

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 10.08.2023 16:34:49
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

Утверждаю:

Руководитель ООП



Б.Б.Педько

«28» июня 2022 г.

Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

Радиоэлектроника

Направление подготовки

03.03.03 Радиофизика

профиль

Физика и технология материалов и устройств радиоэлектроники

Для студентов

2 курса, очной формы обучения

Составитель: Зигерт А.Д.

Тверь, 2022

I. Аннотация

1. Цель и задачи дисциплины

Целями освоения дисциплины являются - дать общее представление о радиоэлектронике, процессах, происходящих в различных радиоэлектронных устройствах: усилителях, генераторах, преобразователях частоты и фазы, объяснить принципы выделения слабых сигналов из шумов, сформировать минимум радиофизических и теоретических знаний, которые впоследствии позволили бы понимать и производить анализ процессов, происходящих в различных радиоэлектронных устройствах. Обращается внимание на использование во всех электронных схемах твердотельных элементов.

Задачами дисциплины является - получение теоретических знаний по основным вопросам радиоэлектроники, что позволяет принимать обоснованные решения при проведении научно-исследовательских работ, а также практические навыки по эксплуатации измерительной аппаратуры и монтажу радиотехнических устройств.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Радиоэлектроника» изучается в модуле Радиофизика Блока 1. Дисциплины обязательной части учебного плана ООП.

В курсе «Радиоэлектроника» изучаются электрические и радиотехнические цепи, методы их анализа, способы получения электрических колебаний различной формы, амплитуды, частоты и мощности. Изучаются способы усиления колебаний, нелинейного преобразования сигналов. Дисциплина является основой для последующего изучения дисциплин технического профиля.

3. Объем дисциплины: 5 зачетных единиц, 180 академических часов, в том числе:

контактная аудиторная работа: лекции 32 часа, лабораторные работы 32 часа;

самостоятельная работа: 116 часов, в том числе контроль 27 часов.

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

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности.	ОПК-1.2. Решает задачи профессиональной деятельности применяя базовые знания радиофизики.
ОПК-2. Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные.	ОПК-2.1. Планирует и проводит экспериментальные исследования по заданной теме с учетом имеющейся экспериментальной базы. ОПК-2.5. Представляет экспериментальные данные в форме развернутого отчета.
ОПК-3. Способен использовать информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности.	ОПК-3.1. Использует информационные технологии для поиска, систематизации и анализа данных в рамках поставленной задачи;
ПК-2. Способен осуществлять техническое обслуживание радиоэлектронной аппаратуры.	ПК-2.2. Осуществляет работу с современными средствами измерения, применяемыми в эксперименте. ПК-2.3. Осуществляет настройку радиоэлектронной аппаратуры.

5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения

Экзамен в 4 семестре.

6. Язык преподавания: русский.

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

1. Для студентов очной формы обучения

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)				Самостоятельная работа, в том числе Контроль (час.)
		Лекции		Лабораторные работы		
		всего	в т.ч. ПП	всего	в т.ч. ПП	
1. Электривакуумные приборы Основные сведения. Электрон в электрическом и магнитном полях. Электронная эмиссия. Вольтамперные характеристики ЭВП. Генераторные и модуляторные лампы. Индикаторы тлеющего разряда. Тиратроны. Электроннолучевые приборы. Осциллографические трубки. Фотоэлементы и фотоумножители.	12	2		4		6
2. Полупроводниковые приборы Электропроводность полупроводников. Полупроводники n-типа и p-типа. Электронно-дырочный переход. Диоды. Стабилитроны. Биполярные транзисторы, режимы работы, схемы включения, входные и выходные характеристики. Полевые транзисторы. Тиристоры. Специальные полупроводниковые приборы: варикапы, туннельные, обращенные, светоизлучающие диоды, фотодиоды, фототранзисторы, оптроны. Варисторы, терморезисторы, фоторезисторы.	16	6		4		6
3. Линейные пассивные цепи. Радиотехнические системы и их математические модели. Импульсные, переходные и частотные характеристики линейных стационарных систем. Принцип суперпозиции. Метод интеграла Дюамеля. Двухполосники, последовательный и параллельный колебательные контуры. Четырехполосники, Z, Y- параметры, интегрирующие, дифференцирующие и	15	4		4		7

<p>переходные цепи. h-параметры транзистора. Системы с распределенными параметрами. Направляющие системы. Уравнение длинной линии, первичные и вторичные параметры линий передачи. Режимы работы линий передачи. Распределение амплитуд напряжения и тока вдоль линии при различных сопротивлениях нагрузки. Коэффициент отражения, коэффициент стоячей волны (КСВ). Круговая диаграмма сопротивлений Вольперта. Условия получения максимальной мощности в нагрузке. Использование отрезков длинных линий. Прямоугольные металлические волноводы. Диэлектрические волноводы. Волоконно-оптические линии.</p>					
<p>4. Усилители электрических сигналов. Классификация и параметры усилителей. Усилители на электровакуумных приборах, биполярных, полевых транзисторах. Обратные связи в усилителях. Операционные усилители. Частотно-избирательные усилители. Режимы работы усилителей мощности. Параметрические усилители. Оптические усилители.</p>	15	4		4	7
<p>5. Генерирование колебаний. Генераторы гармонических колебаний. Условия самовозбуждения, стационарности. RC, LC – генераторы. Стабилизация частоты колебаний. Генераторы релаксационных колебаний. Генераторы линейно изменяющегося напряжения. Колебательные системы на СВЧ. Принципы действия электровакуумных приборов СВЧ. Пролетный и отражательный клистроны. Лампа бегущей волны. Лампа обратной волны. Магнетрон. Генераторы СВЧ колебаний на полупроводниковых диодах.</p>	15	4		4	7
<p>6. Нелинейные преобразования сигналов. Линейные и нелинейные системы. Нелинейные системы и системы с переменными параметрами. Общие свойства нелинейных элементов. Вольтамперные характеристики нелинейных элементов, их аппроксимация. Спектральный состав тока в нелинейном</p>	19	6		6	7

двухполюснике. Получение модулированных радиосигналов АМ, ЧМ, ФМ. Импульсная модуляция. Модуляция оптического излучения, электрооптические и акустооптические модуляторы. Выпрямление. Амплитудное, частотное и фазовое детектирование. Умножение частоты. Преобразование сигналов в линейных параметрических цепях. Преобразование частоты. Синхронное детектирование. Параметрические реактивные элементы. Принципы параметрического усиления.					
7. Шумы в радиоэлектронных цепях. Статистические характеристики шума. Основные виды шумов. Шумы электронных приборов (ЭВП, диоды, транзисторы). Коэффициент шума. Эффективная шумовая температура. Методы выделения сигналов из шумов. Наводки.	19	6		6	7
экзамен	27				27
ИТОГО	180	32		32	116

III. Образовательные технологии

Учебная программа-наименование разделов и тем	Вид занятия	Образовательные технологии
1. Электровакуумные приборы Основные сведения. Электрон в электрическом и магнитном полях. Электронная эмиссия. Вольтамперные характеристики ЭВП. Генераторные и модуляторные лампы. Индикаторы тлеющего разряда. Тиратроны. Электроннолучевые приборы. Осцилло-графические трубки. Фотоэлементы и фотоумножители.	Лекции, лабораторные работы	Активное слушание. Решение индивидуальных задач Самостоятельная работа студентов Тренинг радиотехнических навыков
2. Полупроводниковые приборы Электропроводность полупроводников. Полупроводники n-типа и p-типа. Электронно-дырочный переход. Диоды. Стабилитроны. Биполярные	Лекции, лабораторные работы	Активное слушание. Решение индивидуальных задач Самостоятельная работа студентов Тренинг радиотехнических навыков

<p>тра-нзисторы, режимы работы, схемы включения, входные и выходные характеристики. Полевые транзисторы. Тиристоры. Специальные полупроводниковые приборы: варикапы, туннельные, обращенные, светоизлуча-ющие диоды, фотодиоды, фототранзисторы, оптроны. Варисторы, терморезисторы, фоторезисторы.</p>		
<p>3. Линейные пассивные цепи. Радиотехнические системы и их математические модели. Импульсные, переходные и частотные характеристики линейных стационарных систем. Принцип суперпозиции. Метод интеграла Дюамеля. Двухполюсники, последовательный и параллельный колебательные контуры. Четы-рехполюсники, Z, Y- параметры, интегрирующие, дифференцирующие и переходные цепи. h-параметры транзистора. Системы с распре-деленными параметрами. Направляю-щие системы. Уравнение длинной линии, первичные и вторичные параметры линий передачи. Режимы работы линий передачи. Распределение амплитуд напряжения и тока вдоль линии при различных сопротивлениях нагрузки. Коэффициент отражения, коэффициент стоячей волны (КСВ). Круговая диаграмма сопротивлений Воль-перта. Условия получения максимальной мощности в нагрузке. Использование отрезков длинных линий. Прямоугольные</p>	<p>Лекции, лабораторные работы</p>	<p>Активное слушание. Решение индивидуальных задач Самостоятельная работа студентов Тренинг радиотехнических навыков</p>

металлические волноводы. Диэлектрические волноводы. Волоконно-оптические линии.		
4. Усилители электрических сигналов. Классификация и параметры усилителей. Усилители на электровакуумных приборах, биполярных, полевых транзисторах. Обратные связи в усилителях. Операционные усилители. Частотно-избирательные усилители. Режимы работы усилителей мощности. Параметрические усилители. Оптические усилители.	Лекции, лабораторные работы	Активное слушание. Решение индивидуальных задач Самостоятельная работа студентов Тренинг радиотехнических навыков
5. Генерирование колебаний. Генераторы гармонических колебаний. Условия самовозбуждения, стационарности. RC, LC – генераторы. Стабилизация частоты колебаний. Генераторы релаксационных колебаний. Генераторы линейно изменяющегося напряжения. Колебательные системы на СВЧ. Принципы действия электровакуумных приборов СВЧ. Пролетный и отражательный клистроны. Лампа бегущей волны. Лампа обратной волны. Магнетрон. Генераторы СВЧ колебаний на полупроводниковых диодах.	Лекции, лабораторные работы	Активное слушание. Решение индивидуальных задач Самостоятельная работа студентов Тренинг радиотехнических навыков
6. Нелинейные преобразования сигналов. Линейные и нелинейные системы. Нелинейные системы и системы с переменными параметрами. Общие свойства нелинейных элементов. Вольтамперные характеристики нелинейных элементов, их аппроксимация. Спектральный состав тока в нелинейном двухполюснике. Получение модулированных радио-	Лекции, лабораторные работы	Активное слушание. Решение индивидуальных задач Самостоятельная работа студентов Тренинг радиотехнических навыков

<p>сигналов АМ, ЧМ, ФМ. Импульсная модуляция. Модуляция оптического излучения, электрооптические и акустооптические модуляторы. Выпрямление. Амплитудное, частотное и фазовое детектирование. Умножение частоты. Преобразование сигналов в линейных параметрических цепях. Преобразование частоты. Синхронное детектирование. Параметрические реактивные элементы. Принципы параметрического усиления.</p>		
<p>7. Шумы в радиоэлектронных цепях. Статистические характеристики шума. Основные виды шумов. Шумы электронных приборов (ЭВП, диоды, транзисторы). Коэффициент шума. Эффективная шумовая температура. Методы выделения сигналов из шумов. Наводки.</p>	<p>Лекции, лабораторные работы</p>	<p>Активное слушание. Решение индивидуальных задач Самостоятельная работа студентов Тренинг радиотехнических навыков</p>

IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации

Форма проведения экзамена: студенты, освоившие программу курса «Радиоэлектроника» могут получить оценку по итогам семестровой и полусеместровой рейтинговой аттестации согласно «Положению о рейтинговой системе обучения ТвГУ» (протокол №8 от 30 апреля 2020 г.).

Если условия «Положения о рейтинговой системе ...» не выполнены, то экзамен сдается согласно «Положению о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) обучающихся по программам высшего образования ТвГУ» (протокол №11 от 28 апреля 2021 г.)

Для проведения текущей и промежуточной аттестации:

ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности:

ОПК-1.2. Решает задачи профессиональной деятельности, применяя базовые знания радиофизики.

Задание:

- 1) Объясните физический смысл формулы Найквиста.
- 2) Методы выделения сигналов из шумов: метод накопления, метод фильтрации.

Способ аттестации: устный

Критерии оценки:

- ответ полный, указаны и учтены все факторы, признаки и т.д. – 2 балла за вопрос
- аргументация допустимая, но имеются неточности – 1 балл
- допущены грубые ошибки, свидетельствующие о непонимании темы – 0 баллов

ОПК-2. Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные:

ОПК-2.1. Планирует и проводит экспериментальные исследования по заданной теме с учетом имеющейся экспериментальной базы.

ОПК-2.5. Представляет экспериментальные данные в форме развернутого отчета.

Задание:

- 1) Собрать параллельную RC-цепь
- 2) Определить вольт-амперные характеристики биполярного транзистора

Способ аттестации: собранная схема и письменный отчет

Критерии оценки:

- работа выполнена согласно требованиям, собрана схема и представлены все разделы, проведены расчеты, построены графики, сформулирован грамотный вывод – 5 баллов
- работа выполнена небрежно, есть ошибки в вычислениях, сформулирован вывод – 3 балла
- работа выполнена небрежно, есть грубые ошибки, вывод неясно сформулирован и не согласуется с результатом работы – 1 балл
- работа выполнена частично, содержит много ошибок – 0 баллов

ОПК-3. Способен использовать информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности:

ОПК-3.1. Использует информационные технологии для поиска, систематизации и анализа данных в рамках поставленной задачи;

Задание:

- 1) изучение параметров полупроводникового германиевого диода
- 2) Принципы действия электровакуумных приборов СВЧ

Способ аттестации: письменный

Критерии оценки:

- ответ полный, указаны и учтены все факторы, признаки и т.д. – 2 балла за вопрос
- аргументация допустимая, но имеются неточности – 1 балл
- допущены грубые ошибки, свидетельствующие о непонимании темы – 0 баллов

ПК-2. Способен осуществлять техническое обслуживание радиоэлектронной аппаратуры:

ПК-2.2. Осуществляет работу с современными средствами измерения, применяемыми в эксперименте.

ПК-2.3. Осуществляет настройку радиоэлектронной аппаратуры.

Задание:

- 1) Рассчитать величину емкости или индуктивности на входе линии передачи, необходимую для компенсации реактивной составляющей входного сопротивления.
- 2) Проверить параметры полупроводникового прибора

Способ аттестации: письменный**Критерии оценки:**

- ответ полный, указаны и учтены все факторы, признаки и т.д. – 2 балла за вопрос
- аргументация допустимая, но имеются неточности – 1 балл
- допущены грубые ошибки, свидетельствующие о непонимании темы – 0 баллов

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1) Рекомендуемая литература

а) основная литература

1. Першин В.Т. Основы радиоэлектроники [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Т. Першин. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Вышэйшая школа, 2006. — 399 с. — 985-06-1054-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20243.html>

б) дополнительная литература:

1. Плавский Л.Г. Микроволновые технологии в производстве элементов радиоэлектроники из высококачественной керамики [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.Г. Плавский. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012. — 116 с. — 978-5-7782-1916-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45109.html>

2) Программное обеспечение

а) Лицензионное программное обеспечение

б) Свободно распространяемое программное обеспечение

3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com;

2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/>;

3. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com>

4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

План лабораторных работ

1. Вольтамперные характеристики биполярного транзистора
2. Исследование полевого транзистора с управляющим р-п переходом
3. Проверка параметров полупроводников приборов
4. Дифференцирование и интегрирование импульсных сигналов на RC-цепях
5. Исследование генератора незатухающих колебаний
6. Исследование процесса амплитудной модуляции
7. Исследование синхронного детектора
8. Генератор релаксационных колебаний на логических элементах

Методические рекомендации

Предметом оценки является подготовка студентов к занятиям, работа студентов на практических занятиях, выполнение ими практических заданий.

Оценки успеваемости студентов проходит в модульную неделю в соответствии с графиком учебного процесса.

Практические задания по демонстрации компетенций заключаются в устных или письменных ответах на поставленные преподавателем или составленным самими студентами вопросы (традиционные или в форме тестов). При этом оценивается обоснованность ответа, ясность и последовательность

изложения мысли. Такая демонстрация компетенций проверяет уровень владения теоретическим и практическим материалом.

Практические задания

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №1

Написать выражение для мгновенного значения частотно-модулированного колебания и изобразить его спектр, пренебрегая боковыми частотами, амплитуды которых меньше 10% от амплитуды немодулированной несущей частоты, если передача осуществляется на частоте 102,7 МГц, а амплитуда несущей частоты 100В. Значения девиации частоты и частоты модулирующего колебания выбираются из таблицы.

Таблица

№№ п/п	девиация, кГц	частота модуляции кГц	исполнитель
1	5	0,9	
2	5	1,0	
3	5	2,0	
4	5	2,5	
5	5	5,0	
6	10	2,0	
7	10	2,5	
8	10	4,0	
9	10	5,0	
10	10	6,25	
11	10	10,0	
12	12	10,0	
13	12	8,0	
14	12	7,5	
15	12	6,0	
16	12	5,0	
17	12	4,0	
18	12	3,0	
19	12	2,0	
20	12	4,8	
21	12	3,5	
22	15	5,0	
23	15	6,0	
24	15	7,5	

25	75	25,0	
26	75	15,0	
27	75	12,5	
28	75	10,0	
29	75	7,5	
30	75	5	

Указание: при вычислении функции Бесселя с любым целым индексом, отличным от нуля и единицы, необходимо применить рекуррентное соотношение:

$$J_{n+1}(z) = 2 \frac{n}{z} J_n(z) - J_{n-1}(z)$$

Пример: требуется вычислить $J_3(1,1)$

$$J_0(1,1) = 0,7196; \quad J_1(1,1) = 0,4709;$$

$$J_2(1,1) = \frac{2 \otimes 1}{1,1} \otimes 0,4709 - 0,7196 = 0,1366;$$

$$J_3(1,1) = 2 \otimes \frac{2}{1,1} \otimes 0,1366 - 0,4709 = 0,02576.$$

Литература:

Нефедов В.И. Основы радиоэлектроники. М., Высшая школа, 2000.

Самборский И.Г. Основы радиоэлектроники. Тверь., ТвГУ, 2002.

Е.Янке, Ф.Эмде, Ф.Леш. Специальные функции. М., Наука, 1964.

Чистова Э.А. Таблицы функций Бесселя от действительного аргумента и интегралов от них. М., Изд-во АН СССР, 1958.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №2

Определить значение входного комплексного сопротивления $Z_{вх} = R_{вх} + jX_{вх}$ линии передачи без потерь с указанным волновым сопротивлением Z_0 и длиной l , подключенной к генератору высокочастотных колебаний с частотой f . Линия передачи нагружена на антенну с комплексным входным сопротивлением $Z_a = R_a + jX_a$ на частоте f (в таблице приведены значения емкости C_a или индуктивности L_a антенны на этой частоте). Рассчитать величину емкости или индуктивности на входе линии передачи, необходимую для компенсации

реактивной составляющей входного сопротивления. Построить график распределения напряжения в линии передачи, если амплитуда напряжения падающей волны равна 100В.

Значения параметров Z_0 , l , f , R_a , C_a , L_a и вид диэлектрика приведены в таблице.

Порядок расчета:

Определить сопротивление антенны.

Рассчитать фазовый набег вдоль линии передачи.

Рассчитать входное сопротивление линии передачи.

Определить величину компенсирующей реактивности.

Рассчитать коэффициент отражения по напряжению и построить график распределения напряжения вдоль линии передачи.

Литература:

1. Манаев Е.И. Основы радиоэлектроники. М., Радио и связь, 1990.
2. Самборский И.Г. Основы радиоэлектроники. Тверь, 2002.

Таблица

NN п/п	Z_0 Ом	l м	диэлектрик	C_a пФ	L_a мкГн	R_a Ом	f МГц
1	300	12	Воздух	20	-	600	30
2	300	10	"	-	1,5	60	40
3	300	10	"	40	-	75	50
4	300	8	"	30	-	250	60
5	300	5	"	10	-	300	100
6	30	10	полиэтилен	10	-	40	40
7	50	10	"	-	0,5	50	50
8	75	8	"	60	-	30	60
9	60	5	"	50	-	25	80
10	30	12	"	20	-	180	40
11	50	10	"	-	1,0	150	30
12	60	9	"	30	-	30	50
13	75	8	"	10	-	75	60
14	30	7	"	20	-	40	80

15	50	5	"	30	-	120	100
16	60	12	"	-	0,8	80	25
17	75	10	"	30	-	100	40
18	50	8	"	10	-	30	50
19	75	6	"	20	-	50	60
20	50	5	"	10	-	75	80

ЗАДАНИЕ на самостоятельную работу по теме: Шумы в радиоэлектронных цепях.

Вопросы, подлежащие изучению:

Основные виды шумов: тепловые шумы резисторов, шумы электронных приборов (электровакуумных приборов, диодов, полевых и биполярных транзисторов), фликкер-шум, генерационно-рекомбинационный шум, шумы приемных антенн. Формула Найквиста. Распределение Пуассона. Коэффициент шума четырехполюсника.

Статистические характеристики шума. Белый шум, розовый шум. Понятие о корреляции. Оптимальная фильтрация. Методы выделения сигналов из шумов: метод накопления, метод фильтрации.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена, который включает письменные или устные ответы на теоретические вопросы.

Вопросы к экзамену:

1. Назовите источники флуктуационных шумов в радиотехнических устройствах.
2. Чем объясняется тепловой шум резистора?
3. Объясните физический смысл формулы Найквиста.
4. Назовите средство борьбы с тепловыми шумами.
5. На каких частотах проявляются шумы земного происхождения?
6. Что такое дробовый шум и каким физическим явлением он объясняется?
7. Что называется шумовым сопротивлением приемной антенны?
8. Что такое коэффициент шума четырехполюсника?
9. От чего зависит уровень шума электровакуумного прибора?

10. Почему коэффициент шума многокаскадного усилителя зависит уровня шума первого каскада или преобразователя?
11. Объясните физический смысл распределения целочисленной величины по закону Пуассона.
12. Что такое белый шум?
13. Что следует понимать под термином «наводки»?
14. Что характеризует функция корреляции?
15. Дайте определение оптимальной фильтрации.
16. Простая оптимальная система обработки сигналов.
17. Сущность метода накопления сигналов.
18. Объясните принцип цифровой обработки сигналов.
19. Что такое квантование сигналов?
20. В чем преимущества цифровой передачи информации?

Требования к рейтинг-контролю

Оценка знаний студентов осуществляется по результатам успеваемости и оценивается по 100 – бальной системе. Семестр делится на два модуля.

Дисциплина «Радиоэлектроника» заканчивается экзаменом в 4 семестре. Согласно нормативно – методическим материалам рейтинговой системы оценки качества учебной работы студентов ТвГУ, студент по предмету для сдачи экзамена должен набрать за семестр 60 баллов.

1 контрольная точка. По текущей работе студента – 21 баллов. Итоговый контроль за модуль – 9 баллов. Всего 30 баллов.

2 контрольная точка. По текущей работе студента – 21 баллов. Итоговый контроль за модуль – 9 баллов.

Баллы по текущей работе студента начисляются за следующие виды работ:

- лабораторные работы – 7 баллов;
- выступление с докладом – 10 баллов;
- модульная контрольная работа – максимум 9 баллов.

VII. Материально-техническое обеспечение

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p> <p>Лекционная аудитория № 28 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1 Экран настенный Screen Media 153x203 2. Комплект учебной мебели на 24 посадочных места 3. Меловая доска 4. Переносной ноутбук 5. проектор EPSON EB-X05 с потолочным креплением 	<p>Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт на передачу прав №785 от 06.08.2021 г..</p> <p>MS Office 365 pro plus - Акт на передачу прав №1051 от 05.08.2020 г.</p> <p>Acrobat Reader DC - бесплатно</p> <p>Google Chrome – бесплатно</p>
<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p> <p>Учебная аудитория № 25а (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вольтметр цифровой В7-78/2 2. Осциллограф цифровой WA 102 (2 шт.) 3. Ноутбук DEII Ispiron 1300 (1.7 GHz) 15.4WXGA. 512MB. 80GB 4. Генератор сигналов PCG 10A 5. Источник питания PCS 64i 6. Муфельная печь МИМП-3П 7. Осциллограф двухканальный PCS 500 А 8. Источник питания Б5-49 9. Источник питания Б5-50 10. Генератор Г3-33 2шт 11. Генератор Г3-109 12. Генератор Г4-109 13. Калибратор фазы Ф1-4 14. Селективный микровольтметр В6-9 15. Осциллограф С1-72 2шт 16. Осциллограф С-1-73 	

VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№ п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения
1.			
2.			