

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 23.09.2022 14:27:26
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

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



Утверждаю:
Руководитель ООП:
Б.Б.Педько
августа 2017 г.

Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

Радиоэлектроника

Направление подготовки
03.03.03 Радиофизика

Программа подготовки
«Физика и технология радиоэлектронных приборов и устройств»

Для студентов 2 курса очной формы обучения

Составитель:
Самборский И.Г.

Тверь 2017

I. Аннотация

1. Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом

Радиоэлектроника

2. 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.

3. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к дисциплинам базовой части учебного плана и изучается в 3 и 4 семестрах.

4. Общая трудоемкость дисциплины составляет 4,0 зач.ед., 144 академических часов в том числе контактная работа:

Лекции 37 час., лабораторные занятия 37 час.; самостоятельная работа 70 час.

По учебному плану 2014 года набора:

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач.ед., 108 академических часов в том числе контактная работа:

Лекции 18 час., лабораторные занятия 37 час., практические занятия – 19 час.; самостоятельная работа 34 час.

5. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 способность к овладению	Уметь: использовать базовые знания в области математики и естественных наук для освоения основных вопросов радиоэлектроники.

базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности	
ОПК-2 способность самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные информационные технологии	Уметь самостоятельно сформировать системно-теоретические знания и практические навыки для принятия обоснованных решений при проведении научно-исследовательских и ремонтных работ.
ПК-2 способность использовать основные методы радиофизических измерений	Владеть навыками по эксплуатации измерительной аппаратуры и монтажу радиотехнических устройств Уметь: проводить радиоэлектронные измерения; делать оценку полученных результатов измерений Знать: принципы работы радиоэлектронных устройств различного назначения; основные принципы преобразования и обработки сигналов в радиотехнической аппаратуре ,

6. Форма промежуточной аттестации

Зачет в 3 и 4 семестрах

По учебному плану 2014 года набора - зачет в 3 семестре

7. Язык преподавания русский.

II. Структура дисциплины

1. Структура дисциплины для студентов очной формы обучения

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)		Самостоятельная работа (час.)
		Лекции	Практические (лабораторные) работы	
1. Электровакуумные приборы Основные сведения. Электрон в электрическом и магнитном полях. Электронная эмиссия. Вольтамперные харак-теристики ЭВП. Генераторные и моду-ляторные лампы. Индикаторы тлеющего разряда. Тиратроны.	9	5		4

Электроннолучевые приборы. Осциллографические трубки. Фотоэлементы и фотоумножители.				
2. Полупроводниковые приборы Электропроводность полу-проводников. 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.	9	5		4
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. Четырехполюсники, Z, Y- параметры, интегрирующие, дифференцирующие и 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 Воль-перта. Условия получения максимальной мощности в нагрузке. Использование отрезков длинных линий. Прямоугольные металлические волноводы. Диэлектрические волноводы. Волоконно-оптические линии.	9	5		4
4. Усилители электрических сигналов. Классификация и параметры усилителей. Усилители на электровакуумных приборах, бипо-	11	6		5

лярных, полевых транзисторах. Обратные связи в усилителях. Операционные усилители. Частотно-избирательные усилители. Режимы работы усилителей мощности. Параметрические усилители. Оптические усилители.				
.5. Генерирование колебаний. Генераторы гармонических колебаний. Условия самовоз-буждения, 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.	8	4		4
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 двухполоснике. 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.	12	6		6
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.	12	6		6

Наводки.				
<i>Лабораторные работы</i>				
1. Вольтамперные характеристики биполярного транзистора	8		4	4
2. Исследование полевого транзистора с управляющим р-п переходом	8		4	4
3. Проверка параметров полупроводников приборов	8		4	4
4. Дифференцирование и интегрирование импульсных сигналов на RC-цепях	10		5	5
5. Исследование генератора незатухающих колебаний	10		5	5
6. Исследование процесса амплитудной модуляции	10		5	5
7. Исследование синхронного детектора	10		5	5
8. Генератор релаксационных колебаний на логических элементах	10		5	5
ИТОГО	144	37	37	70

По учебному плану 2014 года набора

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)			Самостоятельная работа (час.)
		Лекции	Практические	лабораторные работы	
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. Осциллографические трубки. Фотоэлементы и фотоумножители.	7	3	2		2
2. Полупроводниковые приборы Электропроводность полу-проводников. 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.	7	2	3		2
3. Линейные пассивные цепи. Радиотехнические системы и их математические модели. Импульсные,	7	2	3		2

<p>переходные и частотные характеристики линейных стационарных систем. Принцип суперпозиции. Метод интеграла Дюамеля. Двухполюсники, последовательный и параллельный колебательные контуры. Четырехполюсники, Z, Y- параметры, интегрирующие, дифференцирующие и 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 Воль-перта. 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>	8	3	3		2
<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.</p>	6	2	2		2

Генераторы СВЧ колебаний на полупроводниковых диодах.					
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 двухполоснике. 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.	9	3	3		3
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.	9	3	3		3
<i>Лабораторные работы</i>					
1. Вольтамперные характеристики биполярного транзистора	6			4	2
2. Исследование полевого транзистора с управляющим р-п переходом	6			4	2
3. Проверка параметров полупроводников приборов	6			4	2
4. Дифференцирование и интегрирование импульсных сигналов на RC-цепях	7			5	2
5. Исследование генератора незатухающих колебаний	8			5	3
6. Исследование процесса амплитудной модуляции	7			5	2
7. Исследование синхронного детектора	8			5	3
8. Генератор релаксационных колебаний на логических элементах	7			5	2
ИТОГО	108	18	19	37	34

III. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

- планы лабораторных занятий,
- методические рекомендации
- практические задания
- итоговый контроль
- требования к рейтинг контролю

IV. Фонды оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Форма проведения промежуточного контроля: студенты, освоившие программу курса «Радиоэлектроника» могут получить зачет по итогам семестровой и полусеместровой рейтинговой аттестации согласно «Положения о рейтинговой системе обучения и оценки качества учебной работы студентов ТвГУ» (протокол №4 от 25 октября 2017 г.). Максимальная сумма баллов, которые можно получить за семестр 100.

Если условия «Положения о рейтинговой системе ...» не выполнены, то зачет сдается согласно «Положения о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) студентов ТвГУ» (протокол №4 от 25 октября 2017 г.).

Контроль сформированности компетенции осуществляется с помощью оценочных средств на основе критериев, которые разрабатываются с целью выявления соответствия этапов освоения компетенции планируемым результатам обучения (см. карту компетенций).

Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ОПК-1 "Способность к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности"

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков (2-3 примера)	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
Уметь: использовать базовые знания в области математики и естественных наук для освоения основных вопросов радиоэлектроники.	Электрон в электрическом и магнитном полях Объясните физический смысл формулы Найквиста.	<ul style="list-style-type: none">• Тема актуальна и сформулирована грамотно – 1 балл;• тема полностью раскрыта в докладе; корректно использован понятийный аппарат; логичность и ясность изложения – 2 балла;• использованы публикации последних лет – 1 балл;• определена позиция автора; предложен и аргументирован собственный взгляд на проблему – 1 балл;

Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ПК-2 "Способность использовать основные методы радиофизических измерений "

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков (2-3 примера)	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
<p align="center">Владеть</p> <p>навыками по эксплуатации измерительной аппаратуры и монтажу радиотехнических устройств</p>	<p>Методы выделения сигналов из шумов: метод накопления, метод фильтрации.</p> <p>Режимы работы усилителей мощности.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Тема актуальна и сформулирована грамотно – 1 балл; • тема полностью раскрыта в докладе; корректно использован понятийный аппарат; логичность и ясность изложения – 2 балла; • использованы публикации последних лет – 1 балл; • определена позиция автора; предложен и аргументирован собственный взгляд на проблему – 1 балл;
<p align="center">Уметь:</p> <p>проводить радиоэлектронные измерения; делать оценку полученных результатов измерений</p>	<p>Проверить параметры полупроводникового прибора</p> <p>Рассчитать величину емкости или индуктивности на входе линии передачи, необходимую для компенсации реактивной составляющей входного сопротивления.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Тема раскрыта с опорой на соответствующие понятия и теоретические положения – 4 балла • Аргументация на теоретическом уровне неполная, смысл ряда ключевых понятий не объяснен – 1 балл • Терминологический аппарат непосредственно не связан с раскрываемой темой – 0 баллов • Факты и примеры в полном объеме обосновывают выводы – 3 балла • Допущена фактическая ошибка, не приведшая к существенному искажению смысла – 2 балла • Допущены фактические и логические ошибки, свидетельствующие о

		непонимании темы – 0 баллов
Знать: принципы работы радиоэлектронных устройств различного назначения; основные принципы преобразования и обработки сигналов в радиотехнической аппаратуре	Принципы действия электровакуумных приборов СВЧ Объясните принцип цифровой обработки сигналов.	<ul style="list-style-type: none"> • Тема раскрыта с опорой на соответствующие понятия и теоретические положения – 4 балла • Факты и примеры в полном объеме обосновывают выводы – 4 балла • Ответ характеризуется композиционной цельностью, соблюдена логическая последовательность – 3 балла

V. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

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>

VI. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

VII. Методические указания 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 **заданий**.

Оценки успеваемости студентов проходит в модульную неделю в соответствии с графиков 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 102,7МГц, 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 $J_3(1,1)$

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

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

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

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 $Z_{ex} = R_{ex} + jX_{ex}$ 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	Z0 Ом	l м	диэлектрик	Ca пФ	La мкГн	Ra 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 четырехполосника.

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

Итоговый контроль проводится в форме зачета, который включает письменные или устные ответы на теоретические вопросы.

Вопросы к зачету:

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 «Технологические аспекты преобразования энергии» заканчивается зачетом в 8 семестре. Согласно нормативно – методическим материалам рейтинговой системы оценки качества учебной работы студентов ТвГУ, студент по предмету для получения зачета должен набрать за семестр не менее 50 баллов. Учащиеся, набравшие менее 20 баллов дают теоретический зачет в конце семестра.

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. Премияльные за выполнение и сдачу всех лабораторных работ 20 баллов. Выступление с докладом – 20 баллов. Всего 70 баллов.

Баллы по текущей работе студента начисляются за следующие виды работ:

- лабораторные работы – 7 баллов;
- выступление с докладом – 20 баллов;
- модульная контрольная работа – максимум 9 баллов.

VIII. Перечень педагогических и информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (по необходимости)

Процесс обучения включает аудиторные занятия путем проведения лекционных и семинарских занятий, групповые и индивидуальные консультации, текущий контроль полученных знаний, использование различных форм научно-исследовательской деятельности студентов, самостоятельную работу, а так же проведение итогового контроля.

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

Наименование специальных* помещений	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p>Учебно-научная лаборатория радиоэлектроники и микроэлектроники № 25 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)</p>	<p>1 Монитор СТХ 2 Компьютер Intel Original LGA1155 Core i5-3470, монитор AOC 23" e2370Sd 3 Компьютер Intel Original LGA1155 Core i5-3470, монитор AOC 23" e2370Sd 4 Осциллограф цифровой WA 102 5 Компьютер iRU Corp 510 I5-2400/4096/500/G210-512/DVD-RW/W7S/монитор E-Machines E220HQVB 21.5" 6 Принтер Samsung лазерный 7 Принтер Samsung лазерный 8 Спектрометр ИКС-29 9 Программно-аппаратный комплекс для микроанализа и морфологического анализа поверхности (микроскоп) 10 Дифрактометр рентгеновский ДСО-2 для уточнения ориентации монокристаллов 11 Электронно-оптический комплекс для анализа морфологии кристаллов NanoMap-1000WLI 12 Тепловизор FLIR T250 в комплекте 13 Вольметр цифровой В7-78/2</p>	<p>Google Chrome – бесплатно Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г. MS Office 365 pro plus - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017 Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017</p>
<p>Учебная аудитория № 28 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)</p>	<p>1. Комплект учебной мебели на 25 посадочных мест. 2. Экран настенный 153x203 3. Переносной комплект мультимедийной техники.</p>	<p>Adobe Acrobat Reader DC – бесплатно Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017 Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г.</p>

		Google Chrome – бесплатно MS Office 365 pro plus - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017
--	--	---

Помещения для самостоятельной работы:

Наименование помещений	Оснащенность помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p>Помещение для самостоятельной работы, учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, практики, Компьютерный класс физико-технического факультета. Компьютерная лаборатория робототехнических систем №4а (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)</p>	<p>1. Компьютер RAMEC STORM C2D 4600/160Gb/ 256mB/DVD-RW +Монитор LG TFT 17" L1753S-SF – 12 шт 2. Мультимедийный комплект учебного класса (вариант № 2) Проектор Casio XJ-M140, настенный проекц. экран Lumien 180*180. ноутбук Dell N4050. сумка 15,6", мышь 3. Коммутатор D-Link 10/100/1000mbps 16-portr DGS-1016D 4. Видеокамера IP-FALCON EYE FE-IPC-BL200P, ОнЛайн Трейд ООО 5. Видеокамера IP-FALCON EYE FE-IPC-BL200P, ОнЛайн Трейд ООО 6. Демонстрационное оборудование комплект «LegoMidstormsEV3» 7. Комплект учебной мебели</p>	<p>Adobe Acrobat Reader DC - бесплатно Cadence SPB/OrCAD 16.6 - Государственный контракт на поставку лицензионных программных продуктов 103 - ГК/09 от 15.06.2009 Google Chrome - бесплатно Java SE Development Kit 8 Update 45 (64-bit) - бесплатно Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г. Lazarus 1.4.0 - бесплатно Lego MINDSTORM EV3 - бесплатно Mathcad 15 M010 - Акт предоставления прав ИС00000027 от 16.09.2011 MATLAB R2012b - Акт предоставления прав № Us000311 от 25.09.2012 Microsoft Express Studio 4 - бесплатно MiKTeX 2.9 - бесплатно MPICH 64-bit – бесплатно MSXML 4.0 SP2 Parser and SDK - бесплатно Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017 MS Office 365 pro plus - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017</p>

Х. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины (или модуля)	Описание внесенных изменений	Дата и протокол заседания кафедры, утвердившего изменения
1.	Раздел IV	Реквизиты «Положения о рейтинговой системе обучения и оценки качества учебной работы студентов ТвГУ» и «Положения о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) студентов ТвГУ»	Протокол Совета ФТФ №5 от 31 октября 2017 г.
2.	Раздел IX	Оснащенность аудиторного фонда для проведения учебных занятий и самостоятельной работы студентов согласно «Справки МТО ООП ...»	Протокол Совета ФТФ №5 от 31 октября 2017 г.