МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Формирование и передача сигналов

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки (специальность): **25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования**
Направленность (профиль): **Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования воздушных судов и аэропортов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **КИПР, Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2011 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	26	26	часов
2	Практические занятия	8	8	часов
3	Лабораторные занятия	16	16	часов
4	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	16	16	часов
5	Всего аудиторных занятий	66	66	часов
6	Из них в интерактивной форме	12	12	часов
7	Самостоятельная работа	114	114	часов
8	Всего (без экзамена)	180	180	часов
9	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
10	Общая трудоемкость	216	216	часов
		6.0	6.0	З.Е

Экзамен: 6 семестр
Курсовое проектирование / Курсовая работа: 6 семестр

Согласована на портале № 9751

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 6/2016 от « 3 » 11 2016 г.

Томск 2017

Согласована на портале № 9751

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования , утвержденного 2016-09-12 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

профессор каф. КИПР каф. КИПР _____ Шостак А. С.

Заведующий обеспечивающей каф.
КИПР _____ Карабан В. М.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан РКФ _____ Озеркин Д. В.

Заведующий выпускающей каф.
КИПР _____ Карабан В. М.

Эксперты:

профессор каф. КИПР каф. КИПР _____ Масалов Е. В.

Согласована на портале № 9751

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Дисциплина “Формирование и передача сигналов” обеспечивает базовую фундаментальную подготовку радиоинженеров, изучение которой подготавливает студентов к усвоению последующих профилирующих дисциплин, определяемых учебным планом в рамках специальности

1.2. Задачи дисциплины

– Курс знакомит студентов с описанием моделей сигналов и помех, с методами управления информационными параметрами сигналов, с видами модуляции и основам теории кодирования. При изучении курса студенты получают знания по вопросам возбуждения и формирования сигналов в диапазоне умеренно высоких частот и в диапазоне СВЧ. Рассматриваются также специальные вопросы эксплуатации передатчиков.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Формирование и передача сигналов» (Б1.В.ДВ.2.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования.

Последующими дисциплинами являются: Автоматизированные системы управления воздушным движением, Прием и обработка сигналов, Радиолокационные системы, Системный анализ, Электромагнитная совместимость.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-4 готовностью участвовать в модернизации транспортного радиоэлектронного оборудования, формировать рекомендации по выбору и замене его элементов и систем;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** • математические модели описания сигналов и помех, их физическую сущность. • математические и структурные модели каналов передачи информации; • информационные характеристики сообщений, помех и каналов; • способы управления информационными параметрами сигналов; • основы помехоустойчивого кодирования; • принципы построения современных радиопередатчиков различных типов и мощностей, различных диапазонов частот; • способы и устройства формирования сигналов при различных видах и классах излучений; • принципы работы, схемные решения основных узлов и цепей согласования в радиопере-датчиках; • принципы работы и основные характеристики электронных приборов СВЧ диапазона, их использование в СВЧ радиопередатчиках; • особенности технической эксплуатации радиопередающих устройств

– **уметь** • определять помехоустойчивость и эффективность простейших систем передачи инфор-мации. • производить инженерный расчет структурных схем, схем основных узлов радиопередат-чиков. • анализировать работу основных узлов, строить и читать схемы радиопередающих уст-ройств. • выбирать экономичные режимы работы каскадов при обеспечении заданных характери-стик. • производить экспериментальные работы по измерению основных показателей функцио-нирования различных каскадов формирования радиосигналов.

– **владеть** • использованием литературных источников, справочной литературы, прикладных и нормативных изданий с целью освоения знаний и выполнения проектных работ; • методами и способами обработки результатов изучения и исследования конкретных уз-лов и схем формирования радиосигналов. • пользованием и применением компьютерной техники к изучению материала дисциплины, проверки своих знаний и умений и выполнения проектных заданий по устройствам передачи радиосигналов

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Согласована на портале № 9751

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		6 семестр
Аудиторные занятия (всего)	66	66
Лекции	26	26
Практические занятия	8	8
Лабораторные занятия	16	16
Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	16	16
Из них в интерактивной форме	12	12
Самостоятельная работа (всего)	114	114
Выполнение курсового проекта (работы)	21	21
Оформление отчетов по лабораторным работам	24	24
Проработка лекционного материала	45	45
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	24	24
Всего (без экзамена)	180	180
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость час	216	216
Зачетные Единицы Трудоемкости	6.0	6.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

№	Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Курсовая работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1	Общие сведения о системах формирования и передачи сигналов (ФИПС). Сигналы и помехи.	2	0	0	6	0	8	ПК-4
2	Генераторы с внешним возбуждением (ГВВ)	4	4	8	30	0	46	ПК-4
3	Возбудители радиопередатчиков. Синтезаторы сетки частот. Умножители частоты.	4	2	4	18	0	28	ПК-4
4	Выходные колебательные системы, цепи межкаскадных связей. Сложение мощностей активных элементов	2	2	4	16	0	24	ПК-4

Согласована на портале № 9751

5	Радиопередающие устройства с амплитудной модуляцией (АМ). Радиопередатчики с угловой модуляцией. Радиопередатчики с однополосной модуляцией (ОМ).	4	0	0	24	0	28	ПК-4
6	Генераторы диапазона СВЧ. Радиопередающие устройства с импульсной модуляцией.	2	0	0	4	0	6	ПК-4
7	Качественные показатели передатчиков, их обеспечение и методы измерений.	2	0	0	4	0	6	ПК-4
8	Техническая эксплуатация РПдУ.	2	0	0	4	0	6	ПК-4
9	Основы теории информации	2	0	0	4	0	6	ПК-4
10	Основы теории кодирования	2	0	0	4	0	6	ПК-4
	Итого	26	8	16	114	16	180	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1 Общие сведения о системах формирования и передачи сигналов (ФИПС). Сигналы и помехи.	Предмет и задачи курса. Связь курса с другими дисци-плинами учебного плана. Библиографический обзор. Краткий исторический очерк развития теории и техни-ки пере¬дачи информации.	2	ПК-4
	Итого	2	
2 Генераторы с внешним возбуждением (ГВВ)	Обобщенная структурная схема ГВВ. Основные технические характеристики: рабочая частота (диапазон частот), выходная мощность, коэффициент передачи и т.д.). Требования к ГВВ.Влияние угла отсечки на работу ГВВ; коэффициенты Берга.Режимы работы ГВВ (недонапряженный, п-ренапряженный, сильно перенапряженный). Формы импульсов коллекторного тока в различных режимах работы.Методы анализы работы ГВВ (графоаналитический, идеализации статических характеристик электронного прибора).Метод идеализации статических характеристик. Динамическая	4	ПК-4

Согласована на портале № 9751

	характеристика Линия граничного режима. Остаточное напряжение. Уравнение коллек-торного тока идеализированных характеристиках. Параметры граничного режима. Зависимость мощности первой гармоники от эквивалентного сопротивления нагрузки в граничном режиме.ГВВ на биполярных транзисторах (БТ) в граничном и недонапряженном режимах. Эквивалентная схема простейшего БТ с ОЭ в активном состоянии. Выражение для тока коллектора. Зависимость коэффициента усиления по току в схеме с ОЭ β от частоты. Свойства БТ в области низких, средних и высоких частот.		
	Итого	4	
3 Возбудители радиопередатчиков. Синтезаторы сетки частот. Умножители частоты.	Требования к стабильности частоты передатчиков. Возбудители РПдУ. Обобщенная структурная схема. Основные параметры.Транзисторные автогенераторы (АГ). Общие соображения. Обобщенная структурная схема. Трехточечная схема АГ. Получение основных соотношений (квазилинейный метод). Уравнение баланса амплитуд. Уравнение баланса фаз. Режимы «мягкого» и «жесткого» самовозбуждения. Емкостная и индуктивная трех-точка. Классическая схема емкостной трехточки; схема Клаппа.Нестабильность частоты. Классификация дестабилизирующих факторов. Пути их влияния на нестабильность частоты АГ. Методы повышения стабильности частоты АГ.Цепи питания АГ.Кварцевые АГ. Виды, свойства и эквивалентная схема кварцевого резонатора (КВР). Частоты последовательного и параллельного резонанса.Классификация схем кварцевых АГ (КВР используется как индуктивное сопротивление, КВР используется как последовательный контур в цепи обратной связи). Нейтрализация емкости кварцедержателя	4	ПК-4
	Итого	4	
4 Выходные колебательные системы, цепи межкаскадных	Назначение и требования к выходным колебательным системам и цепям	2	ПК-4

Согласована на портале № 9751

связей. Сложение мощностей активных элементов	межкаскадных связей. Выходные колебательные системы узкодиапазонных передатчиков. Выходные колебательные системы широкодиапазонных передатчиков. Простые цепи согласования в усилителях мощности. Расчетные формулы. Оценка фильтрации высших гармоник. Учет потерь в простых цепях согласования и их КПД.		
	Итого	2	
5 Радиопередающие устройства с амплитудной модуляцией (АМ). Радиопередатчики с угловой модуляцией. Радиопередатчики с однополосной модуляцией (ОМ).	АМ сигнал: временное выражение, спектр, осциллограмма. Глубина модуляции. Энергетические выражения для режима несущей, максимального и минимального режимов. Средняя мощность при модуляции. Статическая модуляционная характеристика. Амплитудная динамическая модуляционная характеристика. Частотная динамическая модуляционная характеристика.Способы формирования АМ сигнала: базовая и коллекторная модуляции; комбинированная модуляция.Порядок расчета коллекторной модуляции. Усиление модулированных колебаний.Частотная (ЧМ), фазовая (ФМ) модуляция. Различие и особенности. Временные выражения и спектры колебаний. Модуляционные характеристики.Методы формирования угловой модуляции (прямые и косвенные). Формирование ЧМ сигнала с помощью варикапа. Принципиальная и эквивалентная схемы АГ с варикапом. Основные расчетные соотношения. Варикапы и их свойства.	4	ПК-4
	Итого	4	
6 Генераторы диапазона СВЧ. Радиопередающие устройства с импульсной модуляцией.	Физические принципы, используемые в усилительных и генераторных СВЧ приборах. Основные типы приборов. Усилительные клистроны. Генератор-ные клистроны. Лампы бегущей волны. Приборы магнетронного типа. Особенности транзисторов СВЧ диапазона. Лавиннопролетные диоды (ЛПД). Принцип действия генератора СВЧ на ЛПД. Диоды Ганна. Принцип	2	ПК-4

Согласована на портале № 9751

	действия генератора СВЧ на диаде Ганна. Умножитель частоты диа¬пазона СВЧ на варикапе		
	Итого	2	
7 Качественные показатели передатчиков, их обеспечение и методы измерений.	Основные параметры качества передачи, используемые для количественной оценки искажений РПдУ разного назначения. Параметры, определяющие электромагнитную со¬вместимость РПдУ (побочные и внеполосные излучения, шумы и индустриальные помехи, интермодуляционные помехи). Необходимая полоса частот.	2	ПК-4
	Итого	2	
8 Техническая эксплуатация РПдУ.	Основы теории эксплуатации. Виды технического состояния (исправное, работоспособное, предельное состояние). Основные эксплуатационные характеристики и показатели (коэффициент эффективности, надежность, безотказность). Отказ. Виды отказов. Сбой. Средняя наработка на отказ.	2	ПК-4
	Итого	2	
9 Основы теории информации	Передача сообщений по дискретному каналу. Энтропия, избыточность, количество информации. Дискретный канал (ДК) с помехами. Скорость передачи информации, пропускная способность канала.	2	ПК-4
	Итого	2	
10 Основы теории кодирования	Помехоустойчивое кодирование. Принципы построение корректирующих кодов, классификация. Основные понятия и определения (кодовое расстояние, связь корректирующей способности кода с величиной кодового расстояния).	2	ПК-4
	Итого	2	
Итого за семестр		26	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представ-лены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

№	Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин

Согласована на портале № 9751

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Предшествующие дисциплины											
1	Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования								+		
Последующие дисциплины											
1	Автоматизированные системы управления воздушным движением							+			
2	Прием и обработка сигналов			+							
3	Радиолокационные системы						+				
4	Системный анализ	+									
5	Электромагнитная совместимость							+			

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5. 4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий					Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	Самостоятельная работа	

Согласована на портале № 9751

ПК-4	+	+	+	+	+	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов (работ), Отчет по курсовой работе, Отчет по практике

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные практические занятия	Интерактивные лабораторные занятия	Интерактивные лекции	Всего
6 семестр				
Мозговой штурм	4	4	4	12
Итого за семестр:	4	4	4	12
Итого	4	4	4	12

7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

Названия разделов	Содержание лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
2 Генераторы с внешним возбуждением (ГВВ)	Исследование режима ГВВ при изменении питающих напряжений	4	ПК-4
	Исследование зависимости режима работы ГВВ от угла отсечки	4	
	Итого	8	
3 Возбудители радиопередатчиков. Синтезаторы сетки частот. Умножители частоты.	Исследование кварцевого автогенератора	4	ПК-4
	Итого	4	
4 Выходные колебательные системы, цепи межкаскадных связей. Сложение мощностей активных элементов	Исследование нагрузочных и резонансных характеристик ГВВ	4	ПК-4
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 9751

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
2 Генераторы с внешним возбуждением (ГВВ)	Расчет ГВВ.	2	ПК-4
	Расчет УЧ.	2	
	Итого	4	
3 Возбудители радиопередатчиков. Синтезаторы сетки частот. Умножители частоты.	Расчет АГ.	2	ПК-4
	Итого	2	
4 Выходные колебательные системы, цепи межкаскадных связей. Сложение мощностей активных элементов	Расчет цепей фильтрации и согласования.	2	ПК-4
	Итого	2	
Итого за семестр		8	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
6 семестр				
1 Общие сведения о системах формирования и передачи сигналов (ФИПС). Сигналы и помехи.	Проработка лекционного материала	6	ПК-4	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Итого	6		
2 Генераторы с внешним возбуждением (ГВВ)	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-4	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практике
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6		
	Проработка лекционного материала	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	30		

Согласована на портале № 9751

3 Возбудители радиопередатчиков. Синтезаторы сетки частот. Умножители частоты.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-4	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практике
	Проработка лекционного материала	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	18		
4 Выходные колебательные системы, цепи межкаскадных связей. Сложение мощностей активных элементов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-4	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практике
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	16		
5 Радиопередающие устройства с амплитудной модуляцией (АМ). Радиопередатчики с угловой модуляцией. Радиопередатчики с однополосной модуляцией (ОМ).	Проработка лекционного материала	3	ПК-4	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по курсовой работе
	Выполнение курсового проекта (работы)	21		
	Итого	24		
6 Генераторы диапазона СВЧ. Радиопередающие устройства с импульсной модуляцией.	Проработка лекционного материала	4	ПК-4	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Итого	4		
7 Качественные показатели передатчиков, их обеспечение и методы измерений.	Проработка лекционного материала	4	ПК-4	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Итого	4		
8 Техническая эксплуатация РПдУ.	Проработка лекционного материала	4	ПК-4	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Итого	4		
9 Основы теории информации	Проработка лекционного материала	4	ПК-4	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Итого	4		
10 Основы теории кодирования	Проработка лекционного материала	4	ПК-4	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Итого	4		
Итого за семестр		114		
	Подготовка к экзамену	36		Экзамен
Итого		150		

Согласована на портале № 9751

9.1. Тематика практики

1. ГВВ на полевых транзисторах в граничном и недонапряженном режимах. Основные отличия поле-вого (ПТ) и биполярного транзисторов. Эквивалентная схема простейшего ПТ. Уравнение для тока стока. Уравнение для амплитуды импульсов тока в гранич-ном режиме (ГР).
2. Теоретическая оценка предельных значений КПД для различных схем ГВВ. Методы повышения КПД. ГВВ на биполярных транзисторах в ключевом режиме. Использование высших гармоник для повышения КПД.
3. Примеры схемного построения различных ГВВ (резистивный ГВВ, резонансный ГВВ). Назначение элементов схемы. Осциллограммы сигналов в различных точках схемы. Пути протекания токов в схеме.
4. Цепи питания ГВВ. Схемы с последовательным и параллельным питанием. Достоинства и недостатки. Разделительные и блокировочные элементы. Расчетные соотношения. Использование автоматического смещения.

10. Курсовая работа

Содержание курсовой работы (проекта), трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 10.1.

Таблица 10. 1 – Содержание курсовой работы (проекта), трудоемкость и формируемые компетенции

Содержание курсовой работы	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
6 семестр		
Расчет и защита радиопередающих устройств	16	ПК-4
Итого за семестр	16	

10.1 Темы курсовых работ

Примерная тематика курсовых работ (проектов):

– 1. Расчет радиопередатчика с амплитудной модуляцией (варьируется частота, мощность, стабильность, коэффициент модуляции, способ модуляции). 2. Расчет радиопередатчика с частотной модуляцией (варьируется частота, мощность, стабильность, девиация модуляции, способ модуляции). 3. Расчет радиопередатчика с однополосной модуляцией (варьируется частота, мощность, стабильность, способ модуляции).

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
6 семестр				
Защита курсовых проектов (работ)			13	13
Конспект самоподготовки	4	4	4	12
Опрос на занятиях	4	4	4	12
Отчет по курсовой работе	3	3	3	9

Согласована на портале № 9751

Отчет по лабораторной работе	4	4	4	12
Отчет по практике	4	4	4	12
Итого максимум за период	19	19	32	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	19	38	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Формирование и передача сигналов. Часть 1: Курс лекций / Шостак А. С. - 2012. 154 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1209, свободный.

2. Формирование и передача сигналов. Часть 2: Курс лекций / Шостак А. С. - 2012. 90 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1210, свободный.

12.2. Дополнительная литература

1. 1. Устройство генерирования и формирование сигналов: учебник / Г.А. Дегтярь, - Новосибирск: НГТУ, 2005, 479 (1) с. Часть 1. (наличие в библиотеке ТУСУР - 31 экз.)

2. 2. Устройство генерирования и формирование сигналов: учебник / Г.А. Дегтярь, - Новосибирск: НГТУ, 2005, 546 (2) с. Часть 2. (наличие в библиотеке ТУСУР - 31 экз.)

3. 3. Радиопередающие устройства: Учебник для вузов / В.В. Шахгильдян [и др.]. – 3- е изд. пераб. и дополн. – М.: Радио и связь, 2003, - 559 (1) с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 136 экз.)

4. 4. Методическое пособие по практическим занятиям и проверочные тесты по дис-

Согласована на портале № 9751

циплине “Устройства генерирования и формирования сигналов” (УГФС): Г.Д. Казанцев, А.Г. Ильин, А.Д. Бордус; ТУСУР. Кафедра телевидения и управления. – Томск, 2007. – 38 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

5. 5. Проектирование радиопередающих устройств на транзисторах: методическое пособие к курсовому проектированию по дисциплине “Устройства генерирования и формирования сигналов”/ А.Д. Бордус, Г.Д. Казанцев, А.Г. Ильин; Федеральное агентство по образованию, ТУСУР, Кафедра телевидения и управления. - Томск: 2007/ - 66с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.)

12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Формирование и передача сигналов: Учебное методическое пособие по практическим занятиям и курсовому проектированию / Шостак А. С. - 2012. 40 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1206, свободный.
2. Формирование и передача сигналов: Методическое пособие по самостоятельной работе студентов (СРС) / Шостак А. С. - 2012. 23 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2215, свободный.
3. Формирование и передача сигналов: Руководство по лабораторным работам / Бордус А. Д. - 2012. 84 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1894, свободный.

12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Пакеты прикладных программ Microsoft Office 7.0, MathCAD – 13.0, 14.0

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения практических занятий необходимые справочные данные (в том числе в упомянутых учебно-методических пособиях).

Лабораторные работы проводятся на современном оборудовании, состоящего из специализированных лабораторных установок и измерительно-информационных приборов.

14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

Согласована на портале № 9751

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Формирование и передача сигналов

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки (специальность): **25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования**
Направленность (профиль): **Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования воздушных судов и аэропортов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **КИПР, Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры**
Курс: **3**
Семестр: **6**

Учебный план набора 2011 года

Разработчики:
- профессор каф. КИПР каф. КИПР Шостак А. С.

Экзамен: 6 семестр
Курсовое проектирование / Курсовая работа: 6 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 9751

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ПК-4	готовностью участвовать в модернизации транспортного радиоэлектронного оборудования, формировать рекомендации по выбору и замене его элементов и систем	Должен знать • математические модели описания сигналов и помех, их физическую сущность. • математические и структурные модели каналов передачи информации; • информационные характеристики сообщений, помех и каналов; • способы управления информационными параметрами сигналов; • основы помехоустойчивого кодирования; • принципы построения современных радиопередатчиков различных типов и мощностей, различных диапазонов частот; • способы и устройства формирования сигналов при различных видах и классах излучений; • принципы работы, схемные решения основных узлов и цепей согласования в радиопере-датчиках; • принципы работы и основные характеристики электронных приборов СВЧ диапазона, их использование в СВЧ радиопередатчиках; • особенности технической эксплуатации радиопередающих устройств ; Должен уметь • определять помехоустойчивость и эффективность простейших систем передачи инфор-мации. • производить инженерный расчет структурных схем, схем основных узлов радиопередат-чиков. • анализировать работу основных узлов, строить и читать схемы радиопередающих уст-ройств. • выбирать экономичные режимы работы каскадов при обеспечении заданных характери-стик. • производить экспериментальные работы по измерению основных показателей функцио-нирования различных каскадов формирования радиосигналов. ; Должен владеть • использованием литературных источников, справочной

Согласована на портале № 9751

		литературы, прикладных и нормативных изданий с целью освоения знаний и выполнения проектных работ; • методами и способами обработки результатов изучения и исследования конкретных уз-лов и схем формирования радиосигналов. • пользованием и применением компьютерной техники к изучению материала дисциплины, проверки своих знаний и умений и выполнения проектных заданий по устройствам передачи радиосигналов ;

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-4

ПК-4: готовностью участвовать в модернизации транспортного радиоэлектронного оборудования, формировать рекомендации по выбору и замене его элементов и систем.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает основы теории генерации колебаний в различных диапазонах частот, знает современные направления модернизации транспортного	Умеет осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования радиолиний линий, выполнять расчет и проектирование линий передачи СВЧ для СВЧ	Владеет навыками работы по исследованию структуры электромагнитного поля, проведению расчетов основных характеристик радиолиний линий передачи СВЧ с

Согласована на портале № 9751

	радиооборудования с целью выработки рекомендаций по выбору и замене его элементов и систем	электроники в соответствии с техническим заданием на основе средств вычислительной техники и информационных технологий;	использованием средств современной вычислительной техники и информационных технологий
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Отчет по курсовой работе; • Отчет по практике; • Экзамен; • Курсовое проектирование / Курсовая работа;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Защита курсовых проектов (работ); • Конспект самоподготовки; • Отчет по курсовой работе; • Отчет по практике; • Экзамен; • Курсовое проектирование / Курсовая работа;	• Отчет по лабораторной работе; • Защита курсовых проектов (работ); • Отчет по курсовой работе; • Отчет по практике; • Экзамен; • Курсовое проектирование / Курсовая работа;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем;	• Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы;

Согласована на портале № 9751

	применимости;		
Хорошо (базовый уровень)	• Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования ;	• Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Обладает базовыми общими знаниями;	• Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач;	• Работает при прямом наблюдении;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Вопросы на самоподготовку

– Общие сведения о системах ФиПС. Сигналы и помехи.

– Генераторы с внешним возбуждением (ГВВ). Теория и практика.

– Возбудители радиопередатчиков. Синтезаторы сетки частот. Умножители частоты.

– Выходные колебательные системы, цепи межкаскадных связей. Сложение мощностей активных элементов.

– Радиопередающие устройства с амплитудной модуляцией (АМ). Радиопередатчики с угловой модуляцией. Радиопередатчики с однополосной модуляцией (ОМ).

– Техническая эксплуатация РПдУ

– Основы теории информации.

– Основы теории кодирования.

3.2 Темы опросов на занятиях

– Предмет и задачи курса. Связь курса с другими дисци-плинами учебного плана. Библиографический обзор. Краткий исторический очерк развития теории и техни-ки пере¬дачи информации.

– Обобщенная структурная схема ГВВ. Основные технические характеристики: рабочая частота (диапазон частот), выходная мощность, коэффициент передачи и т.д.). Требования к ГВВ. Влияние угла отсечки на работу ГВВ; коэффициенты Берга. Режимы работы ГВВ (недонапряженный, п-ренапряженный, сильно перенапряженный). Формы импульсов коллекторного тока в различных режимах работы. Методы анализы работы ГВВ (графоаналитический, идеализации статических характеристик электронного прибора). Метод идеализации статических характеристик. Динамическая характеристика Линия граничного режима. Остаточное напряжение. Уравнение коллек-торного тока идеализированных характеристиках. Параметры граничного режима. Зависимость мощности первой гармоники от эквивалентного сопротивления нагрузки в граничном режиме. ГВВ на биполярных транзисторах (БТ) в граничном и недонапряженном режимах. Эквивалентная схема простейшего БТ с ОЭ в активном состоянии. Выражение для тока коллектора. Зависимость коэффициента усиления по току в схеме с ОЭ β от частоты. Свойства БТ в области низких, средних и высоких частот.

– Требования к стабильности частоты передатчиков. Возбудители РПдУ. Обобщенная структурная схема. Основные параметры. Транзисторные автогенераторы (АГ). Общие соображения. Обобщенная структурная схема. Трехточечная схема АГ. Получение основных соотношений (квазилинейный метод). Уравнение баланса амплитуд. Уравнение баланса фаз. Режимы «мягкого» и «жесткого» самовозбуждения. Емкостная и индуктивная трех-точка.

Согласована на портале № 9751

Классическая схема емкостной трехточки; схема Клаппа. Нестабильность частоты. Классификация дестабилизирующих факторов. Пути их влияния на нестабильность частоты АГ. Методы повышения стабильности частоты АГ. Цепи питания АГ. Кварцевые АГ. Виды, свойства и эквивалентная схема кварцевого резонатора (КВР). Частоты последовательного и параллельного резонанса. Классификация схем кварцевых АГ (КВР используется как индуктивное сопротивление, КВР используется как последовательный контур в цепи обратной связи). Нейтрализация емкости кварцедержателя

– Назначение и требования к выходным колебательным системам и цепям межкаскадных связей. Выходные колебательные системы узкодиапазонных передатчиков. Выходные колебательные системы широкодиапазонных передатчиков. Простые цепи согласования в усилителях мощности. Расчетные формулы. Оценка фильтрации высших гармоник. Учет потерь в простых цепях согласования и их КПД.

– АМ сигнал: временное выражение, спектр, осциллограмма. Глубина модуляции. Энергетические выражения для режима несущей, максимального и минимального режимов. Средняя мощность при модуляции. Статическая модуляционная характеристика. Амплитудная динамическая модуляционная характеристика. Частотная динамическая модуляционная характеристика. Способы формирования АМ сигнала: базовая и коллекторная модуляции; комбинированная модуляция. Порядок расчета коллекторной модуляции. Усиление модулированных колебаний. Частотная (ЧМ), фазовая (ФМ) модуляция. Различие и особенности. Временные выражения и спектры колебаний. Модуляционные характеристики. Методы формирования угловой модуляции (прямые и косвенные). Формирование ЧМ сигнала с помощью варикапа. Принципиальная и эквивалентная схемы АГ с варикапом. Основные расчетные соотношения. Варикапы и их свойства.

– Физические принципы, используемые в усилительных и генераторных СВЧ приборах. Основные типы приборов. Усилительные клистроны. Генератор-ные клистроны. Лампы бегущей волны. Приборы магнетронного типа. Особенности транзисторов СВЧ диапазона. Лавиннопролетные диоды (ЛПД). Принцип действия генератора СВЧ на ЛПД. Диоды Ганна. Принцип действия генератора СВЧ на диаде Ганна. Умножитель частоты диа¬пазона СВЧ на варикапе

– Основные параметры качества передачи, используемые для количественной оценки искажений РПдУ разного назначения. Параметры, определяющие электромагнитную со¬вместимость РПдУ (побочные и внеполосные излучения, шумы и индустриальные помехи, интермодуляционные помехи). Необходимая полоса частот.

– Основы теории эксплуатации. Виды технического состояния (исправное, работоспособное, предельное состояние). Основные эксплуатационные характеристики и показатели (коэффициент эффективности, надежность, безотказность). Отказ. Виды отказов. Сбой. Средняя наработка на отказ.

– Передача сообщений по дискретному каналу. Энтропия, избыточность, количество информации. Дискретный канал (ДК) с помехами. Скорость передачи информации, пропускная способность канала.

– Помехоустойчивое кодирование. Принципы построение корректирующих кодов, классификация. Основные понятия и определения (кодовое расстояние, связь корректирующей способности кода с величиной кодового расстояния).

3.3 Экзаменационные вопросы

– 1. Основные понятия и параметры РПдУ (определения из ГОСТа 24375 - 80) 2. Диапазоны частот и волн; их применение 3. Классификация РПдУ 4. Обобщенная структурная схема РПдУ 5. Обобщенная структурная схема ГВВ 6. Энергетические соотношения в ГВВ 7. Методы анализа работы ГВВ с нелинейным генераторным прибором 8. Аппроксимация статических характеристик безынерционных генераторных приборов. Кусочно-линейная аппроксимация СХ генераторных приборов 9. Основные правила проведения идеализации СХ 10. Динамические характеристики и режимы работы ГВВ 11. Гармонический анализ импульсов выходного тока 12. Нагрузочные характеристики ГВВ 13. ГВВ на биполярных транзисторах в граничном и недонапряженном режимах 14. Схемы генераторов с внешним возбуждением. 15.

Согласована на портале № 9751

Примеры схемного построения ГВВ. Схемы генераторов с резонансными цепями связи. Цепи питания транзисторных генераторов 16. Сложение мощностей активных элементов 17 Умножители частоты 18. Возбудители радиопередатчиков 19. Назначение и области применения автогенераторов 2. Уравнение стационарного состояния автогенератора 21. Анализ стационарного режима АГ при фиксированном смещении. Особенности работы АГ с автоматическим смещением 21. Условия самовозбуждения и стационарного режима АГ. 23. Эквивалентные трехточечные схемы автогенератора 24. Кварцевая стабилизация частоты 25. Синтезаторы частот 26. Модуляция. Виды модуляции 27. Частотная и фазовая модуляция аналоговых сообщений 28. Методы осуществления угловой модуляции. 28. Частотный и фазовый модуляторы. 30. Частотная и фазовая модуляция (манипуляция) дискретных сообщений 31. Амплитудная модуляция 32. Однополосная модуляция 33. РПдУ с импульсной модуляцией сигнала. Основные понятия 34. Импульсные модуляторы с неполным разрядом накопителя. 35. Импульсные модуляторы с полным разрядом накопителя 36. Магнитные импульсные модуляторы 37. Сложение мощностей генераторов 37. Особенности построения СВЧ генераторов 38. Генераторы с внутренней обратной связью (диоды Ганна, лавинно-пролетные диоды) 39. Особенности построения СВЧ генераторов 40. Радиопередающие устройства метрового и дециметрового диапазонов. Металлокерамические лампы 41. Передающие устройства на пролетных клистронах 42. Генераторы на магнетронах 43. Лампы бегущей волны 44. Применение твердотельных приборов в СВЧ. Диоды Ганна (ДГ), Лавинно – пролетные диоды (ЛПД) 45. Основы теории эксплуатации. Основные эксплуатационные характеристики и показатели. 46. Цели и эффективность технического обслуживания. 47. Основы теории информации. Передача сообщений по дискретному каналу, передача сообщений по непрерывному каналу. 48. Основы теории кодирования. Помехоустойчивое кодирование. Основные понятия и определения.

3.4 Тематика практики

– ГВВ на полевых транзисторах в граничном и недонапряженном режимах. Основные отличия поле-вого (ПТ) и биполярного транзисторов. Эквивалентная схема простейшего ПТ. Уравнение для тока стока. Уравнение для амплитуды импульсов тока в гранич-ном режиме (ГР).

– Теоретическая оценка предельных значений КПД для различных схем ГВВ. Методы повышения КПД. ГВВ на биполярных транзисторах в ключевом режиме. Использование высших гармоник для повышения КПД.

– Примеры схемного построения различных ГВВ (резистивный ГВВ, резонансный ГВВ). Назначение элементов схемы. Осциллограммы сигналов в различных точках схемы. Пути протекания токов в схеме.

– Цепи питания ГВВ. Схемы с последовательным и параллельным питанием. Достоинства и недостатки. Разделительные и блокировочные элементы. Расчетные соотношения. Использование автоматического смещения.

3.5 Темы лабораторных работ

– Исследование режима ГВВ при изменении питающих напряжений
– Исследование зависимости режима работы ГВВ от угла отсечки
– Исследование кварцевого автогенератора
– Исследование нагрузочных и резонансных характеристик ГВВ

3.6 Темы курсовых проектов (работ)

– Расчет радиопередатчика с амплитудной модуляцией (варьируется частота, мощность, стабильность, коэффициент модуляции, способ модуляции).

– Расчет радиопередатчика с частотной модуляцией (варьируется частота, мощность, стабильность, девиация модуляции, способ модуляции).

– Расчет радиопередатчика с однополосной модуляцией (варьируется частота, мощность, стабильность, способ модуляции).

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений,

Согласована на портале № 9751

навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Формирование и передача сигналов. Часть 1: Курс лекций / Шостак А. С. - 2012. 154 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1209, свободный.
2. Формирование и передача сигналов. Часть 2: Курс лекций / Шостак А. С. - 2012. 90 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1210, свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. 1. Устройство генерирования и формирование сигналов: учебник / Г.А. Дегтярь, - Новосибирск: НГТУ, 2005, 479 (1) с. Часть 1. (наличие в библиотеке ТУСУР - 31 экз.)
2. 2. Устройство генерирования и формирование сигналов: учебник / Г.А. Дегтярь, - Новосибирск: НГТУ, 2005, 546 (2) с. Часть 2. (наличие в библиотеке ТУСУР - 31 экз.)
3. 3. Радиопередающие устройства: Учебник для вузов / В.В. Шахгильдян [и др.]. – 3- е изд. пераб. и дополн. – М.: Радио и связь, 2003, - 559 (1) с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 136 экз.)
4. 4. Методическое пособие по практическим занятиям и проверочные тесты по дис-циплине “Устройства генерирования и формирования сигналов” (УГФС): Г.Д. Казанцев, А.Г. Ильин, А.Д. Бордус; ТУСУР. Кафедра телевидения и управления. – Томск, 2007. – 38 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)
5. 5. Проектирование радиопередающих устройств на транзисторах: методическое пособие к курсовому проектированию по дисциплине “Устройства генерирования и формирования сигналов”/ А.Д. Бордус, Г.Д. Казанцев, А.Г. Ильин; Федеральное агентство по образованию, ТУСУР, Кафедра телевидения и управления. - Томск: 2007/ - 66с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.)

4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Формирование и передача сигналов: Учебное методическое пособие по практическим занятиям и курсовому проектированию / Шостак А. С. - 2012. 40 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1206, свободный.
2. Формирование и передача сигналов: Методическое пособие по самостоятельной работе студентов (СРС) / Шостак А. С. - 2012. 23 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2215, свободный.
3. Формирование и передача сигналов: Руководство по лабораторным работам / Бордус А. Д. - 2012. 84 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1894, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Пакеты прикладных программ Microsoft Office 7.0, MathCAD – 13.0, 14.0

Согласована на портале № 9751