

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета  В.А. Небольсин

«17» февраля 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
дисциплины (модуля)**

**«Тенденции развития радиоэлектронных систем передачи информации»**

**Специальность** 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

**Направленность** Радиоэлектронные системы передачи информации

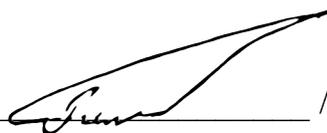
**Квалификация выпускника** Инженер

**Нормативный период обучения** 5,5 лет

**Форма обучения** Очная

**Год начала подготовки** 2023 г.

Автор программы



/Глотов В.В./

Заведующий кафедрой  
радиоэлектронных устройств  
и систем



/Журавлёв Д.В./

Руководитель ОПОП



/Журавлёв Д.В./

**Воронеж 2023**

# 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Цели дисциплины

Ознакомить студентов с основными направлениями конструкторско–технологического проектирования аппаратуры средств связи. Рассмотреть современные системы телекоммуникаций и радиоканалов, при этом основное внимание уделить цифровой передаче информации.

## 1.2. Задачи освоения дисциплины

Формирование у студентов навыков самостоятельной работы над сформулированным направлением работы, адаптировать студентов к научной деятельности и конструкторской деятельности.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Тенденции развития радиоэлектронных систем передачи информации» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б.1 учебного плана.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Тенденции развития радиоэлектронных систем передачи информации» направлен на формирование следующей компетенции:

ПК-4 Способен к проведению диагностики, оценки качества и надежности в процессе эксплуатации радиоэлектронных систем и комплексов.

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>
ПК-4	Знать принципы проектирования радиоэлектронных систем и комплексов.
	Уметь проводить расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов.
	Владеть навыками разработки принципиальных схем РЭУ с применением современных САПР и пакетов прикладных программ

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Тенденции развития радиоэлектронных систем передачи информации» составляет 3 зачетные единицы.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

##### Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		А			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	36	36			
В том числе:					
Лекции	18	18			
Практические занятия (ПЗ)	-	-			
Лабораторные работы (ЛР)	18	18			
<b>Самостоятельная работа</b>	72	72			
Курсовой проект	-	-			
Контрольная работа	-	-			
Вид промежуточной аттестации – зачет	+	+			
Общая трудоемкость	час	108	108		
	зач. ед.	3	3		

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1. Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Все го, час
1	Основные тенденции развития систем связи	Этапы развития телекоммуникационных систем, поколения и функциональные признаки телекоммуникационных систем связи, сети связи общего пользования с частотным, временным и кодовым разделением каналов (FDMA, TDMA, CDMA). Принципы и структура построения сетей связи с каналами общего доступа; системы радиосвязи специализированного пользования – зональные, городские, междугородние; системы радиосвязи автономного пользования.	6	-	6	25	37
2	Системы и средства подвижной связи	Системы подвижной радиотелефонной связи – сотовые системы, беспроводной доступ, транкинговые системы. Спутниковые системы связи; аналоговые и цифровые системы связи.	6	-	6	25	37
3	Широкополосные беспроводные сети передачи информации	Архитектура построения беспроводных сетей передачи информации. Персональные и локальные беспроводные сети. Стандарты 802.11 и 802.15. Беспроводные сети четвертого поколения. Физический и каналный уровни.	6	-	6	22	34
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>-</b>	<b>18</b>	<b>72</b>	<b>108</b>

### 5.2 Перечень лабораторных работ

#### *Тема 1. Выделение сигнала из помех (6 часов)*

Проектирование цифровых фильтров в среде MatLab для выделения сигнала на фоне белого шума, разделения сигналов, занимающих разные полосы частот, точечной фильтрации наводки сетевой частоты.

#### *Тема 2. Глазковые диаграммы (4 часов)*

Формирование зашумленного сигнала и наблюдение глазковых диаграмм в среде MatLab.

#### *Тема 3. Применение фазового детектора для демодуляции различных сигналов (4 часа)*

Моделирование сигналов АМ, ФМ, КАМ, исследование прохождения зашумленных модулированных сигналов через фазовый детектор.

#### *Тема 4. Формирование сигналов OFDM с использованием быстрого преобразования Фурье (4 часов)*

### 5.3 Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная работа студентов заключается в подготовке докладов и рефератов по предложенным темам. Общее число часов, отводимое на СРС (72), делится на 2 равные части. Половина времени отводится на подготовку докладов, заслушивание и обсуждение которых происходит на практических занятиях.

*Тема 1. Простейшие методы модуляции (30 часов, подготовка доклада)*

1.1 Основные виды аналоговой модуляции: АМ, ФМ, ЧМ. АРУ в АМ приемнике и ограничитель в ЧМ приемнике: влияние на протектированный сигнал при разных мощностях сигнала.

1.2 Простейшие виды цифровой модуляции (манипуляции). АМн, FSK, PSK.

1.3 FFSK, передача модулирующего сигнала без фазовых разрывов

1.4 Гауссовская модуляция

Спектры модулированных сигналов для каждого из типов модуляции. Способы модуляции и демодуляции. Помехоустойчивость различных методов модуляции. Требования к аппаратуре приемника и передатчика для АМ, ФМ, ЧМ.

*Справка:* модемы фирмы CML [www.cmlmicro.com/products/wireless-data/](http://www.cmlmicro.com/products/wireless-data/) Особенности аппаратуры модемов: FFSK и гауссовского.

*Ключевые фразы для поиска:* амплитудная манипуляция спектр, быстрая частотная модуляция, виды цифровой модуляции, помехоустойчивость методов модуляции.

*Тема 2. Квадратурная модуляция (30 часов, подготовка доклада)*

Определения BPSK, QPSK, 8-PSK, QAM.

Понятие сигнального созвездия (constellation diagram) — положение множества передаваемых символов на комплексной плоскости.

Влияние помех на положение символов в созвездии. Определение помехоустойчивости по созвездию. Построение диаграмм рассеяния (созвездий) в MatLab. Приборы для наблюдения диаграмм рассеяния <http://www.youtube.com/watch?v=C8kJ3rq5ENo>

Методы кодирования и декодирования. Требования к параметрам передатчика и приемника.

*Справка:* модемы фирмы CML [www.cmlmicro.com/products/wireless-data/](http://www.cmlmicro.com/products/wireless-data/) - конкретные особенности QAM модемов.

*Ключевые фразы для поиска:* constellation diagram, квадратурная модуляция, сигнальное созвездие

*Тема 3. Джиттер в системах передачи цифровой информации. Наблюдение и измерение джиттера. (30 часов, подготовка доклада)*

Определение и причины возникновения джиттера. Способы измерения джиттера.

Определение BER.

Борьба с джиттером опорных генераторов. Сравнение кварцевых опорных генераторов и PLL [http://kit-e.ru/articles/elcomp/2009\\_08\\_65.php](http://kit-e.ru/articles/elcomp/2009_08_65.php)

Глазковая диаграмма. Определение, способы и приборы для отображения.

## **6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

Не предусмотрено учебным планом

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

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

#### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-4	Знать принципы проектирования радиоэлектронных систем и комплексов.	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь проводить расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов.	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками разработки принципиальных схем РЭУ с применением современных САПР и пакетов прикладных программ	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

#### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в «А» семестре для очной формы обучения по системе:

«зачтено»;

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-4	Знать принципы проектирования радио-электронных систем и комплексов.	выполнение тестовых заданий	Выполнение теста на 70-100%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь проводить расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов.	выполнение стандартных практических заданий	Продемонстрированы основные умения. Стандартное практическое задание выполнено в основном верно, допущено не более 2 негрубых ошибок, либо задание выполнено без ошибок, но не в полном объеме.	При выполнении стандартного практического задания не продемонстрированы основные умения. Допущены грубые ошибки.
	Владеть навыками разработки принципиальных схем РЭУ с применением современных САПР и пакетов прикладных программ	выполнение прикладных практических заданий	Продемонстрированы основные навыки. Прикладное задание выполнено в основном верно, допущено не более 2 негрубых ошибок, либо задание выполнено без ошибок, но не в полном объеме.	При выполнении прикладного задания не продемонстрированы базовые навыки. Допущены грубые ошибки.

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. При каком значении индекса модуляции частотно-модулированного сигнала с гармоническим законом функция Бесселя нулевого порядка равна 0?

- а) 1;
- б) 2;
- в) 3;
- г) 2,4.

2. При каком значении индекса модуляции частотно-модулированного сигнала с гармоническим законом функция Бесселя первого порядка достигает максимального значения?

- а) 0,5;
- б) 0,8;
- в) 3;
- г) 1,5.

3. Чему равен коэффициент корреляции частотно-модулированного сигнала с гармоническим законом, если произведения девиации частоты на временной сдвиг равняется 0,5?

а) 1;

б) 0,7;

в) 0,1;

г) 0,30.

4. УКВ передатчик самолетной радиосвязной аппаратуры работает в выделенном диапазоне частот:

а) 101-127МГц;

б) 118-136МГц;

в) 100-120МГц.

5. Каким параметром антенны определяется разрешающая способность по углу?

а) шириной ДНА;

б) коэффициентом полезного действия антенны;

в) уровнем боковых лепестков ДНА;

г) коэффициентом усиления антенны.

6. При каких значениях коэффициента фильтрации обеспечивается нормализация выходного эффекта?

а) коэффициента фильтрации равен 1;

б) коэффициента фильтрации равен 5;

в) коэффициента фильтрации равен 10;

г) коэффициента фильтрации равен 100.

7. Чему равен интервал корреляции  $\tau_k$  фазоманипулированного сигнала с псевдослучайной манипулирующей последовательностью при известной тактовой частоте  $f_T$ ?

а)  $\tau_k = 0,3/f_T$ ;

б)  $\tau_k = 0,5/f_T$ ;

в)  $\tau_k = 5/f_T$ ;

г)  $\tau_k = 1/f_T$ .

8. Чему равен интервал корреляции  $\tau_k$  простого импульсного сигнала с известной длительностью импульса  $\tau_{и}$ ?

а)  $\tau_k = 0,1\tau_{и}$ ;

б)  $\tau_k = \tau_{и}$ ;

в)  $\tau_k = 0,7\tau_{и}$ ;

г)  $\tau_k = 0,3\tau_{и}$ .

9. При каком соотношении несущей частоты  $f_c$  к ширине спектра  $\Delta f_c$  выполняется условие узкополосности процесса?

а)  $f_c/\Delta f_c = 1$ ;

б)  $f_c/\Delta f_c = 3$ ;

в)  $f_c/\Delta f_c > 10$ ;

г)  $f_c/\Delta f_c = 5$ .

10. Чему равна ширина спектра амплитудно-модулированного сигнала  $\Delta f_c$  с известной частотой модуляции  $f_\Omega$ ?

- а)  $\Delta f_c = f_\Omega$ ;
- б)  $\Delta f_c = 3f_\Omega$ ;
- в)  $\Delta f_c = 10f_\Omega$ ;
- г)  $\Delta f_c = 2f_\Omega$ .

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Телекоммуникации – это:

- а) обмен информацией на расстоянии
- б) устройства, поддерживающие связь
- в) обмен информацией

2. Что изначально скрывалось за названием Wi-Fi:

- а) это протокол беспроводной передачи данных
- б) это выражение на языке австралийских аборигенов, переводящееся как «бросай – лови»

в) это название торговой марки, под которой была зарегистрирована технология применения беспроводных сетей

3. Подключение к интернету с помощью прокси-сервера может помочь:

- а) ускорить работу в интернете
- б) скрыть свой IP-адрес
- в) заходить на сайты, доступ к которым ограничил системный администратор

г) все ответы верны

4. Какой тип линий связи, используемых в глобальных сетях, менее надёжен:

- а) коммутируемые телефонные линии связи
- б) оптоволоконные линии связи
- в) цифровые линии связи

5. Какая возможность есть у абонентов IP-телевидения в отличие от телезрителей аналогового кабельного ТВ:

а) просмотр передач и фильмов с разными звуковыми дорожками (например, на русском языке или языке оригинала)

- б) просмотр передач и фильмов 3D-формате
- в) просмотр двух и более каналов одновременно на одном телевизоре

б. Канал передачи:

а) различные преобразователи сигналов, коммутирующие устройства, промежуточные усилители

б) совокупность технических средств и среды обеспечивающих передачу сигнала ограниченной мощности в определенной области частот между двумя абонентами независимо от используемых физических линий передачи

в) средство связи, соединяющее абонентов не только в пределах города, региона, но и в пределах всей страны и между странами

7. Мультиплексированием называется:

- а) процесс объединения нескольких каналов
- б) процесс уплотнения физических линии связи
- в) процесс уплотнения нескольких каналов

8. Для устранения каких помех используют процедуру сглаживания?

- а) случайных импульсных помех.
- б) шумов помех с частотами близкими частоте сигнала
- в) шумов.
- г) сетевых наводок

9. Какие сигналы наиболее восприимчивы к помехам?:

- а) бинарные
- б) аналоговые
- в) импульсные
- г) цифровые

10. Какой метод измерения не относится к группе методов сравнения?

- а) мостовой
- б) дифференциальный
- в) непосредственной оценки
- г) компенсационный

### **7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

1. Какой вид унифицированного токового сигнала обеспечивает встроенную диагностику обрывов в датчиках и линиях связи?

- а)  $0 \div 5 \text{ мА}$ .
- б)  $0 \div 20 \text{ мА}$ .
- в)  $4 \div 20 \text{ мА}$ .
- г)  $\pm 5 \text{ мА}$ .

2. Какой из элементов измерительного канала в большей мере влияет на точность измерения?

- а) усилитель.
- б) нормирующий преобразователь.
- в) аналоговый фильтр.
- г) первичный преобразователь (датчик).

3. Какой алгоритм первичной обработки информации используется для обнаружения и устранения импульсных помех, выявления обрывов и коротких замыканий в канале связи?

- а) масштабирование.
- б) сглаживание.
- в) проверка на технологические границы.
- г) проверка на достоверность

4. Какой принцип контроля динамических параметров ЦИМС использует прямой счет импульсов заполнения измеряемого временного интервала?

- а) временных разверток
- б) не осциллографический принцип.

в) принцип временной трансформации.

г) интегральный принцип.

5. Какой метод наиболее информативен для диагностики МДП структур?

а) статических ВАХ.

б) вольт-фарадных характеристик (ВФХ).

в) метод гармоник.

г) переходных характеристик.

6. Какое устройство является базовым элементом сигнатурного анализатора?

а) реверсивный счетчик.

б) мультиплексор

в) сдвиговый регистр, охваченный линейной обратной связью через сумматор по модулю 2.

г) генератор кода Грея.

7. Метод повышения информативности ВАХ:

а) логарифмирование ВАХ.

б) интегрирование ВАХ.

в) дифференцирование ВАХ.

г) линеаризация ВАХ.

8. Какие дефекты формируют участок обратной ветви статической ВАХ р-n перехода с гистерезисом.

а) микротрещины в кристалле.

б) замыкание металлизации на переход через поры в окисле.

в) повышение концентрации примесей.

г) сквозной канал проводимости, образованной влагой или загрязнениями, молекулы которых способны поляризоваться

9. Система динамических параметров цифровых интегральных микросхем (ЦИМС) включает:

а) определяемые переходными процессами в ЦИМС, временные соотношения между входными

и выходными сигналами, а также между уровнями этих сигналов.

б) соотношения между токами и напряжениями.

в) напряжения логических уровней "0" и "1".

г) токи потребления ЦИМС.

10. Для чего используется функциональный контроль цифровых БИС?

а) для контроля статических параметров БИС.

б) для проверки истинности логических функций, реализованных в БИС.

в) для проверки напряжения логических уровней "0" и "1".

г) для контроля временных параметров БИС.

#### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

1. В чем состоят основные недостатки кода NRZ применительно к беспроводной передаче?
2. Код Манчестер-II: принцип формирования, ширина спектра, борьба с проблемой инвертирования данных.
3. Как связаны между собой скорость передачи, полоса пропускания канала связи и вероятность ошибки?
4. Каковы требования к форме спектра модулированного ВЧ сигнала?
5. Каково теоретическое ограничение на число бит, передаваемых за один такт в канале связи с шумами?
6. Какие виды модуляции обеспечивают максимальную эффективность использования полосы частот?
7. Какие виды модуляции позволяют использовать передатчики с максимальным КПД?
8. Почему при КАМ предъявляются повышенные требования к линейности передатчика?
9. Как взаимосвязаны между собой линейность и КПД передатчика?  
Организация высокоскоростной передачи данных по радиоканалу
10. В чем заключаются основные проблемы сокращения длительности передаваемого символа?
11. С помощью каких приборов можно наблюдать глазковую диаграмму?
12. Для чего служат межсимвольные охранные интервалы?
13. Поясните причины возникновения межсимвольной интерференции.
14. Каковы принципы измерения джиттера?
15. Каковы причины возникновения джиттера при передаче данных по радиоканалу?
16. В чем заключается преимущества применения OFDM перед ЧМ при одинаковых скоростях передачи?
17. Почему при OFDM спектры поднесущих перекрываются и как при этом можно разделить сигналы поднесущих?
18. В чем состоит отличие COFDM от OFDM?
19. Для чего служит преамбула при пакетной передаче данных?
20. Каково назначение символов битовой и байтовой синхронизации?
21. В чем состоит отличие контрольной суммы от синдрома?
22. Как связаны между собой кодовое расстояние и число исправимых ошибок?
23. Дайте определение блочного кода  $(n,k)$ .
24. Что такое избыточность кода?
25. Что называют скоростью блочного кода?

#### **7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену**

Не предусмотрено учебным планом

### **7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Форма промежуточной аттестации – зачёт. Зачет проводится на последнем в семестре занятии.

Зачет проводится по билетам, каждый из которых содержит 10 тестовых заданий, 1 стандартное практическое задание и 1 прикладное задание.

Выполнение тестовых заданий оценивается: 0 баллов – менее 70% правильных ответов на тестовые задания; 1 балл - 70% правильных ответов на тестовые задания; 2 балла – 80-90% правильных ответов на тестовые задания; 3 балла -100% правильных ответов на тестовые задания.

Выполнение стандартного практического и прикладного заданий оценивается от 0 до 3 баллов: 0 баллов - имеются грубые ошибки; 1 балл – задание выполнено в основном верно, допущено не более 2 негрубых ошибок, либо задание выполнено без ошибок, но не в полном объеме; 2 балла – задание выполнено верно и в полном объёме, но имели место небольшие погрешности или 1 негрубая ошибка; 3 балла - задание выполнено верно и в полном объёме, не допущено ошибок и погрешностей.

Максимальное количество набранных на зачете баллов – 9.

1. Оценка «Зачтено» ставится в случае, если студент набрал от 5 до 9 баллов.

2. Оценка «Не зачтено» ставится в случае, если студент набрал 4 и менее баллов.

### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Основные тенденции развития систем связи	ПК-4	Тестовые, стандартные практические и прикладные задания
2	Системы и средства подвижной связи	ПК-4	Тестовые, стандартные практические и прикладные задания
3	Широкополосные беспроводные сети передачи информации	ПК-4	Тестовые, стандартные практические и прикладные задания

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Радиотехнические цепи и сигналы. Учебник // Под ред. Баскакова С.И. – М.: Высшая школа, 2000. – 462 с.
2. Смит С. Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство для инженеров и научных работников. – М.: Додэка XXI, 2008. – 720 с.
3. Блейхут Р. Теория и практика кодов, контролирующих ошибки. – М.: Мир, 1986— 576 с.
4. А.Б. Сергиенко. Цифровая обработка сигналов. Учебник для вузов. – СПб: БХВ-Петербург, 2013. – 768 с.
5. Лайонс Р. Цифровая обработка сигналов. Пер. с англ. Под ред. А. А. Бритова. – 2-е изд. – М. : Бином-Пресс, 2007. – 656 с.

### **8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

Microsoft Word, Microsoft Excel, Internet Explorer.

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная плакатами и пособиями по профилю, а так же:

- Персональный компьютер в количестве 15 штук;
- Видеопроектор.
- МФУ.

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

В рамках общего объема часов самостоятельной работы студентов, отведенных для изучения дисциплины, предусматриваются следующие виды работ: выполнение индивидуальных домашних заданий по одной из тем, перечисленных в п.5.3, изучение теоретического материала с самоконтролем по приведенным выше вопросам, оформление и защита лабораторных работ, подготовка к экзамену.

Для самостоятельного изучения дисциплины и закрепления теоретического материала в программу включены контрольные вопросы для самостоя-

тельной оценки студентом качества изучения дисциплины и возможность консультаций у ведущего преподавателя.

Для выполнения лабораторных работ в соответствии с разделом 5.2 настоящей учебной программы студент должен предварительно самостоятельно освоить теоретический материал соответствующих тем.

Для защиты работы он должен знать теоретический материал и продемонстрировать навыки компьютерного расчета и моделирования цифровых фильтров.

Для освоения теоретического материала в области обработки сигналов рекомендуются учебники [1], [2], [5]. Книга [3] является основным теоретическим источником в области кодов, исправляющих ошибки. Пособие [4] незаменимо при знакомстве с пакетом MatLab в части применения его для решения задач цифрового формирования и обработки сигналов.

При выполнении индивидуальных домашних заданий, помимо перечисленных источников, рекомендуется использовать также перечисленные ниже интернет-ресурсы.