



Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Московской области

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени дважды Героя Советского Союза, летчика-космонавта А.А. Леонова

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по
учебно-методической работе
И.В. Бабина
«12» апреля 2022 г.

***ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И
ТЕХНОЛОГИЙ***

КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.О.13.01 «УСТРОЙСТВА ФОРМИРОВАНИЯ И ПЕРЕДАЧИ
СИГНАЛОВ В ТКС»**

Направление: 10.03.01 Информационная безопасность

Профиль: Безопасность телекоммуникационных систем (в аэрокосмической сфере)

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Королев
2022

Рабочая программа является составной частью основной профессиональной образовательной программы и проходит рецензирование со стороны работодателей в составе основной профессиональной образовательной программы. Рабочая программа актуализируется и корректируется ежегодно.

Автор: к.т.н., доцент Вихров А.П. Рабочая программа дисциплины: «Устройства формирования и передачи сигналов в ТКС». – Королев МО: «Технологический университет», 2022.

Рецензент: к.в.н., доцент Соляной В.Н.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по специальности 10.03.01 «Информационная безопасность» и учебного плана, утвержденного Ученым советом МГОТУ. Протокол № 13 от 21 июня 2022 года.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:

Заведующий кафедрой (ФИО, ученая степень, звание, подпись)	к.в.н., доцент Соляной В.Н.			
Год утверждения (переподтверждения)	2022	2023	2024	2025
Номер и дата протокола заседания кафедры	№ 8 от 17.03.2022			

Рабочая программа согласована:

Руководитель ОПОП ВО



к.т.н., доцент Вихров А.П.

Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:

Год утверждения (переподтверждения)	2022	2023	2024	2025
Номер и дата протокола заседания УМС	Протокол № 5 от 21 июня 2022 г.			

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Целью изучения дисциплины является изучение принципов построения, теории и методов расчета устройств генерирования и формирования сигналов (УГиФС).

В процессе обучения студент приобретает и совершенствует следующие компетенции.

ДОПК-1. Способен применять математические модели и решать задачи помехоустойчивого кодирования при проектировании защищенных телекоммуникационных систем

Основными **задачами** дисциплины являются:

изучение принципов построения, теории и методов расчета устройств генерирования и формирования сигналов (УГиФС);

изучение УГиФС в различных диапазонах волн;

изучение основных типов современных вакуумных и полупроводниковых генераторных и усилительных приборов;

изучение основных элементов УГиФС;

изучение модуляторов, усилителей мощности, умножителей, синтезаторов частот.

Показатели освоения компетенций отражают следующие индикаторы:

Трудовые действия:

ДОПК-1.15 владеет навыками выявления и устранения угроз информационной безопасности

ДОПК-1.16 владеет навыками реализации политики информационной безопасности

ДОПК-1.17 владеет навыками применения современных программно-аппаратных средств моделирования информационных процессов и систем ЗИ

Необходимые умения:

ДОПК-1.8 умеет классифицировать информационные системы по назначению, структуре, типу

ДОПК-1.9 умеет обосновывать решения по обеспечению информационной безопасности объектов в профессиональной сфере деятельности

Необходимые знания:

ДОПК-1.1 знает технологии обеспечения информационной безопасности, способы их организации и оптимизации

ДОПК-1.2 знает технологии проектирования и построения информационных систем

ДОПК-1.3 знает стратегии обеспечения информационной безопасности, способы их организации и оптимизации

ДОПК-1.4 знает определения рисков информационной безопасности применительно к объекту информатизации с заданными характеристиками

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Устройства формирования и передачи сигналов в ТКС» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 10.03.01 «Информационная безопасность».

Дисциплина реализуется кафедрой информационной безопасности.

Изучение данной дисциплины базируется на ранее изученных дисциплинах группы «Физико-технические основы обеспечения информационной безопасности»: «Физика», «Электротехника», «Электроника и схемотехника» и компетенциях: УК-1; ОПК-4 и ОПК-11.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

ДОПК-1. Способен применять математические модели и решать задачи помехоустойчивого кодирования при проектировании защищенных телекоммуникационных систем.

Целями изучения дисциплины являются:

- изучение принципов построения, теории и методов расчета устройств генерирования и формирования сигналов (УГиФС) в различных диапазонах волн;

- изучение основных типов современных генераторных и усилительных приборов;

- изучение основных элементов УГиФС;

- изучение модуляторов, усилителей мощности, умножителей, синтезаторов частот.

Содержание дисциплины курса включает рассмотрение вопросов генерирования и формирования радиосигналов, моделирования процессов и систем, изучение методов и схемных решений их обработки и усиления, овладение современными способами управления колебаниями, представленными в аналоговой и в цифровой формах.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов. Преподавание дисциплины ведется на 2 курсе в 4 семестре для очной формы обучения и предусматривает проведение учебных занятий следующих видов: лекции, практические занятия, самостоятельная работа обучающихся, групповые и индивидуальные консультации.

Программой предусмотрены следующие виды контроля: два текущих контроля успеваемости в форме тестирования и промежуточная аттестация в форме контрольной работы и зачета в 4 семестре для очной формы обучения.

Знания и компетенции, полученные при освоении дисциплины, являются базовыми для изучения последующих дисциплин: «Устройства приема и обработки сигналов в ТКС», «Системы аэрокосмической и наземной подвижной связи», «Беспроводные системы связи и их безопасность», прохождения практики и выполнения выпускной квалификационной работы бакалавра.3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины для студентов очной формы составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Таблица 1

Виды занятий	Всего часов	Семестр 4
Общая трудоемкость	108	108
Аудиторные занятия	32	32
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа	66	66
Курсовые работы (проекты)	-	-
Расчетно-графические работы	-	-
Контрольная работа, домашнее задание	+	+
Текущий контроль знаний (7 - 8, 15 - 16 недели) – 2ч	T1; T2	T1; T2
Вид итогового контроля	Зачет	Зачет

4. Содержание дисциплины

4.1. Темы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

Наименование тем	Лекции, час. Очное	Практические занятия, час. Очное	Лабораторные работы, час. Очное	Занятия в интерактивной форме, час. Очное	Код компетенций
4 семестр					
Раздел 1. Основы теории генерирования и формирования сигналов					
Тема 1. Устройства генерирования и формирования сигналов. Классификация и схемы радиопередатчиков	1	1		1	ДОПК-1
Тема 2. Общие принципы генерирования и усиления ВЧ и СВЧ колебаний	1	1		1	ДОПК-1
Тема 3. Основы теории ВЧ-генератора с внешним возбуждением	1	1		1	ДОПК-1
Раздел 2. Виды генераторов ВЧ и их характеристики					
Тема 4. Ламповые и транзисторные высокочастотные генераторы с внешним возбуждением	1	1		1	ДОПК-1
Тема 5. Автогенераторы и стабилизация частоты автоколебаний	1	1		1	ДОПК-1
Тема 6. Диодные СВЧ автогенераторы и усилители	1	1		1	ДОПК-1
Раздел 3. Виды модуляций и их характеристика					
Тема 7. Амплитудная модуляция и однополосная амплитудная модуляция	2	2		1	ДОПК-1
Тема 8. Частотная и фазовая модуляция непрерывных и дискретных сообщений	2	2		1	ДОПК-1
Тема 9. Импульсная модуляция	2	2		1	ДОПК-1
Раздел 4. Радиопередатчики ВЧ и СВЧ диапазонов					
Тема 10. Радиовещательные и телевизионные Радиопередатчики ВЧ диапазона	2	2		1	ДОПК-1
Тема 11. Радиопередатчики СВЧ диапазона. Глобальные космические радиоэлектронные системы	2	2		2	ДОПК-1
Итого:	16	16	0	12	

4.2 Содержание тем дисциплины

4 семестр

Раздел I: Основы теории генерирования и формирования сигналов

Тема 1. Устройства генерирования и формирования сигналов. Классификация и схемы радиопередатчиков

Место и функции радиопередающих устройств. Истоки развития радиопередатчиков. Основные этапы развития техники и теории РПДУ

Классификация, каскады, структурная схема и параметры радиопередатчиков. Классификация РПДУ. Каскады и блоки РПДУ. Структурная схема РПДУ. Параметры радиопередатчика. Излучения радиопередатчика и проблема электромагнитной совместимости. Международное сотрудничество в области радиосвязи.

Тема 2. Общие принципы генерирования и усиления ВЧ и СВЧ колебаний

Классификация и физический механизм работы ВЧ и СВЧ генераторов. Генератор на электровакуумном приборе. Генератор на биполярном транзисторе. Генератор на полевом транзисторе. Генератор на диоде. Клистронный генератор. Генератор на лампе бегущей волны. Время взаимодействия носителей заряда с электромагнитным полем. Принцип синхронизма и фазировки носителей заряда с электромагнитным полем. Мощность взаимодействия носителей заряда с электромагнитным полем.

Тема 3. Основы теории ВЧ-генератора с внешним возбуждением

Обобщенная схема генератора с внешним возбуждением и ее анализ. Баланс мощностей в ВЧ генераторе. Динамические характеристики ВЧ генератора и максимально отдаваемая им мощность. Нагрузочные, амплитудные и частотные характеристики ВЧ генератора. Согласование электронного прибора с источником возбуждения и нагрузкой и номинальный коэффициент усиления по мощности ВЧ генератора.

Раздел II: Виды генераторов ВЧ и их характеристики

Тема 4. Ламповые и транзисторные высокочастотные генераторы с внешним возбуждением.

Типовая электрическая схема лампового. Статические характеристики триода и тетрода и их аппроксимация. Определение токов и напряжений в ламповом. Динамическая характеристика и три режима работы ВЧ лампового генератора.

Транзисторные гвв. Типы мощных транзисторов, используемых в генераторах. Биполярные транзисторы. Полевые транзисторы.

Сравнительный анализ генераторов. Ключевой режим работы ВЧ транзисторного генератора. Сравнительный анализ трех типов генераторов с внешним возбуждением: лампового, с биполярным и полевым транзисторами.

Тема 5. Автогенераторы и стабилизация частоты автоколебаний

Назначение, классификация и принцип действия. Установившийся режим автоколебаний. Стабильность частоты АГ. Кварцевые АГ.

Стабилизация дискретного множества частот. Назначение и параметры синтезатора частот. Автоматическая подстройка частоты. Частотная автоподстройка частоты. Фазовая автоподстройка частоты. Цифровой синтезатор частот.

Тема 6. Диодные СВЧ автогенераторы и усилители.

Физические основы работы генераторных СВЧ диодов. СВЧ диодные автогенераторы. СВЧ диодные генераторы с внешним возбуждением.

Раздел III: Виды модуляций и их характеристика

Тема 7. Амплитудная модуляция и однополосная амплитудная модуляция.

Виды модуляции. Амплитудная модуляция. Амплитудная анодная и коллекторная модуляция. Амплитудная сеточная и базовая модуляция.

Однополосная амплитудная модуляция. Нелинейные искажения сигнала при амплитудной модуляции. Однополосная модуляция. Структура ОБП сигнала. Усиление ОБП сигнала в двухканальном усилителе (схема Кана). Формирование ОБП сигнала.

Тема 8. Частотная и фазовая модуляция непрерывных и дискретных сообщений

Основные определения. Спектр сигнала при частотной и фазовой модуляции. Методы осуществления угловой модуляции. Частотный и фазовый модуляторы. Стабилизация частоты, несущей при частотной модуляции

Частотная и фазовая модуляция дискретных сообщений. Частотная и фазовая модуляция дискретных сообщений. Фазовая манипуляция (ФМ). Частотная телеграфия.

Тема 9. Импульсная модуляция.

Параметры и спектр сигнала при импульсной модуляции. Структурная схема и классификация импульсных модуляторов. Импульсный модулятор жесткого типа с емкостным накопительным элементом. Импульсный модулятор мягкого типа с искусственной линией. Внутримпульсная частотная модуляция.

Раздел IV: Радиопередатчики ВЧ и СВЧ диапазонов

Тема 10. Радиовещательные и телевизионные Радиопередатчики ВЧ диапазона.

Радиовещательные радиопередатчики. Телевизионные радиопередатчики.

Тема 11. Радиопередатчики СВЧ диапазона. Глобальные космические радиоэлектронные системы

Типы передатчиков в космических системах радиосвязи. Околоземные орбиты спутников. Основные параметры космических систем радиосвязи. Многостанционный доступ. Примеры космических систем радиосвязи.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине

«Методические указания для самостоятельной работы обучающихся по освоению дисциплины» представлены в Приложении 2.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Структура фонда оценочных средств приведена в Приложении 1.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

7.1 Основная литература:

1. Голиков А.М. Модуляция, кодирование и моделирование в телекоммуникационных системах. Теория и практика: учебное пособие / А.М.Голиков. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2016. – 516 с.: ил. — (Учебная литература для вузов).

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233733>

2. Дворкович, В. П. Цифровые видеоинформационные системы : (теория и практика) / В.П. Дворкович; А.В. Дворкович. - Москва : Техносфера, 2012. - 1008 с. - (Мир цифровой обработки). - ISBN 978-5-94836-336-3. - Электронная программа (визуальная). Электронные данные : электронные.

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233462>

3. Шкундин, С. З. Теория информационных процессов и систем / С.З. Шкундин; В.Ш. Берикашвили. - Москва : Горная книга, 2012. - 475 с. - ISBN 978-5-98672-285-6. - Электронная программа (визуальная). Электронные данные : электронные.

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229031>

7.2 Дополнительная литература:

1. Каганов, Вильям Ильич. Радиотехника: от истоков до наших дней : Учебное пособие. - 1. - Москва ; Москва : Издательство "ФОРУМ" : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017. - 352 с. - ISBN 9785000910740. - Электронная программа (визуальная). Электронные данные : электронные.

URL: <http://znanium.com/go.php?id=881429>

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Интернет-ресурсы:

1. <http://eup.ru> – научно - образовательный портал.
2. <http://znanium.com> – образовательный портал
3. <http://www.academy.it> – академия АЙТИ

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины приведены в Приложении 2 к настоящей рабочей программе.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

10.1 Перечень программного обеспечения: MSOffice, PowerPoint.

10.2 Информационные справочные системы:

1. Ресурсы информационно-образовательной среды;
2. Рабочая программа и методическая обеспечение по дисциплине: «Устройства формирования и передачи сигналов в ТКС».

Ресурсы информационно-образовательной среды МГОТУ:

3. Рабочая программа и методическое обеспечение по курсу «Устройства формирования и передачи сигналов в ТКС».

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия:

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран);
- комплект электронных презентаций / слайдов.

Практические занятия:

- компьютерный класс с проектором для интерактивного обучения и проведения лекции в форме слайд-презентации, оборудованный современными

лицензионными программно-техническими средствами: операционная система не ниже Windows 7, офисные программы MSOffice;

- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в глобальную сеть Интернет ;

- рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в глобальную сеть Интернет.



Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Московской области

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени дважды Героя Советского Союза, летчика-космонавта А.А. Леонова

Приложение 1

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации
обучающихся по дисциплине (модулю)

ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ДИСЦИПЛИНЕ**

**«УСТРОЙСТВА ФОРМИРОВАНИЯ И ПЕРЕДАЧИ
СИГНАЛОВ В ТКС»**

(Приложение 1 к рабочей программе)

Направление: 10.03.01 Информационная безопасность

Профиль: Безопасность телекоммуникационных систем (в аэрокосмической
сфере)

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Королев

2022

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)*	Раздел дисциплины, обеспечивающий формирование компетенции (или ее части)	В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенции (или ее части), обучающийся должен:		
				Трудовые действия	Необходимые умения	Необходимые знания
1	ДОПК-1	Способен применять математические модели и решать задачи помехоустойчивого кодирования при проектировании защищенных телекоммуникационных систем	Тема 1-11	<p>ДОПК-1.15 владеет навыками выявления и устранения угроз информационной безопасности</p> <p>ДОПК-1.16 владеет навыками реализации политики информационной безопасности</p> <p>ДОПК-1.17 владеет навыками применения современных программно-аппаратных средств моделирования информационных процессов и систем ЗИ</p>	<p>ДОПК-1.8 умеет классифицировать информационные системы по назначению, структуре, типу</p> <p>ДОПК-1.9 умеет обосновывать решения по обеспечению информационной безопасности объектов в профессиональной сфере деятельности</p>	<p>ДОПК-1.1 знает технологии обеспечения информационной безопасности, способы их организации и оптимизации</p> <p>ДОПК-1.2 знает технологии проектирования и построения информационных систем</p> <p>ДОПК-1.3 знает стратегии обеспечения информационной безопасности, способы их организации и оптимизации</p> <p>ДОПК-1.4 знает определения рисков информационной безопасности применительно к объекту информатизации и с заданными характеристиками</p>

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код компетенции	Инструменты, оценивающие сформированность компетенции	Показатель оценивания компетенции	Критерии оценки
ДОПК-1	Доклад в форме презентации	<p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на высоком уровне) – 5 баллов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> •компетенция освоена на продвинутом уровне – 4 балла; •компетенция освоена на базовом уровне – 3 балла; <p>В) не сформирована (компетенция не освоена) – 2 и менее баллов</p>	<p>Проводится устно с использованием мультимедийных систем, а также с использованием технических средств</p> <p>Время, отведенное на процедуру – 10 - 15 мин.</p> <p>Неявка – 0.</p> <p>Критерии оценки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Соответствие представленной презентации заявленной тематике (1 балл). 2.Качество источников и их количество при подготовке доклада и разработке презентации (1 балл). 3.Владение информацией и способность отвечать на вопросы аудитории (1 балл). 4.Качество самой представленной презентации (1 балл). 5.Оригинальность подхода и всестороннее раскрытие выбранной тематике (1 балл). <p>Максимальная сумма баллов - 5 баллов.</p> <p>Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля. Оценка проставляется в электронный журнал.</p>
ДОПК-1	Контрольная работа	<p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на высоком уровне) – 5 баллов</p> <p>Б) частично</p>	<p>Проводится в письменной форме</p> <p>Критерии оценки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Соответствие содержания реферата заявленной тематике (1 балл). 2.Качество источников и их

		<p>сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> •компетенция освоена на продвинутом уровне – 4 балла; •компетенция освоена на базовом уровне – 3 балла; <p>В) не сформирована (компетенция не освоена) – 2 и менее баллов</p>	<p>количество при подготовке работы (1 балл).</p> <p>3. Владение информацией и способность отвечать на вопросы аудитории (1 балл).</p> <p>4. Качество самой представленной работы (1 балл).</p> <p>5. Оригинальность подхода и всестороннее раскрытие выбранной тематики (1 балл).</p> <p>Максимальная сумма баллов - 5 баллов.</p> <p>Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля. Оценка проставляется в электронный журнал.</p>
--	--	---	--

3. 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

3.1 Примерная тематика докладов в презентационной форме:

4. Основы теории генерирования и формирования сигналов.
2. Устройства генерирования и формирования сигналов.
3. Классификация и схемы радиопередатчиков.
4. Общие принципы генерирования и усиления ВЧ и СВЧ колебаний.
5. Основы теории ВЧ-генератора с внешним возбуждением.
6. Виды генераторов ВЧ и их характеристики.
7. Ламповые и транзисторные высокочастотные генераторы с внешним возбуждением.
8. Автогенераторы и стабилизация частоты автоколебаний.
9. Диодные СВЧ автогенераторы и усилители.
10. Виды модуляций и их характеристика.
11. Амплитудная модуляция и однополосная амплитудная модуляция.
12. Частотная и фазовая модуляция непрерывных и дискретных сообщений.
13. Импульсная модуляция.
14. Радиопередатчики ВЧ и СВЧ диапазонов.
15. Радиовещательные и телевизионные Радиопередатчики ВЧ диапазона.
16. Радиопередатчики СВЧ диапазона. Глобальные космические радиоэлектронные системы.

3.2 Примерная тематика контрольной работы:

1. Место и функции радиопередающих устройств. Истоки развития радиопередатчиков.
2. Основные этапы развития техники и теории РПДУ. Классификация, каскады, структурная схема и параметры радиопередатчиков.
3. Классификация и физический механизм работы ВЧ и СВЧ генераторов. Генератор на электровакуумном приборе.
4. Обобщенная схема генератора с внешним возбуждением и ее анализ. Баланс мощностей в ВЧ генераторе. Динамические характеристики ВЧ генератора и максимально отдаваемая им мощность.
5. Типовая электрическая схема лампового. Статические характеристики триода и тетрода и их аппроксимация.
6. Определение токов и напряжений в ламповом. Динамическая характеристика и три режима работы ВЧ лампового генератора.
7. Назначение, классификация и принцип действия. Установившийся режим автоколебаний. Стабильность частоты АГ. Кварцевые АГ.
8. Стабилизация дискретного множества частот. Назначение и параметры синтезатора частот. Автоматическая подстройка частоты. Частотная автоподстройка частоты. Фазовая автоподстройка частоты. Цифровой синтезатор частот.
9. Физические основы работы генераторных СВЧ диодов. СВЧ диодные автогенераторы. СВЧ диодные генераторы с внешним возбуждением.
10. Виды модуляции. Амплитудная модуляция. Амплитудная анодная и коллекторная модуляция. Амплитудная сеточная и базовая модуляция.
11. Однополосная амплитудная модуляция. Нелинейные искажения сигнала при амплитудной модуляции.
12. Основные определения. Спектр сигнала при частотной и фазовой модуляции.
13. Методы осуществления угловой модуляции. Частотный и фазовый модуляторы. Стабилизация частоты, несущей при частотной модуляции.
14. Параметры и спектр сигнала при импульсной модуляции. Структурная схема и классификация импульсных модуляторов.
15. Импульсный модулятор жесткого типа с емкостным накопительным элементом. Импульсный модулятор мягкого типа с искусственной линией. Внутримпульсная частотная модуляция.
16. Радиовещательные радиопередатчики. Телевизионные радиопередатчики.
17. Типы передатчиков в космических системах радиосвязи. Околосемные орбиты спутников.
18. Основные параметры космических систем радиосвязи. Многостанционный доступ. Примеры космических систем радиосвязи.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Формой контроля знаний по дисциплине являются текущие аттестации в виде тестов и промежуточная аттестация в виде зачета и экзамена в устной форме.

Неделя текущего контроля	Вид оценочного средства	Код компетенций, оцениваемых знаний, умения, навыки	Содержание оценочного средства	Требования к выполнению	Срок сдачи (неделя семестра)	Критерии оценки по содержанию и качеству с указанием баллов
Согласно графика учебного процесса	тестирование	ДОПК-1	20 вопросов	Компьютерное тестирование; время отведенное на процедуру - 30 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка -0 Удовлетворительно - от 51% правильных ответов. Хорошо - от 70%. Отлично – от 90%.
Согласно графика учебного процесса	тестирование	ДОПК-1	20 вопросов	Компьютерное тестирование; время отведенное на процедуру – 30 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка -0 Удовлетворительно - от 51% правильных ответов. Хорошо - от 70%. Отлично – от 90%. Максимальная оценка – 5 баллов.
Согласно	Зачет	ДОПК-1	2 вопроса	Зачет проводится	Результаты	Критерии оценки: «Зачтено»:

<p>графика учебного процесса</p>			<p>в устной форме, путем ответа на вопросы. Время отведенное на процедуру – 4 часа.</p>	<p>предоставляются в день проведения зачета</p>	<p>- знание основных понятий предмета; - умение использовать и применять полученные знания на практике; - работа на практических занятиях; - знание основных научных теорий, изучаемых предметов; - ответ на вопросы билета. «Не зачтено»: демонстрирует частичные знания по темам дисциплин; - незнание основных понятий предмета; - неумение использовать и применять полученные знания на практике; - не работал на практических занятиях; - не отвечает на вопросы.</p>
--	--	--	---	---	--

4.1 Типовые вопросы, выносимые на тестирование

1. Место и функции радиопередающих устройств.
2. Истоки развития радиопередатчиков.
3. Основные этапы развития техники и теории РПДУ.
4. Классификация, каскады, структурная схема и параметры радиопередатчиков.
5. Классификация РПДУ. Каскады и блоки РПДУ.
6. Структурная схема РПДУ. Параметры радиопередатчика.
7. Излучения радиопередатчика и проблема электромагнитной совместимости.
8. Международное сотрудничество в области радиосвязи.
9. Классификация и физический механизм работы ВЧ и СВЧ генераторов.
10. Генератор на электровакуумном приборе.
11. Генератор на биполярном транзисторе.
12. Генератор на полевом транзисторе.
13. Генератор на диоде. Клистронный генератор.
14. Генератор на лампе бегущей волны.
15. Время взаимодействия носителей заряда с электромагнитным полем.
16. Принцип синхронизма и фазировки носителей заряда с электромагнитным полем.
17. Мощность взаимодействия носителей заряда с электромагнитным полем.
18. Обобщенная схема генератора с внешним возбуждением и ее анализ.
19. Баланс мощностей в ВЧ генераторе.
20. Динамические характеристики ВЧ генератора и максимально отдаваемая им мощность.

4.2 Типовые вопросы, выносимые на зачет/экзамен

1. Нагрузочные, амплитудные и частотные характеристики ВЧ генератора.
2. Согласование электронного прибора с источником возбуждения и нагрузкой и номинальный коэффициент усиления по мощности ВЧ генератора.
3. Типовая электрическая схема лампового.
4. Статические характеристики триода и тетрода и их аппроксимация.
5. Определение токов и напряжений в ламповом.
6. Динамическая характеристика и три режима работы ВЧ лампового генератора.
7. Транзисторные гвв.
8. Типы мощных транзисторов, используемых в генераторах.
9. Биполярные транзисторы.
10. Полевые транзисторы.
11. Сравнительный анализ генераторов.
12. Ключевой режим работы ВЧ транзисторного генератора.
13. Сравнительный анализ трех типов генераторов с внешним возбуждением:

- лампового, с биполярным и полевым транзисторами.
14. Назначение, классификация и принцип действия.
 15. Установившийся режим автоколебаний.
 16. Стабильность частоты АГ.
 17. Кварцевые АГ.
 18. Стабилизация дискретного множества частот.
 19. Назначение и параметры синтезатора частот.
 20. Автоматическая подстройка частоты.
 21. Частотная автоподстройка частоты.
 22. Фазовая автоподстройка частоты.
 23. Цифровой синтезатор частот.
 24. Физические основы работы генераторных СВЧ диодов.
 25. СВЧ диодные автогенераторы.
 26. СВЧ диодные генераторы с внешним возбуждением.
 27. Виды модуляции.
 28. Амплитудная модуляция.
 29. Амплитудная анодная и коллекторная модуляция.
 30. Амплитудная сеточная и базовая модуляция.
 31. Однополосная амплитудная модуляция.
 32. Нелинейные искажения сигнала при амплитудной модуляции.
 33. Однополосная модуляция.
 34. Структура ОБП сигнала.
 35. Усиление ОБП сигнала в двухканальном усилителе (схема Кана).
 36. Формирование ОБП сигнала.
 37. Основные определения.
 38. Спектр сигнала при частотной и фазовой модуляции.
 39. Методы осуществления угловой модуляции.
 40. Частотный и фазовый модуляторы.
 41. Стабилизация частоты, несущей при частотной модуляции.
 42. Частотная и фазовая модуляция дискретных сообщений.
 43. Частотная и фазовая модуляция дискретных сообщений.
 44. Фазовая манипуляция (ФМ).
 45. Частотная телеграфия.
 46. Параметры и спектр сигнала при импульсной модуляции.
 47. Структурная схема и классификация импульсных модуляторов.
 48. Импульсный модулятор жесткого типа с емкостным накопительным элементом.
 49. Импульсный модулятор мягкого типа с искусственной линией.
 50. Внутримпульсная частотная модуляция.
 51. Радиовещательные радиопередатчики. Телевизионные радиопередатчики.
 52. Типы передатчиков в космических системах радиосвязи.
 53. Околоземные орбиты спутников.
 54. Основные параметры космических систем радиосвязи.
 55. Многостанционный доступ. Примеры космических систем радиосвязи.



Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Московской области

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени дважды Героя Советского Союза, летчика-космонавта А.А. Леонова

Приложение 2

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**«УСТРОЙСТВА ФОРМИРОВАНИЯ И ПЕРЕДАЧИ
СИГНАЛОВ В ТКС»**

(Приложение 2 к рабочей программе)

Направление: 10.03.01 Информационная безопасность

Профиль: Безопасность телекоммуникационных систем (в аэрокосмической сфере)

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Королев

2022

1. Общие положения

Целью изучения дисциплины является изучение принципов построения, теории и методов расчета устройств генерирования и формирования сигналов (УГиФС).

В процессе обучения студент приобретает и совершенствует следующие компетенции.

ДОПК-1. Способен применять математические модели и решать задачи помехоустойчивого кодирования при проектировании защищенных телекоммуникационных систем.

Основными **задачами** дисциплины являются:

- изучение принципов построения, теории и методов расчета устройств генерирования и формирования сигналов (УГиФС);
- изучение УГиФС в различных диапазонах волн;
- изучение основных типов современных вакуумных и полупроводниковых генераторных и усилительных приборов;
- изучение основных элементов УГиФС;
- изучение модуляторов, усилителей мощности, умножителей, синтезаторов частот.

2. Указания по проведению практических (семинарских) занятий

Практическое занятие 1.

Устройства генерирования и формирования сигналов. Классификация и схемы радиопередатчиков

Учебные вопросы

Место и функции радиопередающих устройств. Истоки развития радиопередатчиков. Основные этапы развития техники и теории РПДУ. Классификация, каскады, структурная схема и параметры радиопередатчиков. Классификация РПДУ. Каскады и блоки РПДУ. Структурная схема РПДУ. Параметры радиопередатчика. Излучения радиопередатчика и проблема электромагнитной совместимости. Международное сотрудничество в области радиосвязи.

Общие принципы генерирования и усиления вч и свч колебаний

Учебные вопросы

Классификация и физический механизм работы ВЧ и СВЧ генераторов. Генератор на электровакуумном приборе. Генератор на биполярном транзисторе. Генератор на полевом транзисторе. Генератор на диоде. Клистронный генератор. Генератор на лампе бегущей волны. Время взаимодействия носителей заряда с электромагнитным полем. Принцип синхронизма и фазировки носителей заряда

с электромагнитным полем. Мощность взаимодействия носителей заряда с электромагнитным полем.

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

Образовательные технологии: технология формирования ключевых компетентностей.

Продолжительность занятия– 2 ч.

Практические занятия 2

Основы теории ВЧ-генератора с внешним возбуждением

Учебные вопросы

Обобщенная схема генератора с внешним возбуждением и ее анализ. Баланс мощностей в ВЧ генераторе. Динамические характеристики ВЧ генератора и максимально отдаваемая им мощность. Нагрузочные, амплитудные и частотные характеристики ВЧ генератора. Согласование электронного прибора с источником возбуждения и нагрузкой и номинальный коэффициент усиления по мощности ВЧ генератора.

Ламповые и транзисторные высокочастотные генераторы с внешним возбуждением

Учебные вопросы

Типовая электрическая схема лампового. Статические характеристики триода и тетрода и их аппроксимация. Определение токов и напряжений в ламповом. Динамическая характеристика и три режима работы ВЧ лампового генератора. Транзисторные гвв. Типы мощных транзисторов, используемых в генераторах. Биполярные транзисторы. Полевые транзисторы. Сравнительный анализ генераторов. Ключевой режим работы ВЧ транзисторного генератора. Сравнительный анализ трех типов генераторов с внешним возбуждением: лампового, с биполярным и полевым транзисторами.

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

Образовательные технологии: технология формирования ключевых компетентностей.

Продолжительность занятия– 2 ч.

Практическое занятие 3.

Автогенераторы и стабилизация частоты автоколебаний

Учебные вопросы

Назначение, классификация и принцип действия. Установившийся режим автоколебаний. Стабильность частоты АГ. Кварцевые АГ. Стабилизация дискретного множества частот. Назначение и параметры синтезатора частот. Автоматическая подстройка частоты. Частотная автоподстройка частоты. Фазовая автоподстройка частоты. Цифровой синтезатор частот.

Диодные СВЧ автогенераторы и усилители

Учебные вопросы

Физические основы работы генераторных СВЧ диодов. СВЧ диодные автогенераторы. СВЧ диодные генераторы с внешним возбуждением.

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

Образовательные технологии: технология формирования ключевых компетентностей.

Продолжительность занятия– 2 ч.

Практическое занятие 4

Амплитудная модуляция и однополосная амплитудная модуляция

Учебные вопросы

Виды модуляции. Амплитудная модуляция. Амплитудная анодная и коллекторная модуляция. Амплитудная сеточная и базовая модуляция. Однополосная амплитудная модуляция. Нелинейные искажения сигнала при амплитудной модуляции. Однополосная модуляция. Структура ОБП сигнала. Усиление ОБП сигнала в двухканальном усилителе (схема Кана). Формирование ОБП сигнала.

Частотная и фазовая модуляция непрерывных и дискретных сообщений

Учебные вопросы

Основные определения. Спектр сигнала при частотной и фазовой модуляции. Методы осуществления угловой модуляции. Частотный и фазовый модуляторы. Стабилизация частоты, несущей при частотной модуляции. Частотная и фазовая модуляция дискретных сообщений. Частотная и фазовая модуляция дискретных сообщений. Фазовая манипуляция (ФМ). Частотная телеграфия.

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

Образовательные технологии: технология формирования ключевых компетентностей.

Продолжительность занятия– 2 ч.

Практические занятия 5

Импульсная модуляция

Учебные вопросы

Параметры и спектр сигнала при импульсной модуляции. Структурная схема и классификация импульсных модуляторов. Импульсный модулятор жесткого типа с емкостным накопительным элементом. Импульсный модулятор мягкого типа с искусственной линией. Внутриимпульсная частотная модуляция.

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

Образовательные технологии: технология формирования ключевых компетентностей.

Продолжительность занятия– 2 ч.

Практическое занятие 6

Радиовещательные и телевизионные Радиопередатчики ВЧ диапазона

Радиовещательные радиопередатчики. Телевизионные радиопередатчики.

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

Образовательные технологии: технология формирования ключевых компетентностей.

Продолжительность занятия– 2 ч.

Практическое занятие 7-8

Радиопередатчики СВЧ диапазона. Глобальные космические радиоэлектронные системы

Учебные вопросы

Типы передатчиков в космических системах радиосвязи. Околоземные орбиты спутников. Основные параметры космических систем радиосвязи. Многостанционный доступ. Примеры космических систем радиосвязи.

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

Образовательные технологии: технология формирования ключевых компетентностей.

Продолжительность занятия– 4 ч.

3. Указания по проведению лабораторного практикума

Не предусмотрены учебным планом

4. Указания по проведению самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов (СРС) основана на самостоятельном формировании у учащихся знаний, умений, навыков и компетенций и направлена на реализацию принципов обучения, связанных с саморазвитием личности в процессе обучения, формированием активных методов и технологий познавательной деятельности.

В соответствии с общим объемом часов, отведенных для изучения дисциплины, предусматривается выполнение следующих видов самостоятельных работ студентов (СРС): самостоятельное изучение теоретического материала с самоконтролем по приведенным ниже вопросам, изучение теоретического материала при подготовке к защите лабораторных работ, итоговое повторение теоретического материала при подготовке к экзамену.

При организации самостоятельной работы студентов на преподавателей возлагается управление, включающее планирование работы, консультирование студентов, текущий контроль и анализ результатов учебной работы. При этом планируемый объем СРС занимает большую часть учебной нагрузки студентов университета. Основными видами самостоятельной работы студентов без участия преподавателей при освоении в университете образовательных программ являются: – формирование и изучение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы; – написание рефератов;

– подготовка к лабораторным работам, их оформление; – компьютерный текущий самоконтроль и контроль успеваемости на базе электронных обучающих и аттестующих тестов; Основными видами самостоятельной работы студентов с участием преподавателя для ее управления в учебном процессе являются: – текущие консультации и контроль по формированию и освоению теоретического содержания дисциплин; – прием и защита лабораторных работ; – консультирование и прием рефератов; – консультирование по результатам текущего компьютерного контроля знаний; – прием экзамена по дисциплине.

При написании реферата или подготовке к выполнению домашнего задания в форме доклада следует предварительно изучить соответствующий материал по предлагаемой теме. Для этого можно воспользоваться конспектом лекций, презентацией курса, литературой по заданной теме.

Объем времени на самостоятельную работу, и виды самостоятельной работы представлены в таблице 1.

Таблица 1

Объем времени и виды самостоятельной работы

Виды самостоятельной работы	Очная форма обучения
	Всего академических часов
Всего часов на самостоятельную работу	66
Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	16
Подготовка к практическим занятиям	16
Подготовка к лабораторным занятиям	-
Подготовка докладов	16
Выполнение практических заданий	18

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение:

для очной формы обучения:

1. Место и функции радиопередающих устройств. Истоки развития

радиопередатчиков.

2. Основные этапы развития техники и теории РПДУ. Классификация, каскады, структурная схема и параметры радиопередатчиков.

3. Классификация РПДУ. Каскады и блоки РПДУ. Структурная схема РПДУ. Параметры радиопередатчика.

4. Излучения радиопередатчика и проблема электромагнитной совместимости. Международное сотрудничество в области радиосвязи.

5. Классификация и физический механизм работы ВЧ и СВЧ генераторов. Генератор на электровакуумном приборе.

6. Генератор на биполярном транзисторе. Генератор на полевом транзисторе.

7. Генератор на диоде. Клистронный генератор. Генератор на лампе бегущей волны.

8. Время взаимодействия носителей заряда с электромагнитным полем. Принцип синхронизма и фазировки носителей заряда с электромагнитным полем.

9. Мощность взаимодействия носителей заряда с электромагнитным полем. Обобщенная схема генератора с внешним возбуждением и ее анализ.

10. Баланс мощностей в ВЧ генераторе. Динамические характеристики ВЧ генератора и максимально отдаваемая им мощность.

11. Нагрузочные, амплитудные и частотные характеристики ВЧ генератора. Согласование электронного прибора с источником возбуждения и нагрузкой и номинальный коэффициент усиления по мощности ВЧ генератора.

12. Типовая электрическая схема лампового. Статические характеристики триода и тетрода и их аппроксимация.

13. Определение токов и напряжений в ламповом. Динамическая характеристика и три режима работы ВЧ лампового генератора.

14. Транзисторные гвв. Типы мощных транзисторов, используемых в генераторах.

15. Биполярные транзисторы. Полевые транзисторы.

Тематическое содержание самостоятельной работы представлено в таблице 2.

Таблица 2

Тематическое содержание самостоятельной работы

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Количество часов	Перечень заданий
1.	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	16	Изучение открытых источников
2.	Подготовка к практическим занятиям	16	Изучение открытых источников при подготовке доклада на выбранную тему.
3.	Подготовка к лабораторным занятиям	-	Изучение открытых источников
4.	Тематика докладов	16	Методы анализа линейных и нелинейных электрических цепей

5.	Выполнение практических заданий	18	Расчет электрических характеристик заданных электрических цепей
----	---------------------------------	----	---

Примерные темы докладов

1. Сравнительный анализ генераторов. Ключевой режим работы ВЧ транзисторного генератора.
2. Сравнительный анализ трех типов генераторов с внешним возбуждением: лампового, с биполярным и полевым транзисторами. Назначение, классификация и принцип действия.
3. Установившийся режим автоколебаний. Стабильность частоты АГ.
4. Кварцевые АГ. Стабилизация дискретного множества частот.
5. Назначение и параметры синтезатора частот. Автоматическая подстройка частоты.
6. Частотная автоподстройка частоты. Фазовая автоподстройка частоты.
7. Цифровой синтезатор частот. Физические основы работы генераторных СВЧ диодов.
8. СВЧ диодные автогенераторы. СВЧ диодные генераторы с внешним возбуждением.
9. Виды модуляции. Амплитудная модуляция.
10. Амплитудная анодная и коллекторная модуляция. Амплитудная сеточная и базовая модуляция.
11. Однополосная амплитудная модуляция. Нелинейные искажения сигнала при амплитудной модуляции.
12. Однополосная модуляция. Структура ОБП сигнала.
13. Усиление ОБП сигнала в двухканальном усилителе (схема Кана). Формирование ОБП сигнала.
14. Основные определения. Спектр сигнала при частотной и фазовой модуляции.
15. Методы осуществления угловой модуляции. Частотный и фазовый модуляторы.

5. Указания по проведению контрольных работ для студентов очной формы обучения

5.1 Требования к структуре

Структура контрольной работы должна способствовать раскрытию темы: иметь титульный лист, содержание, введение, основную часть, заключение, список литературы.

5.2 Требования к содержанию (основной части)

1. Во введении обосновывается актуальность темы, определяется цель работы, задачи и методы исследования.
2. При определении целей и задач исследования необходимо правильно их формулировать.
3. Основная часть работы включает 2 - 4 вопроса, каждый из которых посвящается решению задач, сформулированных во введении, и заканчивается констатацией итогов.
4. Приветствуется иллюстрация содержания работы таблицами, графическим материалом (рисунками, схемами и т.п.).
5. Необходимо давать ссылки на используемую Вами литературу.
6. Заключение должно содержать сделанные автором работы выводы, итоги исследования.
7. Вслед за заключением идет список литературы, который должен быть составлен в соответствии с установленными требованиями. Если в работе имеются приложения, они оформляются на отдельных листах, и должны быть соответственно пронумерованы.

Требования к оформлению

Объем контрольной работы – 15 страниц формата А 4, напечатанного с одной стороны текста (1,5 интервал, шрифт TimesNewRoman 14).

Примерная тематика контрольных работ:

1. Обобщенная схема генератора с внешним возбуждением и ее анализ.
2. Баланс мощностей в ВЧ генераторе.
3. Динамические характеристики ВЧ генератора и максимально отдаваемая им мощность.
4. Нагрузочные, амплитудные и частотные характеристики ВЧ генератора.
5. Согласование электронного прибора с источником возбуждения и нагрузкой и номинальный коэффициент усиления по мощности ВЧ генератора.
6. Типовая электрическая схема лампового.
7. Статические характеристики триода и тетрода и их аппроксимация.
8. Определение токов и напряжений в ламповом.
9. Динамическая характеристика и три режима работы ВЧ лампового генератора.
10. Транзисторные ГВВ.
11. Типы мощных транзисторов, используемых в генераторах.
12. Биполярные транзисторы.
13. Полевые транзисторы.
14. Сравнительный анализ генераторов.
15. Ключевой режим работы ВЧ транзисторного генератора.
16. Сравнительный анализ трех типов генераторов с внешним возбуждением: лампового, с биполярным и полевым транзисторами.
17. Назначение, классификация и принцип действия.
18. Установившийся режим автоколебаний.
19. Стабильность частоты АГ.

6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Голиков А.М. Модуляция, кодирование и моделирование в телекоммуникационных системах. Теория и практика: учебное пособие / А.М. Голиков. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2016. – 516 с.: ил. — (Учебная литература для вузов).

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233733>

2. Дворкович, В. П. Цифровые видеоинформационные системы : (теория и практика) / В.П. Дворкович; А.В. Дворкович. - Москва : Техносфера, 2012. - 1008 с. - (Мир цифровой обработки). - ISBN 978-5-94836-336-3. - Электронная программа (визуальная). Электронные данные : электронные.

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233462>

3. Шкундин, С. З. Теория информационных процессов и систем / С.З. Шкундин; В.Ш. Берикашвили. - Москва : Горная книга, 2012. - 475 с. - ISBN 978-5-98672-285-6. - Электронная программа (визуальная). Электронные данные : электронные.

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229031>

Дополнительная литература:

1. Каганов, Вильям Ильич. Радиотехника: от истоков до наших дней : Учебное пособие. - 1. - Москва ; Москва : Издательство "ФОРУМ" : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017. - 352 с. - ISBN 9785000910740. - Электронная программа (визуальная). Электронные данные : электронные.

URL: <http://znanium.com/go.php?id=881429>

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Интернет-ресурсы:

1. <http://eup.ru> – научно - образовательный портал.
2. <http://znanium.com> – образовательный портал
3. <http://www.academy.it> – академия АЙТИ

8. Перечень информационных технологий

Перечень программного обеспечения: MSOffice, PowerPoint.

Информационные справочные системы:

1. Ресурсы информационно-образовательной среды;
2. Рабочая программа и методическая обеспечение по дисциплине: «Устройства генерирования и формирования сигналов».

Ресурсы информационно-образовательной среды МГОТУ:

Рабочая программа и методическое обеспечение по курсу «Устройства генерирования и формирования сигналов».