо», 2-3 баллов – оценке «удовлетворительно», менее 2 баллов – оценке «неудовлетворительно».

Лабораторные работы

(проверка сформированности ПК-1, индикаторы ИД-ПК-1.1, ИП_ПК-1.2 и ИД_ПК 3.2)

Задания на выполнение лабораторных работ установлены в методических указаниях по их выполнению. Методические указания выдаются обучающимся в печатном виде при очном посещении лабораторных занятий и размещаются в электронной форме в ЭУК «Аналоговые цепи и сигналы» в LMS Moodle.

Перечень лабораторных работ включает:

– лабораторная работа №1 «Гармонический спектральный анализ»;

– лабораторная работа №2 «Синтез и анализ радиосигналов»;

– лабораторная работа №3 «Прохождение сигналов через линейные цепи».

По результатам выполнения лабораторных работ оформляются отчеты. Также проводится собеседование, в ходе которого обучающиеся отвечают на выборочные (3-4) контрольные вопросы по теоретической части лабораторной работы.

За выполнение каждой лабораторной работы выставляется оценка («неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично»). Оценка за лабораторную работу состоит из оценки отчета и оценки ответов в ходе собеседования.

Оценка за отчет о лабораторной работе выставляется по следующему критерию:

– содержание отчета полностью соответствует требования содержания работы;

– в выводе выделены все изучаемые закономерности, правильно описана суть закономерностей;

– представление результатов измерений соответствует требования типовых методик обработки результатов.

Правильное оформление отчета с 1 и 2 попытки соответствует оценке «отлично», с 3 и 4 – оценке «хорошо», с 5 – 7 – оценке «удовлетворительно», в остальных случаях – «неудовлетворительно».

Оценка собеседования по теоретической части выставляется в соответствии со следующими критериями:

Критерий оценивания	Оценка удовлетворительно	Оценка хорошо	Оценка отлично
Полнота ответа на вопросы	– один из вопросов раскрыт полностью, остальные вопросы раскрыты поверхностно; – один из вопросов раскрыт поверхностно, по остальным вопросам раскрыта основная суть	– один из вопросов раскрыт поверхностно, остальные вопросы раскрыты полностью; – по всем вопросам раскрыта основная суть, упущены незначительные детали	все вопросы раскрыты полностью,
Правильность ответов на вопросы	Ответы на вопросы не содержат существенных ошибок, есть ошибки в деталях, которые остаются непонятны студенту по результатам уточняющих вопросов	ответы на вопросы не содержат ошибок или ошибки исправлены по результатам уточняющих вопросов только частично	ответы на вопросы не содержат ошибок

2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

Список вопросов к экзамену

1. Структурная схема и основные характеристики канала связи.
2. Классификация сигналов. Энергетические характеристики вещественного сигнала.
3. Комплексный сигнал. Энергетические характеристики комплексного сигнала.

4. Корреляционные характеристики сигналов.
5. Четная и нечетная части сигналов.
6. Размерность сигналов и их геометрическое представление.
7. Простейшие разрывные функции и их свойства.
8. Описание сигналов с помощью разрывных функций. Особенности применения разрывных функций.
9. Интервал определения сигнала.
10. Требования, предъявляемые к системе базисных функций.
11. Простые и составные системы базисных функций.
12. Классические системы базисных функций.
13. Мультипликативные системы базисных функций.
14. Обобщенный ряд Фурье.
15. Спектр сигнала при разложении по гармоническим базисным функциям.
16. Комплексная система базисных функций.
17. Комплексный спектр действительного сигнала.
18. Спектр комплексного сигнала.
19. Спектры простейших периодических колебаний. Связь временных параметров и спектральных характеристик.
20. Частота и спектральная плотность.
21. Непрерывные спектры на симметричном интервале времени.
22. Спектры простейших колебаний, заданных на симметричном бесконечном интервале времени.
23. Вид преобразования Фурье при разложении сигнала по комплексно-экспоненциальному базису.
24. Некоторые свойства преобразований Фурье: сдвиг сигналов во времени, изменение масштаба времени.
25. Некоторые свойства преобразований Фурье: смещение спектра сигнала, произведение двух сигналов.
26. Некоторые свойства преобразований Фурье: соотношение между автокорреляционной функцией и спектром сигнала.
27. Текущий и мгновенный спектры.
28. Модулированные сигналы. Амплитудная модуляция.
29. Балансная модуляция. Однополосная модуляция.
30. Радиосигналы с угловой модуляцией.
31. Аналитический сигнал. Огибающая и фаза радиосигнала.
32. Представление произвольного радиосигнала через синфазную и квадратурную составляющие.
33. Радиотехнические цепи: определения, классификация.
34. Четырехполюсники: определение, характеристики.
35. Методы анализа четырехполюсников. Сущность каждого метода.
36. Метод интеграла Дюамеля.
37. Метод комплексных амплитуд.
38. Операторный метод анализа.
39. Дифференцирующая и интегрирующая цепи.
40. Последовательный колебательный контур.
41. Параллельный колебательный контур.
42. Принцип обратной связи. Положительная и отрицательная обратная связь. Коэффициент передачи цепи с обратной связью.
43. Анализ влияния нестабильности параметров четырехполюсников цепи с обратной связью на ее характеристики.
44. Фундаментальный критерий устойчивости.
45. Критерий устойчивости Раусса-Гурвица.

46. Критерий устойчивости Найквиста.
47. Нелинейные цепи: определение, свойства.
48. Методы аппроксимации вольт-амперной характеристики нелинейного элемента.
49. Спектральный анализ тока в цепи с нелинейным элементом. Общий подход и случай аппроксимации степенным полиномом при гармоническом воздействии.
50. Формирование амплитудно-модулированного колебания при помощи нелинейной цепи с квадратичной аппроксимацией вольт-амперной характеристики.
51. Транспонирование спектра радиосигнала при помощи нелинейной цепи с квадратичной аппроксимацией ВАХ.
52. Квадратичное амплитудное детектирование, детектирование сильного сигнала.
53. Спектральный анализ тока в нелинейной цепи с кусочно-линейной аппроксимацией при гармоническом воздействии.
54. Формирование АМ колебания с помощью нелинейного элемента с кусочно-линейной аппроксимацией ВАХ.
55. Синхронный детектор. Детектирование АМ и ФМ колебаний.

Правила выставления оценки за экзамен

Оценка за экзамен формируется из результатов текущей аттестации и оценивания ответов на вопросы экзаменационного билета. Результирующая оценка вычисляется в виде взвешенной суммы оценок. Вес оценок текущей аттестации и ответа на экзаменационный билет имеет следующие значения:

– оценка выполнения контрольных работ – 0,25;
– оценка выполнения лабораторных работ – 0,25;
– оценка ответа на экзаменационный билет – 0,5.

В экзаменационные билет включается два теоретических вопроса. На подготовку к ответу дается не менее 1 часа.

По итогам ответа на экзаменационный билет выставляется одна из оценок: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Оценивание ответа на вопросы экзаменационного билета проводится по следующим критериям:

Критерий оценивания	Оценка удовлетворительно	Оценка хорошо	Оценка отлично
Полнота ответа на вопросы билета	– один из вопросов раскрыт полностью, второй вопрос не раскрыт – по обоим вопросам раскрыта основная суть без изложения деталей	– один из вопросов раскрыт полностью, по второму вопросу раскрыта основная суть без деталей. – по обоим вопросам раскрыта основная суть, упущены незначительные детали	Оба вопроса раскрыты полностью,
Правильность ответов на вопросы билета	Ответы на вопросы не содержат существенных ошибок, есть ошибки в деталях, которые остаются	ответы на вопросы не содержат ошибок или ошибки исправлены по результатам уточняющих	ответы на вопросы не содержат ошибок или небольшое количество ошибок исправлены по результатам

Критерий оценивания	Оценка удовлетворительно	Оценка хорошо	Оценка отлично
	непонятны студенту по результатам уточняющих вопросов	вопросов только частично	уточняющих вопросов
Ответы на дополнительные вопросы (является альтернативой исправлению ошибок в ответе на основные вопросы)	Вопрос понят правильно, дан ответ, раскрывающий суть вопроса, не содержащий существенных ошибок.	Вопрос понят правильно, дан ответ, правильно раскрывающий суть заданного вопроса, но упущены некоторые существенные детали	Вопрос понят правильно, дан полный верный ответ, соответствующий вопросу

Приложение № 2 к рабочей программе дисциплины
«Аналоговые цепи и сигналы»

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Аналоговые цепи и сигналы» являются лекции. На лекциях излагаются ключевые аспекты изучаемых вопросов дисциплины, однако объем лекций не позволяет в полной мере изложить в полном объеме. Поэтому обучающимся необходимо в рамках самостоятельной работы повторно разобрать материал лекций с использованием учебной литературы. Самостоятельное повторение материала, рассмотренного на лекции, является необходимым условием для успешного выполнения контрольных и лабораторных работ.

Лабораторные работы проводятся в очном формате, для их успешного выполнения следует регулярно посещать занятия. Отчет о лабораторной работе должен содержать протоколы измерений, их графические представления. Оформление элементов отчета по лабораторной работе должно соответствовать требованиям ГОСТ 7.32-2001 «Отчет о НИР. Структура и правила оформления» (в части структурного деления, оформления текста, таблиц, рисунков и формул). Из структурных элементов отчет по лабораторной работе должен содержать введение (в котором указываются цель работы, учебные задачи измерений, используемое оборудование и принадлежности) и заключение (в котором приводится анализ выполнения учебных задач, соответствие результатов измерений с теоретическими представлениями).

В конце изучения дисциплины обучающиеся сдают экзамен. При формировании экзаменационной оценки учитываются результаты текущего контроля (домашние контрольные работ, лабораторные работы), поэтому необходимо регулярно работать с течение семестра. Также в экзаменационную оценку входит оценка ответа на экзаменационный билет, каждый из которых включает в себя два теоретических вопроса. На самостоятельную подготовку к экзамену выделяется 3 дня, в это время предусмотрена групповая консультация.