

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета  В.А. Небольсин

«31» августа 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**дисциплины (модуля)**

**«Технологии телекоммуникационных систем»**

**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** 2022 г.

Автор программы  /Жилин В.В./

Заведующий кафедрой  /Останков А.В./

Руководитель ОПОП  /Журавлёв Д.В./

**Воронеж 2022**

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1. Цели дисциплины**

обеспечение студентов базовыми компетенциями (знаниями, умениями и навыками) в области телекоммуникационных технологий

### **1.2. Задачи освоения дисциплины**

Изучение принципов построения и функционирования телекоммуникационных систем.

Освоение стандартных пакетов прикладных программ для решения практических задач.

Освоение методов и средств моделирования радиоэлектронных систем.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП**

Дисциплина «Технологии телекоммуникационных систем» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б.1 учебного плана

### **3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Процесс изучения дисциплины «Технологии телекоммуникационных систем» направлен на формирование следующих компетенций:

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 методы диагностики, оценки качества и надежности в процессе эксплуатации радиоэлектронных систем и комплексов.
	уметь проводить диагностику, оценку качества и надежности в процессе эксплуатации радиоэлектронных систем и комплексов.
	владеть современными программными средствами диагностики, оценки качества и надежности в процессе эксплуатации радиоэлектронных систем и комплексов.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Технологии телекоммуникационных систем» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		9
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	36	36
В том числе:		
Лекции	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
<b>Самостоятельная работа</b>	108	108
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость академические часы	144	144
з.е.	4	4

## 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	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Общая характеристика телекоммуникационных систем и технологий	Классификация телекоммуникационных технологий. Краткая характеристика по историческому местоположению, назначение, преимущества, недостатки, степень внедрения.	2		4	6
2	Методы увеличения пропускной способности канала связи	Каналы коммуникационных систем. Коммутация, методы коммутации. Коммутация каналов, пакетов, ячеек. Теорема Шеннона-Хартли. Методы увеличения пропускной способности беспроводного канала связи (кодовое разделение, квадратурная модуляция), их принципы работы. Понятие чипа, чиповой скорости. Понятие символа, символьной скорости. Формирование КАМ-сигнала.	2	4	14	20
3	Основные технологические решения обработки сигналов в сетях широкополосной беспроводной связи	Принципы построения радиоинтерфейса по технологии LTE. Формирование сигнала в канале при синтезе OFDM-символов. Ортогональное частотное разделение каналов с мультиплексированием OFDM. Разнесенный прием. Канальное кодирование. Блочное кодирование. Сверточное кодирование. Перемежение. Управление мощностью излучения. Эффект «дыхания» соты. Прием/передача множеством антенн. Принцип MIMO (2 x 2). Виды технологий MIMO. Частотно-селективная диспетчеризация. Сетевая архитектура SAE.	6	12	46	64
4	Технологии доставки телевизионного контента	Телевещательные технологии. Классификация по способу доставки ТВ-программ: телевидение коллективного пользования, кабельное телевидение, спутниковое телевидение, IP-телевидение, мобильное телевидение, MMDS телевидение.	2		12	14
5	Технологии мультисервисных телекоммуникационных систем	Телекоммуникационные технологии. Общие сведения о технологиях транспортных сетей, эволюционный аспект. Плезиосинхронная цифровая иерархия PDH. Синхронная цифровая иерархия SDH. Спектральное уплотнение каналов xWDM. Принципы работы, характеристики.	2		12	14
6	Технологии абонентского доступа	Технологии кабельного абонентского доступа. Пассивная оптическая сеть PON. Цифровая абонентская линия xDSL. Оптоволокно до точки «х» FTTx. Технологии беспроводного абонентского доступа. Стандарт IEEE 802.15 (Bluetooth). Стандарт IEEE802.11 (Wi-Fi). Стандарт	2		12	14

		IEEE 802.16 (Wi-MAX). Стандарт IEEE 802.22 (когнитивное радио). Спутниковый доступ. Принципы работы, характеристики, эволюционный аспект.				
7	Спутниковые коммуникационные технологии	Классификация систем спутниковой связи. Специфика распространения радиосигнала. Принципы построения спутниковых систем связи. Виды спутниковых коммуникационных технологий. Навигационные системы ГЛОНАСС, GPS (функциональные возможности, принцип действия, структура, параметры): сравнительный анализ; факторы, влияющие на точность.	2		12	12
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>18</b>	<b>108</b>	<b>144</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

1. Формирование комплексного сигнала.
2. Моделирование передающей части системы связи.
3. Моделирование канала связи.
4. Моделирование системы восстановления несущего колебания.

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

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

### 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 методы диагностики, оценки качества и надежности в процессе эксплуатации радиоэлектронных систем и комплексов.	Полнота ответа, последовательность и логика изложения. Соответствие ответа рабочей программе дисциплины. Действенность знаний, способность аргументировать свой ответ и приводить примеры. Осознанность излагаемого материала. Самостоятельность. Корректность использования терминологического аппарата.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь проводить диагностику, оценку качества и надежности в процессе эксплуатации радиоэлектронных систем и комплексов.	Решение практических задач в соответствии с индивидуальным вариантом задания	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть современными программными средствами диагностики, оценки качества и надежности в процессе эксплуатации радиоэлектронных систем и комплексов.	Качество выполнения лабораторных работ.	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 9 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-4	знать методы диагностики, оценки качества и надежности в процессе эксплуатации радиоэлектронных систем и комплексов.	Знание учебного материала и готовность к его изложению на зачете и применению в рамках выполнения заданий на лабораторных занятиях.	Студент демонстрирует полное понимание учебного материала, ярко выраженную способность самостоятельно использовать знания, умения и навыки в процессе выполнения лабораторных занятий, также на зачете.	Студент демонстрирует понимание большей части учебного материала, способность при необходимости использовать знания, умения и навыки в процессе выполнения лабораторных занятий, также на зачете.	Студент демонстрирует частичное понимание материала, способность при получении сторонней помощи к выполнению практических и лабораторных занятий. Попытки самостоятельного решения практических задач демонстрируют нестабильность результатов.	Студент демонстрирует незначительное понимание материала, непонимание заданий. Попытки самостоятельного решения практических задач оказываются у него малорезультативными.
	уметь проводить диагностику, оценку качества и надежности в процессе эксплуатации радиоэлектронных систем и комплексов.	Умение использовать технологии анализа функциональных блоков систем передачи, приема и обработки сигналов при проведении лабораторных работ и на зачете.				
	владеть современными программными средствами диагностики, оценки качества и надежности в процессе эксплуатации радиоэлектронных систем и комплексов.	Применение современных программных средств анализа функциональных блоков систем передачи, приема и обработки сигналов при проведении лабораторных работ и на зачете.				

## 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

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

1. Каково назначение блока Gaussian Noise Generator, его основные

	параметры?
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– усилитель шума</li> <li>– генератор сигнала</li> <li>– генератор белого шума</li> <li>– декодер</li> </ul>
2.	На что влияет параметр «частота дискретизации» используемого генератора шума?
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– на полосу сигнала</li> <li>– на амплитуду сигнала</li> <li>– на длительность шумового сигнала</li> <li>– на затухание сигнала</li> </ul>
3.	Каково назначение блока Digital Filter Design.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– генерация синусоидального сигнала</li> <li>– усиление сигнала</li> <li>– восстановление формы сигнала</li> <li>– фильтрация сигнала</li> </ul>
4.	Каково назначение блока Spectrum Scope.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– отображение временного представления сигнала</li> <li>– отображение спектрального представления сигнала</li> <li>– фильтрация спектра сигнала</li> <li>– снижение длительности импульсов</li> </ul>
5.	Какими параметрами определяется выбранный режекторный фильтр?
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– затухание фильтра</li> <li>– полоса</li> <li>– усиление</li> <li>– порядок</li> </ul>
6.	Как выбрать оптимальный масштаб графика в анализаторе спектра?
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– изменив усиление</li> <li>– выбрать режим «Авто»</li> <li>– сдвинуть сигнал во времени</li> <li>– перемножить с инвертированным сигналом</li> </ul>
7.	Как (посредством какого блока и из каких источников) формируется комплексный сигнал в исследуемой схеме?
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– посредством <math>\sin</math> и <math>\cos</math></li> <li>– посредством блока <math>\log</math></li> <li>– посредством генератора сигналов</li> <li>– посредством Digital Filter Design</li> </ul>
8.	Каково назначение блока Complex to Real-Imag в исследуемой схеме?
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– усиление сигнала</li> <li>– фильтрация сигнала</li> <li>– разложение сигнала на составляющие</li> <li>– формирование комплексного сигнала</li> </ul>

9.	<p>Вследствие каких действий с исходным сигналом произошел сдвиг спектра сигнала?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– вследствие перемножения с комплексным числом</li> <li>– из-за его фильтрации</li> <li>– вследствие усиления сигнала</li> <li>– вследствие применения блока Gaussian Noise Generator</li> </ul>
10.	<p>Какие сигналы отражены на осциллограмме сигналов модели?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– входной сигнал</li> <li>– отфильтрованный сигнал</li> <li>– сигнал генератора шума</li> <li>– сигнал с анализатора спектра</li> </ul>
11.	<p>Какие блоки отображения информации о сигналах предоставляет среда имитационного моделирования Simulink MATLAB?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– блок вектора огибающей</li> <li>– блок комплексного сигнала</li> <li>– фазовый детектор</li> <li>– глазковая диаграмма</li> </ul>
12.	<p>Назначение глазковой диаграммы сигнала.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– отображение сигнала во времени</li> <li>– спектральное представление сигнала</li> <li>– представление траектории вектора комплексной огибающей сигнала на плоскости</li> <li>– определение усиления сигнала</li> </ul>
13.	<p>Назначение траектории вектора комплексной огибающей сигнала на плоскости.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– отображение сигнала во времени</li> <li>– спектральное представление сигнала</li> <li>– представление траектории вектора комплексной огибающей сигнала на плоскости</li> <li>– определение усиления сигнала</li> </ul>
14.	<p>Назначение диаграммы рассеяния сигнала.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– отображение сигнала во времени</li> <li>– спектральное представление сигнала</li> <li>– определение фазового сдвига сигнала</li> <li>– представление сигнала на комплексной плоскости</li> </ul>
15.	<p>Что (какие параметры) понимается под скруглением спектра?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– частота несущей</li> <li>– полоса сигнала</li> <li>– степень прямоугольности спектра</li> <li>– затухание сигнала</li> </ul>
16.	<p>Как (по каким критериям) сигнал можно считать распознаваемым?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– если спектр сигнала прямоугольный</li> <li>– если глазковая диаграмма имеет просвет</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– если на комплексной плоскости символы сигнала не перекрываются</li> <li>– если мощность сигнала выше мощности шума</li> </ul>
17.	<p>Что характеризует отношение максимального значения амплитуды сигнала к минимальному?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– скорость нарастания импульса</li> <li>– ширина спектра</li> <li>– мощность сигнала</li> <li>– скорость передачи информации</li> </ul>
18.	<p>Как сказывается на значениях боковых лепестков, крутизны скатов и ширины спектра коэффициент скругления?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– чем выше – тем шире спектр</li> <li>– с увеличением крутизны скатов возрастает</li> <li>– боковые лепестки уменьшаются при увеличении коэффициента скругления</li> <li>– не влияет на спектр</li> </ul>
19.	<p>Какова зависимость коэффициента скругления (соответствующего распознаванию сигнала) от уровня модуляции?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– для большего уровня модуляции требуется больший коэффициент скругления</li> <li>– не влияет</li> <li>– для большего уровня модуляции требуется меньший коэффициент скругления</li> </ul>
20.	<p>Какова зависимость отношения максимального значения амплитуды квадратурных составляющих (для внешних точек сигнального созвездия) к минимальному для различного уровня модуляции?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– с увеличением уровня модуляции уменьшается</li> <li>– не влияет</li> <li>– с увеличением уровня модуляции увеличивается</li> </ul>
21.	<p>Опишите модель канала связи (роль блоков).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Complex to Real-Imag преобразует комплексный сигнал в мнимую и реальную части</li> <li>– Digital Filter Design – усиливает сигнал</li> <li>– Real-Imag to Complex – фильтрация сигнала</li> <li>– Noise Generator – отображение спектра сигнала</li> </ul>
22.	<p>Критерии распознавания по глазковой диаграммы сигнала.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– наличие «просвета»</li> <li>– большая ширина спектра</li> <li>– длительность импульса больше периода выборки</li> <li>– отсутствие четных спектральных составляющих</li> </ul>
23.	<p>Критерии распознавания диаграммы рассеяния сигнала.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– «непересечение» отдельных символов</li> <li>– слияние символов сигнала в одну точку</li> <li>– узкий спектр сигнала</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– распределение символов вдоль окружности на комплексной плоскости</li> </ul>
24.	<p>Каково назначение блока Real-Imag to Complex в исследуемой схеме?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– фильтрация</li> <li>– усиление</li> <li>– восстановление временных характеристик сигнала</li> <li>– формирование комплексного сигнала</li> </ul>
25.	<p>Каково влияние шума на сигнальное созвездие?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– символы на комплексной плоскости «рассыпаются»</li> <li>– символы на комплексной плоскости сближаются к центра осей</li> <li>– глазковая диаграмма закрывается</li> <li>– сигнальное созвездие меняет уровень модуляции</li> </ul>
26.	<p>Сравните распознаваемость сигнала одного уровня модуляции, но разного вида (ФМ и КАМ).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– ФМ распознается лучше</li> <li>– КАМ распознается лучше</li> <li>– уровень модуляции не влияет</li> <li>– сигналы одинаковы</li> </ul>
27.	<p>Каким образом влияет фазовое рассогласование на сигнала (на комплексной плоскости)?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– созвездие поворачивается</li> <li>– ни как не влияет</li> <li>– созвездие вращается</li> <li>– спектр сигнала расширяется</li> </ul>
28.	<p>Каким образом влияет частотное рассогласование на сигнала (на комплексной плоскости)?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– созвездие поворачивается</li> <li>– ни как не влияет</li> <li>– созвездие вращается</li> <li>– спектр сигнала сужается</li> </ul>
29.	<p>Посредством какой диаграммы регистрируется значение частотного рассогласования?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– спектроанализатор</li> <li>– частотный фильтр</li> <li>– символьное созвездие</li> <li>– глазковая диаграмма</li> </ul>
30.	<p>Чем объясняется размытость точек созвездия даже при отсутствии шума в канале связи?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– не идеальностью оборудования</li> <li>– свойствами сигнала</li> <li>– погрешностью измерительного оборудования</li> <li>– этот эффект отсутствует</li> </ul>

## 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных

### задач

1. Совокупность технических средств, обеспечивающих передачу сообщения от одного источника информации к получателю, называется каналом ...

- А) радиосвязи
- Б) телесвязь
- В) спецсвязь

2. Система радиосвязи с уплотнением радиолинии называется ... радиосвязью.

- А) многоканальной
- Б) одноканальной
- В) двухканальной

3. Оба передатчика работают на одной и той же частоте, т.е. и приемники настроены на одну и ту же частоту. В этом случае радиолиния в оба направления одновременно работать не может. Работа производится поочередно в одном из направлений. Такая связь называется?

- А) симплексной
- Б) дуплексной
- В) полудуплексной

4. Передатчики работают на разных частотах, соответственно и приемники настроены на разные частоты. В этом случае радиолиния в оба направления может работать одновременно. Такая связь называется?

- А) симплексной
- Б) дуплексной
- В) полудуплексной

5. Радиосвязь осуществляется с использованием двух частот: приемной и передающей, но, по сравнению с дуплексом, не одновременно, а поочередно. Сигнал принимается на одной частоте, а передается на другой. В один момент времени абонент может находиться либо в режиме «прием» либо «передача». Такая связь называется?

- А) симплексной
- Б) дуплексной
- В) полудуплексной

6. Устройство, принимающее радиосигнал и передающее его в эфир называется?

- А) ретранслятор
- Б) радиопередатчик
- В) маршрутизатор

7. Какие минусы мобильной связи?

- а) Дороговизна и низкая дальность
- б) Плохое качество связи и поддержки пользователей
- в) Помехи и перегрузка сети

8. Выберите то, для чего предназначены каналы управления?

- а) Для передачи речи или данных между пользователями.
- б) Вызов и установление соединения между абонентами.

- в) Для обмена информацией об обслуживании абонента
9. В соответствии с международным регламентом радиосвязи радиочастоты делятся на ...
- а) 7 диапазонов
  - б) 8 диапазонов
  - в) 9 диапазонов
  - г) 10 диапазонов
10. Какая длина волны у низкого диапазона частот:
- а) от 100 до 10 км
  - б) от 10 до 1 км
  - в) от 1 км до 100 м
  - г) от 1 см до 1 мм

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. С увеличением номера диапазона, ширина диапазона частот:
  - а) Уменьшается
  - б) Увеличивается
  - в) Не изменяется
2. Аббревиатура множественного доступа с временным разделением:
  - а) FDMA
  - б) CDMA
  - в) TDMA
3. CDMA - это множественный доступ с...
  - а) кодовым разделением
  - б) частотным разделением
  - в) временным разделением
4. Что не является способом множественного доступа:
  - а) TDMA
  - б) FDMA
  - в) CDMA
  - г) KDMA
5. TDMA – это ...
  - а) Множественный доступ с временным разделением
  - б) Множественный доступ с частотным разделением
  - в) Множественный доступ с кодовым разделением
6. FDMA – это ...
  - а) Множественный доступ с временным разделением
  - б) Множественный доступ с частотным разделением
  - в) Множественный доступ с кодовым разделением
7. CDMA – это ...
  - а) Множественный доступ с временным разделением
  - б) Множественный доступ с частотным разделением
  - в) Множественный доступ с кодовым разделением

8. Что не является способом множественного доступа:

11

1) TDMA

2) FDMA

3) CDMA

4) KDMA

9. TDMA – это ...

1) Множественный доступ с временным разделением

2) Множественный доступ с частотным разделением

3) Множественный доступ с кодовым разделением

10. FDMA – это ...

1) Множественный доступ с временным разделением

2) Множественный доступ с частотным разделением

3) Множественный доступ с кодовым разделением

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

1. Актуальные стандарты беспроводного доступа. Краткая характеристика.
2. Актуальные стандарты кабельного доступа. Краткая характеристика.
3. Факторы, определяющие скорость в сетях широкополосной беспроводной связи.
4. Методы увеличения пропускной способности беспроводного канала связи. Теорема Шеннона-Хартли . CDMA.
5. Методы увеличения пропускной способности беспроводного канала связи. Теорема Шеннона-Хартли .8ФМ, 16 КАМ.
6. Формирование сигнала в канале связи. Основные процедуры.
7. Основные технологические решения обработки сигналов в сетях широкополосной беспроводной связи. OFDM.
8. Основные технологические решения обработки сигналов в сетях широкополосной беспроводной связи. Разнесенный прием.
9. Основные технологические решения обработки сигналов в сетях широкополосной беспроводной связи. Канальное кодирование. Блочное кодирование. Сверточное кодирование.
10. Основные технологические решения обработки сигналов в сетях широкополосной беспроводной связи. Канальное кодирование. Перемежение. Скачки по частоте.
11. Основные технологические решения обработки сигналов в сетях широкополосной беспроводной связи. Управление мощностью излучения. Спектры сигнала при нескольких активных абонентах.
12. Основные технологические решения обработки сигналов в сетях широкополосной беспроводной связи. Управление мощностью излучения. Спектры сигнала при увеличении скорости передачи информации.
13. Основные технологические решения обработки сигналов в сетях широкополосной беспроводной связи. Прием/передача множеством антенн.
14. Прием/передача множеством антенн. Виды технологий MIMO.

15. Основные технологические решения обработки сигналов в сетях широкополосной беспроводной связи. Частотно-селективная диспетчеризация.
16. Основные технологические решения обработки сигналов в сетях широкополосной беспроводной связи. Механизм диспетчеризации и повторные передачи.
17. Сети WPAN. Семейство стандартов IEEE 802.15. Характеристика Bluetooth.
18. Сети WLAN. Семейство стандартов IEEE802.11 Wi-Fi. Характеристика спецификаций.
19. Сети WLAN. Семейство стандартов IEEE802.11 Wi-Fi. Характеристика IEEE 802.11n.
20. Сети WMAN. Стандарт сотовой связи UMTS (WCDMA). Архитектура интегральной сети UMTS-GSM.
21. Сети WMAN. Стандарт сотовой связи UMTS (WCDMA). Организация радиоканалов.
22. Сети WMAN. Семейство стандартов IEEE 802.16 WiMAX. Архитектура сетей WiMAX.
23. Сети WMAN. Стандарт сотовой связи LTE. Эволюция системной архитектуры.
24. Сети WMAN. Стандарт сотовой связи LTE. Распределение интеллекта в SAE. Новшества в LTE- Advanced.
25. Сети WRAN. Когнитивное радио IEEE 802.22. Диапазон частот. Классификация устройств.
26. Когнитивное радио IEEE 802.22. Параметры. Методы, используемые когнитивной радиосетью для анализа спектра окружающей среды. Антенны.
27. Когнитивное радио IEEE 802.22. Параметры. Взаимосвязь между управлением спектра и другими когнитивными функциями в оборудовании. Различные режимы модуляции сигнала.
28. Спутниковый беспроводной доступ. Способы обмена данными, их характеристика. Преимущества и недостатки.

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

Не предусмотрено учебным планом.

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

Оценка	Критерии оценки
5	Дан полный, развёрнутый ответ по вопросу на основе знания основной литературы и знакомства с дополнительной литературой, доказательно раскрыты его основные положения; показана совокупность осознанных знаний, умение выделять существенные и несущественные моменты материала; продемонстрированы свободное владение категориально-понятийным аппаратом и грамотная речь; в ответе прослеживается чёткая структура, выстроенная в логической последовательности. При решении теста набрано 8-10 баллов.
4	Дан полный, развёрнутый ответ на основе знания основной литературы, показано умение выделять существенные и несущественные моменты материала; ответ чётко структурирован, выстроен в логической последовательности, изложен грамотным языком; однако были допущены отдельные неточности в изложении и аргументации ответа. При решении теста набрано 5-7 баллов.
3	Дан неполный и поверхностный ответ на поставленный вопрос, логика и последовательность изложения имеют некоторые нарушения, допущены негрубые ошибки в изложении теоретического материала и употреблении терминов; в ответе не присутствуют доказательные выводы; сформированность умений показана слабо, речь неграмотная. При решении теста набрано 2-4 баллов.
2	Ответ не дан, либо дан неполно с существенными нарушениями логики и последовательности изложения, грубыми ошибками, демонстрирующими незнание либо отрывочное представление об учебно-программном материале, сформированность умений не показана, речь неграмотная. При решении теста набрано 0-1 баллов.

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Общая характеристика телекоммуникационных систем и технологий	ПК-4	защита лабораторных работ, зачет
2	Методы увеличения пропускной способности канала связи	ПК-4	защита лабораторных работ, зачет
3	Основные технологические решения обработки сигналов в сетях широкополосной беспроводной связи	ПК-4	защита лабораторных работ, зачет
4	Технологии доставки телевизионного контента	ПК-4	защита лабораторных работ, зачет
5	Технологии мультисервисных телекоммуникационных систем	ПК-4	защита лабораторных работ, зачет
6	Технологии абонентского доступа	ПК-4	защита лабораторных работ, зачет
7	Спутниковые коммуникационные технологии	ПК-4	защита лабораторных работ, зачет

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

Основной формой текущего контроля является защита результатов лабораторных исследований. При защите результатов лабораторных исследований оценивание осуществляется по вопросам, представленным в соответствующих методических указаниях по выполнению лабораторных работ.

Основной формой промежуточной аттестации является устный опрос в виде зачета с оценкой. Опрос содержит два вопроса. Ответ должен быть развернутым и представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, демонстрирующее знания студента.

При оценке ответа учитываются следующие критерии:

- полнота и правильность ответа;
- степень осознанности, понимания изученного;
- языковое оформление ответа.

## 8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

1. Жилин, В.В. Технологии беспроводного доступа в телекоммуникационных системах: учеб. пособие [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые, граф. данные (1,8 Мб) / В.В. Жилин. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2018. –1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

2. Методические указания к выполнению цикла лабораторных работ по дисциплине "Технологии беспроводного доступа в телекоммуникационных системах" для студентов направления 11.03.01 "Радиотехника" и по дисциплине «Технологии телекоммуникационных систем» для студентов специальности 210601 «Радиоэлектронные системы и комплексы».

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

Пакет моделирования динамических систем Simulink (пробная версия).

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

Лаборатория № 208/III: компьютерный класс (15 компьютеров) со специализированными программными средствами для проведения лабораторных работ

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

По дисциплине «Технологии телекоммуникационных систем» .

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия не предусмотрены учебным планом.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой знаний на зачете, защитой лабораторных работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"><li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li><li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li><li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li><li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li><li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li></ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

### Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8 в части учебно-методического обеспечения дисциплины; в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем; Актуализирован раздел 9 в части материально-технической базы необходимой для проведения образовательного процесса.	29.08.2022	