

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
влия
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 24

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель направления

ДЮЦ, К.Т.Н.
(должность, уч. степень, звание)

О.В. Тихоненкова
(инициалы, фамилия)
О.В. Тихоненкова

« 05 » 05 2020 г.
(подпись)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы теории связи»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.05.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Радиоэлектронные системы и комплексы
Наименование направления-сти	Радиоэлектронные системы передачи информации
Форма обучения	очная

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)
(должность, уч. степень, звание)
С.А. Якушенко
(инициалы, фамилия)
(подпись, дата)

Программа одобрена на заседании кафедры № 24
«20» 05. 2020 г., протокол № 8/20

Заведующий кафедрой № 24
К.Т.Н.
(уч. степень, звание)
О.В. Тихоненкова
(инициалы, фамилия)
(подпись, дата)
05.05.2020

Ответственный за ОП ВО 11.05.01(02)
К.Т.Н., ДЮЦ.
(должность, уч. степень, звание)
К.Н. Тимофеев
(инициалы, фамилия)
(подпись, дата)

Заместитель директора института №2 по методической работе
ДЮЦ, К.Т.Н., ДЮЦ.
(должность, уч. степень, звание)
О.Л. Балышева
(инициалы, фамилия)
(подпись, дата)

Аннотация

Дисциплина «Основы теории связи» входит в образовательную программу высшего образования по направлению подготовки/ специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» направленности «Радиоэлектронные системы передачи информации». Дисциплина реализуется кафедрой «№24».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

УК-1 «Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий»

ПК-5 «Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ»

ПК-6 «Способен решать задачи оптимизации существующих и новых технических решений в условиях априорной неопределенности с применением пакетов прикладных программ»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с математическим описанием сигналов, методами анализа и формирования радиосигналов, их влияния на помехоустойчивость и пропускную способность систем электросвязи, основными закономерностями и методами оптимальной передачи и приема информации по каналам связи их помехоустойчивостью, а также основами многоканальной связи.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа, коллоквиумы и консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является изучение студентами основ теории электрической связи – математических моделей сигналов, используемых в радиоэлектронных системах передачи информации, методов формирования, преобразования и обработки сигналов, характеристик и основных закономерности передачи информации в многоканальных системах передачи. В области воспитания личности целью подготовки является формирование социально-личностных и общекультурных компетенций таких качеств, как целеустремленность, организованность, трудолюбие, ответственность.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Универсальные компетенции	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.3.1 знать методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации
Профессиональные компетенции	ПК-5 Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ	ПК-5.3.1 знать методы и алгоритмы моделирования процессов в радиоэлектронике, радиотехнических системах и устройствах ПК-5.У.1 уметь пользоваться типовыми методиками моделирования объектов и процессов ПК-5.В.1 владеть средствами разработки и создания имитационных моделей с помощью стандартных пакетов прикладных программ
Профессиональные компетенции	ПК-6 Способен решать задачи оптимизации существующих и новых технических решений в условиях априорной неопределенности с применением пакетов прикладных программ	ПК-6.3.1 знать методы оптимизации существующих и новых технических решений в условиях априорной неопределенности ПК-6.У.1 уметь применять современный математический аппарат для решения задачи оптимизации

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

– «математика»,

- «информатика»»,
- «электротехника»»,
- «радиотехнические цепи и сигналы».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- «устройства приема и обработки сигналов»,
- «модемы и кодеки»,
- «спутниковые радионавигационные системы»,
- «радиосистемы и комплексы управления».

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№4
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины , 3Э/ (час)	4/ 144	4/ 144
Аудиторные занятия , всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	27	27
Самостоятельная работа , всего (час)	66	66
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 4					
Тема 1. Общие сведения о системах электросвязи	2	2	2		6
Тема 2. Математическое описание сигналов	4	4	4		12
Тема 3. Модулированные сигналы	4	4	4		16
Тема 4. Каналы электросвязи	2	2	2		10
Тема 5. Теория передачи информации	3	3	3		12
Тема 6. Многоканальная связь	2	2	2		10
Итого в семестре:	17	17	17		66
Итого	17	17	17	0	66

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела, темы	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Общие сведения о системах электросвязи и сигналах, анализ их характеристик.
2	Математические модели сигналов в различных метрических и топологических пространствах. Временное и спектральное представление сигналов периодических и непериодических сигналов. Статистическое описание сигналов. Стационарность и эргодичность случайных процессов.
3	Методы формирования и преобразования сигналов. Модуляция аналоговыми и дискретными сообщениями и их демодуляция. Импульсные виды модуляции. Двухпараметрические виды модуляции.
4	Модели непрерывных и дискретных каналов. Модели каналов Гаусса, Релея и Райса. Характеристики каналов связи.
5	Задача статистического приема сигналов. Критерии максимального правдоподобия. Правила и алгоритмы оптимального приема дискретных сигналов. Потенциальная помехоустойчивость сигналов в условиях помех. Задача оптимальной фильтрации сигналов
6	Многоканальная связь. Принцип ортогональности сигналов. Матрица Грама. Цифровая передачи непрерывных сообщений.

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 4				
1	Расчет и оценка параметров первичных сигналов	решение ситуационных задач	2	1
2	Расчет спектра амплитуд и фаз сложных сигналов	решение ситуационных задач	4	2
3	Расчет и оценка параметров модуляции радиосигналов	решение ситуационных задач	4	3
4	Расчет и оценка показателей помехоустойчивости сигналов	решение ситуационных задач	2	4
5	Расчет и оценка пропускной способности каналов	решение ситуационных задач	3	5
6	Расчет и оценка показателей качества многоканальных систем передачи	решение ситуационных задач	2	6
Всего			17	

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоем- кость, (час)	№ разде- ла дисцип- лины
Семестр 4			
1	Исследование преобразования аналоговых сигналов в дискретные	2	1
2	Исследование спектров, искажённых и неискажённых сигналов в приёмопередающих трактах систем передачи информации	4	2
3	Исследование процессов модуляции и демодуляции сигналов.	4	3
4	Исследование корреляционных свойств сигналов в широкополосных каналах	2	4
5	Исследование согласованной фильтрации сигналов в устройствах системы передачи информации	3	5
6	Исследование аналого-цифрового и цифроаналогового преобразования сигналов	2	6
Всего		17	

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 4, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	28	28
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)	12	12
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	26	26
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)		
Всего:	66	66

5. Перечень учебно-методического обеспечения
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Кол. экземпляров в библиотеке (кроме электронных экз.)
	Основная	
621.391 Б.60	Биккенин Р.Р. Теория электрической связи: уч. пособие/ Р.Р.Биккенин, М.Н.Чесноков.- М.:Академия,2010.-498 с	40
	Якушенко С.А. Основы теории связи. Курс лекций. – СПб ГУАП , 2020.	
	Дополнительная	
621.391 Б.	Баскаков С. И. Радиотехнические цепи и сигналы. – М., Высшая школа, 2003 г.	60
621.391 З.	Зюко А. Г., Кловский Д. Д., Коржик В. И., Назаров М. В. Теория электрической связи. Учебник для вузов. Под ред. Д. Д. Кловского. – М., Радио и связь, 2003 г.	20
621.391 Г.	Галкин В.А. Цифровая мобильная радиосвязь. Учебное посо- бие для вузов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007.- 432 с	80
621.391 К.	Карлашук В.И. Электронная лаборатория на IBM PC .Программа Electronics Workbench и ее применение. – М.: Со- лон-Р, 2003.	20
621.391 К.	Каганов В.И. РАДИОТЕХНИКА+КОМПЬЮТЕР+ MATHCAD.- М.: Горячая линия - Телеком,2001.	30
	Якушенко С.А. Основы теории связи. Методические указа- ния к выполнению лабораторных работ №1-6. – СПб ГУАП , 2020	

7. Перечень электронных образовательных ресурсов
информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приве-ден в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=11838	Теория многоканальных широкополосных систем связи. Учебное пособие для вузов. Кузнецов В.С. "Горячая линия-Телеком" Изд.: 978-5-9912-0281-7 ISBN: 2013, 200с.
http://www.inion.ru/index26.php/	Институт научной информации РАН.
http://anisimoff.org/index.html	Новейшие данные о развитии сотовой связи

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	Программа моделирования элементов систем передачи MultiSim 12.0

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Мультимедийная лекционная аудитория	
5	Специализированная лаборатория с установленным на компьютеры программного обеспечения «MultiSim»	1452, 1433

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Экзаменационные билеты; Задачи; Тесты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«хорошо» «зачтено»	– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
4 семестр (теория)	
1	Информация, сообщения, сигналы их модели, формы представления и характеристики.
2	Флуктуационные, сосредоточенные и импульсные помехи, их вероятностные характеристики.
3	Функциональные пространства и их базисы. Функция включения и дельта-функция.
4	Обобщенные функции. Линейное пространство и понятие координатного базиса.
5	Разложение сигналов по ортогональным функциям их свойства. Условие ортогональности.
6	Разложение сигналов в обобщенный ряд Фурье. Неравенство Парсевала.
7	Спектральное представление периодических колебаний.
8	Свойства (теоремы) преобразования Фурье.
9	Спектр амплитуд и фаз периодической последовательности прямоугольных импульсов.
10	Спектр амплитуд и фаз одиночного прямоугольного импульса. Взаимосвязь формы и спектра сигнала.
11	Понятие случайного сигнала. Числовые характеристики случайного сигнала.
12	Спектральное представление случайного процесса. Спектральная плотность мощности случайного процесса. Преобразование Хинчина-Винера.
13	Линейное преобразование сигналов в типовых функциональных узлах связи. Методы анализа.
14	Параметрические преобразование частоты сигналов. Преобразователи частоты.
15	Амплитудная модуляция (АМ) при “простом” и “сложном” модулирующем сигнале. Распределение спектральной мощности в АМ сигнал.
16	Принципы создания амплитудных модуляторов. Детектирование АМ сигналов
17	Частотная модуляция (ЧМ) при “простом” и “сложном” модулирующем сигнале
18	Фазовая модуляция при “простом” и “сложном” модулирующем сигнале

19	Методы формирования сигналов с угловой модуляцией (ЧМ, ФМ)
20	Способы детектирование сигналов с угловой модуляцией (ЧМ, ФМ)
21	Разновидности фазовой и частотной манипуляции. Офсетная ОФТ, ЧММС
22	Многопозиционные методы АФМ. Квадратурная модуляция Помехоустойчивость сигналов.
23	Потенциальная помехоустойчивость сигналов АТ, ЧТ и ФТ при когерентном и некогерентном приеме.
24	Широкополосные сигналы параллельного типа. Многочастотные сигналы.
25	Модели непрерывных каналов связи. Идеальный канал без помех и аддитивным гауссовским шумом
26	Канал с межсимвольной интерференцией и аддитивным шумом (МЛ канал с замираниями)
27	Скорость передачи информации по ДКС. Пропускная способность канала связи
28	Пропускная способность и избыточность непрерывного канала связи
29	Критерии качества приема сигналов (понятия, классификация, задачи)
30	Критерий максимума апостериорной вероятности (МАН). Оптимальный приемник по критерию МАН Критерий идеального наблюдателя (вывод критерия, схема приемника)
31	Критерий минимального риска – байесовский критерий (вывод критерия, схема приемника)
32	Критерий Неймана-Пирсона (вывод критерия, схема приемника)
33	Корреляционный прием. Согласованная фильтрация дискретных сигналов (вывод критерия, схема)
34	Потенциальная помехоустойчивость для двоичной системы с АБГШ при когерентном приеме (сигналов АТ, ЧТ, ФТ)
35	Потенциальная помехоустойчивость для двоичной системы с аддитивным белым шумом при некогерентном приеме (сигналов АТ, ЧТ, ФТ)
36	Структурные схемы оптимальных некогерентных приемников для АТ, ЧТ и ФТ (ОФТ) сигналов.
37	Уравнение оптимальной оценки гауссовского канала связи (структурная схема оптимального приемника непрерывных сигналов)
38	Помехоустойчивость оптимального приема непрерывных сигналов АМ, ЧМ, ФМ (вывод, схема)
39	Оптимальная линейная фильтрация сигналов. Фильтр Калмана (вывод критерия, схема приемника)
40	Общие понятия теории разделения сигналов в системах многоканальной связи. Условие разделимости сигналов, определитель Грама.
41	Принципы многоканальной связи. Частотное разделение каналов (схема)
42	Принципы многоканальной связи. Временное разделение каналов (схема)
43	Принципы многоканальной связи. Разделение каналов по форме сигнала (кодовое разделение, схема)
44	
Задачи (практика)	
1	Вычертить график спектров амплитуд и фаз, определить минимальную максимальную и среднюю мощность аналитически заданного сигнала
2	Определить спектральный состав и вычертить графики спектров амплитуд и фаз колебаний заданных математической моделью
3	Найти АКФ кодовой последовательности (меандра) 1010101: записать выражение, построить график АКФ.
4	Найти АКФ кодовой последовательности Баркера длиной 11 чипов -11100010010: выражение, график АКФ.
5	Какой частотный сдвиг должно иметь передающее устройство в режиме ЧТ (F1), если скорость телеграфирования $V=150$ (300, 500) Бод и $k=3$? (Пояснить с использованием спектральных диаграмм).
6	С какой максимальной скоростью телеграфирования могут работать телеграфисты в режиме ЧТ (F1), если на возбудителе передатчика установлен частотный сдвиг $f_{сдв}=200$ Гц, полоса пропускания тракта передачи $\Delta F=1200$ Гц и $k=3$? (Пояснить с использованием спектральных диаграмм)
7	Какую полосу пропускания должен иметь тракт передачи однополосного сигнала с остатком

	несущего колебания $f_H=128$ кГц, если ПЭС имеет параметры $F_{\min}-F_{\max}=0,3-3,4$ кГц? (Пояснить с использованием спектральных диаграмм)
8	Определить полосу пропускания тракта передачи модулированного сигнала ЧТ с параметрами: девиация частоты $\Delta f_m=5$ кГц; частота первичного гармонического сигнала $F=1$ кГц.
9	Можно ли по каналу с полосой пропускания 0,3-3,4 кГц передать манипулированный сигнал ОФТ (F9) {ЧТ (F1), АТ (A1)}, если первичный сигнал имеет скорость телеграфирования $V=100$ (300,500) Бод и $k=3$? (Пояснить с использованием спектральных диаграмм).
10	Чему должно равняться максимально допустимое значение индекса частотной модуляции $m_{\text{чм}}$, чтобы ширина спектра ΔF модулированного сигнала ЧТ не превысила 50 кГц при частоте первичного сигнала $F=3,4$ кГц.
11	Определить ширину спектра и построить спектр амплитуд модулированного сигнала F1-250 (с разрывом фазы) на $f_{\text{нес}}=1,2$ МГц со следующими параметрами $V=50$ Бод и $k=3$.
12	Какое количество телеграфных сигналов можно разместить в спектре телефонного канала при скорости телеграфирования $V=100$ Бод и $k=3$ ($V=50$ Бод и $k=5$) (защитными интервалами пренебречь).
13	Через какой интервал времени (Δt) необходимо брать отсчеты для передачи первичного сигнала $U(t) = 4 + 2\cos 4\pi 10^3 t$ с использованием АИМ?
14	Определить полосу пропускания непрерывного гауссовского канала связи при исходных данных: $C=1000$ (1500,2000) бит/с, $P_C/P_{\text{ш}}=3$ (7,10).
15	Определить пропускную способность канала тональной частоты для следующих параметров: $P_c = 10$ мВт; $P_{\text{ш}} = 10$ пВт; $\Delta F = \Delta F_{\text{КТЧ}}$; $\eta = \eta_{\text{ТЛФ}}$.
16	Определить полосу пропускания непрерывного гауссовского канала связи при $P_C/P_{\text{ш}}=31$, обеспечивающего передачу данных $C=1000$ бит/с, .
17	Определить количество каналов ТЧ, несущие частоты для каждого канала и нарисовать спектр группового сигнала, если для его передачи в МКСПИ с ЧРК отводится полоса частот 246-302 кГц и применяется однополосная модуляция по ВБП.
18	Многоканальная система передачи информации с ВРК объединяет 30 цифровых потоков со скоростями 64 кбит/с. Определить частоту следования и длительность импульсов в данной системе.
19	Многоканальная система передачи информации с ВРК объединяет 9 цифровых потоков со скоростями 48 кбит/с. Определить частоту следования и длительность импульсов в данной системе.
20	По заданному правилу принятия решения определить способ обработки и построить схему приемного устройства, реализующую данное правило
21	По заданному правилу принятия решения записать математические выражения для переданных ($s_1(t)$, $s_2(t)$) и принятых ($c_1(t)$, $c_2(t)$) реализаций сигнала, а также построить схему приемного устройства, реализующую данное правило
22	По заданной схеме демодулятора приемника определить, способ обработки принятых ($c_1(t)$, $c_2(t)$) реализаций сигнала:
23	По заданной схеме ДМ приемника определить записать правило принятия решения и математические выражения для переданных ($s_1(t)$, $s_2(t)$) и принятых ($c_1(t)$, $c_2(t)$) реализаций сигнала

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета
	Учебным планом не предусмотрено

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
4 семестр	
	Тема 1
1	Что называется информацией, каналом связи, сигналом, системой связи, сообщением
2	Какой сигнал является аналоговым; дискретным; квантованным; цифровым
3	Дать определение дискретизации сигнала
4	В результате дискретизации по времени сигнал становится
5	Что называется, достоверностью передаваемых сигналов
6	Дайте определение сети связи
7	Основными процессы, происходящие в приемник (передатчике) СПИ
8	Определите параметры гармонического колебания (импульсной последовательности)
9	Записать математическую модель преобразования непрерывного сигнала в дискретный
10	Определить минимальную частоту дискретизации f_d аналогового сигнала
11	Определить длительность импульсов дискретизации для заданной погрешность преобразования
12	Определите погрешность квантования дискретного сигнала
13	Определите параметры первичного сигнала (радиосигнала)
14	Определите количество информации в канале тональной частоты (широкополосном канале)
	Тема 2
1	Определение одномерного (многомерного) сигнала
2	Математическая модель гармонического колебания (импульсной последовательности, видеоимпульса, радиосигнала, дискретного сигнала)
3	Укажите рисунок с формой случайного сигнала (стационарного, эргодического СП)
4	Частотной характеристикой линейного четырехполосника называется
5	Математическая модель идеальной (реальной) функции Хевисайда (функции Дирака)
6	Чему равна площадь (интеграл) функции <i>Дирака</i> (дельта-функция)
7	Как называются сигналы, для которых выполняется условие $\int S_1(t) S_2(t) dt = 0$
8	Определение базисной функции. Модель базисной функции
9	Спектр амплитуд и спектр фаз периодического сигнала
10	Спектр амплитуд и спектр фаз непериодического сигнала
11	Определите спектр амплитуд, если известны частота следования, длительность и скважность импульсной последовательности
12	Определите активную ширину спектра импульсного сигнала, если известно его длительность:
13	Укажите аналитическое выражение, описывающее спектральную плотность непериодического экспоненциального (прямоугольного, треугольного, колокообразного, импульсного) сигнала
14	Определите скважность сигнала
15	Прямое и обратное преобразование Фурье
16	Основные свойства преобразования Фурье
17	Укажите правильное определение случайного процесса (СП) $X(t)$
18	Основные числовые параметры случайного процесса
19	На каком рисунке представлен непрерывный (аналоговый) СП
20	Дайте определение математического ожидания (МО) случайного процесса (СП)
21	Какой рисунок отображает общий случайный процесс (СП)
22	Укажите выражение для МО непрерывного СП усреднённого по множеству реализаций
23	Какое свойство не верно для функции корреляции эргодического СП:
24	Определение автокорреляционной (взаимокорреляционной) функции
25	Что характеризует выражение $\int S^2(t) dt$
26	Основные свойства стационарного(эргодического) СП
27	Какую длительность имеет корреляционная функция импульса прямоугольной формы $\tau=10$ мкс
28	Чему равна нормированная функция корреляции СП
29	Как называются сигналы, для формирования

30	Частотные и временные параметры сигналов с АМ (ЧМ, ФМ, АИМ, ШИМ, ФИМ)
31	Условие неискаженного детектирования сигнала с АМ
32	Принципы построения модуляторов для формирования сигнала с АМ (ФМ, ЧМ, АИМ, ШИМ, ФИМ)
33	Как называются сигналы для которых выполняется условие $\int S_1(t) S_2(t - \tau) dt = 0 \quad (1: -1)$
34	Теорема Хинчина-Винера, основные свойства теоремы
	Тема 3
1	Укажите выражение для линейного (нелинейного, параболического) преобразования сигналов
2	Укажите определение (выражение) импульсной (переходной, частотной) характеристики
3	Основные свойства ИХ, ПХ, ЧХ, интеграла Дюамеля
4	Укажите дифференциальный (частотный, операторный, корреляционный) метод анализа
5	Частотный коэффициент передачи физически реализуемой цепи (критерии)
6	Условие физической реализуемости линейной цепи
7	Критерий Пэли-Винера и его свойства
8	Интеграл Дюамеля для расчета выходного сигнала временным методом
9	Принцип суперпозиции к нелинейной цепи
10	Параметрические цепи и их свойства
11	Как описываются параметрические цепи
12	Свойства и принципы построения параметрических усилителей
13	Временное описание сигналов однотоновой (многоотоновой) АМ (ЧМ, ФМ, АИМ, ШИМ, ФИМ)
14	Частотное описание сигналов однотоновой (многоотоновой) АМ (ЧМ, ФМ, АИМ, ШИМ, ФИМ)
15	Графическое описание сигналов с АМ (ЧМ, ФМ, АИМ, ШИМ, ФИМ)
16	Многопозиционные сигналы и их свойства
17	Квадратурные способы формирования многопозиционных сигналов
18	Широкополосные сигналы, их свойства, методы формирования и приёма
19	Принципы построения амплитудного (частотного, фазового) модулятора
20	Принципы построения амплитудного (частотного, фазового) детектора
21	Преобразованием частоты с переносом спектра на ПЧ без изменения закона модуляции
22	Каков физический смысл девиации частоты (фазы, времени)
23	Индекс амплитудной (частотной, фазовой) модуляции
24	Зависимость ширины спектра радиосигнала от скорости модуляции и вида модуляции
25	Помехоустойчивость сигналов с различными видами модуляции
26	Эффективность сигналов с различными видами модуляции
	Тема 4
1	Количественная мера описания информации
2	Математическая неопределенность источника сообщений
3	Свойства количества информации
4	Мера информации по Хартли (Шеннону)
5	Условие максимальной энтропии
6	Информационные характеристики источника дискретных сообщений
7	Информационные характеристики источника непрерывных сообщений
8	Свойства источника сообщений (энтропия, избыточность, производительность)
9	Количество информации в условиях помех (скорость передачи информации)
10	Пропускная способность дискретного канала без помех (с помехами)
11	Пропускная способность непрерывного канала без помех (с помехами)
12	Формула Шеннона для гауссовского канала связи
13	Предел пропускной способности канала
14	Теоремы кодирования Шеннона (без помех, с помехами)
	Тема 5
1	В каких системах передачи используется задача обнаружения (различия, восстановления) сигнала
2	В чем суть статистической задачи приема сигнала
3	Какой элемент принимает оптимальное решение о приеме сигнала
4	Какую помехоустойчивость реализует оптимальный приемник
5	Какое минимальное количество сведений о сигнале используется в приемнике для принятия решения
6	Дайте правильное определение критерия: максимальной апостериорной вероятности, идеального наблюдателя, минимального среднего риска, Неймана-Пирсона, Вальде)
7	Какая задача оптимального принятия решения приема сигнала используется в асинхронных системах связи с пассивной паузой
8	

9	Какая задача оптимального принятия решение приема сигнала используется в синхронных системах связи с активной паузой
10	Какая задача оптимального принятия решение приема сигнала используется в системах распознавания облика
11	В каких системах передачи информации целесообразно использовать критерий МАВ
12	Определите математическую запись критерия: максимальной апостериорной вероятности, идеального наблюдателя (Котельникова), минимального среднего риска (Байеса), Неймана-Пирсона, Вальде)
13	Недостатки и достоинства критериев принятия решения
14	По известному правилу принятия решения определить соответствующую решающую схему в ДМ
15	По правилу известной сземе решающего устройства ДМ определить критерий принятия решения
16	Укажите на рисунке правильную импульсную характеристику (ИХ) согласованного фильтра (СФ)
17	Какой математической функции тождественна согласованная фильтрация (СФ)
18	Какому устройству тождественна согласованная фильтрация (СФ)
19	Укажите свертку входного сигнала и ИХ согласованного фильтра на выходе системы
20	Укажите выражение для ИХ оптимального согласованного фильтра
21	Укажите взаимосвязь ИХ и комплексной ЧХ системы согласованного фильтра
22	Укажите свертку на выходе согласованного фильтра при фиксированных параметрах системы (взаимосвязь ИХ и ВКФ)
23	Укажите свертку входного сигнала и ИХ на выходе цифровой системы - согласованного фильтра
24	Дайте определение помехоустойчивости (потенциальной)
25	Основные параметры оценки помехоустойчивости (ПМУ) цифровых (аналоговых) каналов
26	Какой прием называется когерентным (некогерентным)
27	Математическая модель оценки помехоустойчивости (ПМУ) – общая, для когерентного и не когерентного приема, АМС, ЧМС, ФМС
28	Векторное представление ПМУ сигналов с различным видом модуляции
29	В каких видах связи возможны замирания сигналов в точке приеме
30	Основная причина замираний сигналов в точке приеме
31	Закон распределения амплитуды (μ) суммарного сигнала при его быстрых замираниях (БЗ)
32	На каком рисунке показан механизм образования замираний в пространстве (времени)
33	Определите безусловную вероятность ошибок при медленных обших замираниях
34	Чем отличаются замирания, описанные законом Релея от замираний, описанных законом Райса
35	Тема 6
1	По известному правилу принятия решения (критерию) определите схему ДМ
2	Укажите номер графика ИХ для сигнала $S(t)$ согласованного фильтра (СФ)
3	Что получается на выходе оптимального фильтра
4	Определите график ПМУ АМС, ЧМС, ФМС для когерентного и некогерентного приема.
5	Дайте правильное определение помехоустойчивости (ПМУ)
6	Укажите математическая модель оценки ПМУ – общую, когерентного и не когерентного приема
7	Укажите на рисунке вероятности ошибки в симметричном канале
8	Какой схеме демодулятора (ДМ) соответствует правило принятия решения $A_i > P_i T / (2 N_0) = h^2$
9	Если изменение амплитуды (фазы) происходит на длительности менее одного элемента сигнала T_s , то такие замирания называются -
10	Какой номер рисунка иллюстрирует гладкие быстрые замирания (БЗ)
11	Какие замирания являются самыми глубокими
12	Определите графики ПМУ сигналов ЧМ, ОФМ при не когерентном и ФМ при когерентном приеме в условиях релеевских замираний.
13	Определите ПМУ (вероятность ошибки) ОФМ, если среднее значение сигнала превышает значение помехи на входе приемника в 10 000 раз (на 40 дБ)
14	Какой элемент приёмника принимает оптимальное решение о приеме сигнала
15	Какие критерии эффективности сигнала (соответствия принятого сигнала переданному) является для непрерывных сигналов
16	Укажите общую формулу спектральной плотности мощности шума на выходе приемника (ДМ)
17	Укажите формулу для обобщенного энергетического выигрыш в приемнике с АМ
18	Что называется, порогом чувствительности
19	Укажите многоканальные системы передачи информации (МкСПИ) используя ортогональные сигналы по частоте (времени, коду)
20	Укажите первичную сеть связи (транспортная сеть) многоканальной системы связи

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- Тема лекции;
- Вопросы лекции и распределение времени по вопросам;
- Цели лекции (учебные воспитательные);
- Литература;
- Материальное обеспечение лекции;
- Учебно-методические указания по проведению лекции.
- Текст лекции: введении; основная часть; заключение;
- Задание на самостоятельную работу

Методические указания по прохождению курса лекций имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП и личном кабинете преподавателя: URL адрес.

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

Для проведения практического занятия разрабатывается:

1. Методические указания по проведению практических занятий, которые являются основным методическим документом преподавателя. Они состоят, как правило, из шести разделов, которые определяют: учебные и воспитательные цели занятия; содержание и последовательность отработки учебных вопросов и распределение времени: учебно-материальное обеспечение, необходимое для проведения практического занятия; методические рекомендации преподавателю по подготовке и проведению практического занятия: литература и другие учебно-методические материалы, рекомендуемые преподавателю для подготовки и проведения практического занятия; приложения, необходимые для проведения практического занятия.

2. Задание на практическое занятие является основным документом обучающегося при подготовке и проведении практического занятия. Оно состоит, как правило, из трех разделов, которые определяют: учебные вопросы, подлежащие отработке; задание обучаемым по подготовке и выполнению практического занятия (перечень вопросов теоретического материала, связанного с выполнением практического занятия; перечень задач для самостоятельной работы, материальное обеспечение и литература).

На занятиях преподаватель доводит методику решения задачи и приводит пример решения конкретной задачи. Далее обучаемые самостоятельно решают задачи, выданные преподавателем из Перечня задач задания для самостоятельного решения. В ходе решения осуществляет контроль и помощь. В конце занятий преподаватель проверяет правильность решения и выставляет оценки.

Задание на практическое занятие с Перечнем задач для самостоятельного решения обучаемым могут быть оформлены как приложение к методической разработке.

11.3. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ.

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Для проведения лабораторной работы разрабатываются:

1. Методические указания для проведения лабораторной работы, которые являются основным методическим документом преподавателя. Они состоят, как правило, из семи разделов, которые определяют: учебные и воспитательные цели занятия; содержание и последовательность отработки учебных вопросов и распределение времени; учебно-материальное обеспечение лабораторной работы; методические рекомендации преподавателю по подготовке и проведению лабораторной работы: литература и другие учебно-методические материалы, рекомендуемые преподавателю для подготовки и проведения лабораторной работы; приложения к методической разработке, необходимые для проведения лабораторной работы.

2. Задание на лабораторную работу является основным документом обучающегося при подготовке и проведении исследований. Оно состоит, как правило, из четырех разделов: учебные вопросы, подлежащие исследованию при выполнении лабораторной работы; задание обучающимся по подготовке и выполнению лабораторной работы (вопросы теоретического материала, связанного с выполнением данной лабораторной работы; задание, содержание и порядок выполнения работы); изучение мер по технике безопасности при выполнении лабораторной работы; вычерчивание необходимых схем, таблиц и выписку расчетных формул; перечень литературы и учебно-методических материалов, необходимых для самостоятельной работы; сроки, форма отчета по выполненной лабораторной работе и порядок его защиты.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Описание лабораторной работы является основным регламентирующим документом для обучающихся в проведении исследований. Оно включает в себя четыре раздела: учебные вопросы исследования; описание и схема экспериментов, порядок замеров и обработки полученных результатов измерений; определяется содержание отчета по лабораторной работе; меры по технике безопасности при подготовке и выполнении лабораторной работы.

Результаты исследования оформляются отчетом. Отчет должен содержать: титульный лист (тема, вариант, дата, группа, фамилия инициалы); цели, учебные вопросы, схему лабораторной установки и задание на исследования в соответствии с вариантом; результаты исследования, оформленные пунктуально графиками или таблицами; расчетно-аналитическую часть; выводы по результатам исследования.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Отчет о выполненной работе должен быть подготовлен индивидуально и оформлен на стандартных листах в соответствии с требованиями ГОСТа. Выводы конкретные по каждому пункту исследования. Зачет по работе студент получает после представления отчета на бумажном носителе и успешного ответа на вопросы преподавателя, задаваемые по тематике защищаемой лабораторной работы.

Методические указания по прохождению лабораторных работ имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов личного кабинета преподавателя: URL адрес.

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются: учебно-методический материал по дисциплине.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Текущий контроль проводится в виде тестов по окончанию изучения темы и в начале каждой лабораторной работы. Тест содержит 10 вопросов из таблицы 18. Количество вариантов охватывает все вопросы темы. Результаты текущего контроля являются допуском к промежуточной аттестации по дисциплине.

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой