

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и
Николая Григорьевича Столетовых» (ВлГУ)

Институт информационных технологий и радиоэлектроники

УТВЕРЖДАЮ
Директор института


А.А. Галкин
« 1 » 09 2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Статистическая теория связи»

Направление подготовки/специальность
11.04.01 Радиотехника

Направленность (профиль) подготовки
Радиотехнические и телекоммуникационные системы

Владимир
2022

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Подготовка в области знания основных положений теории связи, статистических свойств радиоканалов для расчета современных радиотехнических систем и создания радиоэлектронной аппаратуры.

Задачи: Формирование практических навыков работы с научными методами расчета и конструирования аппаратуры, управления коллективами в области научно-исследовательской деятельности и организационно-управленческой деятельности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Статистическая теория связи» относится к вариативной части дисциплин Б1.В.02.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции характеризующие этапы освоения компетенций (показатели освоения компетенции)		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.	<p>УК-1.1. Знать принципы сбора, отбора и обобщения информации, методики системного подхода для решения профессиональных задач.</p> <p>УК-1.2. Уметь анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности.</p> <p>УК-1.2. Уметь анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности.</p>	<p><i>Знает</i> принципы сбора, отбора и обобщения информации, методики системного подхода для решения профессиональных задач.</p> <p><i>Умеет</i> анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности.</p> <p><i>Умеет</i> анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности.</p>	Реферат Практико-ориентированное задание
ПК-1. Способен самостоятельно осуществлять постановку задачи исследования, формиро-	<p>ПК-1.1. Знать принципы подготовки и проведения научных исследований и технических разработок</p> <p>ПК-1.2. Уметь планировать порядок проведения науч-</p>	<p><i>Знает</i> принципы подготовки и проведения научных исследований и технических разработок</p> <p><i>Умеет</i> планировать порядок проведения научных</p>	Реферат Практико-ориентированное

вание плана его реализации, выбор методов исследования и обработку результатов.	ных исследований. ПК-1.3 Владеть навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследования.	исследований. <i>Владеет</i> навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследования.	задание
ПК-2 Способен выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты и прикладные программы.	ПК-2.1. Знает физические и математические модели и методы моделирования сигналов, процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиотехнических устройств и систем ПК-2.2. Умеет формулировать и решать задачи, использовать математический аппарат и численные методы для анализа, синтеза и моделирования радиотехнических устройств и систем ПК-2.3. Владеет математическим аппаратом для решения задач теоретической и прикладной радиотехники. методами исследования и моделирования объектов радиотехники.	ПК-2.1. Знает физические и математические модели и методы моделирования сигналов, процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиотехнических устройств и систем ПК-2.2. Умеет формулировать и решать задачи, использовать математический аппарат и численные методы для анализа, синтеза и моделирования радиотехнических устройств и систем ПК-2.3. Владеет математическим аппаратом для решения задач теоретической и прикладной радиотехники. методами исследования и моделирования объектов радиотехники.	Реферат Практико-ориентированное задание

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часа.

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	В форме практической подготовки		
1.	Введение. Классификация систем	3	1	2				1	
2.	Частотные диапазоны	3	2,3	2	2			4	
3.	Каналы связи	3	4,5	2	4		2	6	
4.	Характеристики систем передачи информации	3	6,7	2	2			5	Рейтинг-контроль 1
5.	Случайные сигналы и процессы. Замирания сигналов.	3	8,9	2	2		2	7	

6.	Модели сообщений, сигналов и помех	3	10,11	2	2		6	
7.	Методы анализа радиосистем.	3	12,13	2	2		2	4 Рейтинг-контроль 2
8.	Помехоустойчивое кодирование сигналов	3	14,15	2	2			4
9.	Оптимальный прием и потенциальная помехоустойчивость	3	16,17, 18	2	2		2	8 Рейтинг-контроль 3
Всего за семестр			18	18	18			45 Экз., 27
Наличие в дисциплине КП/КР								
Итого по дисциплине				18	18			45 Экз., 27

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Тема 1. Введение в теорию связи.

Содержание. Статистические особенности радиосвязи. Аналоговые и цифровые системы связи. Особенности распространения радиоволн разных частотных диапазонов. Распределение частот между различными службами. Каналы радиосвязи. Кабельные проводные и волоконно-оптические каналы передачи информации. Подземные и подводные радиоканалы. Характеристики систем передачи информации: энергопотенциал, мощность передатчика, чувствительность приемника, ЭИИМ. Методы повышения пропускной способности системы связи. Отражение, преломление и рассеяние радиосигналов при распространении.

Тема 2. Методы анализа радиосистем.

Содержание. Тактико-технические требования к радиосистемам в разных условиях эксплуатации. Пути обеспечения необходимого системе энергопотенциала. Надежность и долговечность систем. Методы помехоустойчивого кодирования сигналов при передаче дискретных сообщений. Оптимальный прием и потенциальная помехоустойчивость. Основные критерии приема информации. Обработка сигналов при воздействии шума и помех. Оптимальный прием непрерывных сообщений. Оптимальный прием дискретных сообщений.

Содержание практических занятий по дисциплине

Тема 1. Организация наземных и спутниковых сетей передачи информации.

Содержание. Методы построения сетей связи и организации радиолиний. Требования к аппаратуре линий связи в зависимости от назначения систем связи. Методы расчета энергопотенциала линии связи. Нормы на электромагнитную совместимость радиосредств. Каналы проводной и опто-волоконной связи. Методы и оборудование акустической связи с подводными лодками. Радиоканалы спутниковой связи.

Тема 2. Характеристики систем передачи информации.

Содержание. Принципы организации радиовещания. Методы организации радиорелейной и спутниковой связи. Методы противодействия замираниям сигналов. Расчет энергопотенциала системы связи. Свойства и потенциальные возможности помехоустойчивого кодирования. Теорема Клода Шеннона о пропускной способности каналов передачи информации. Компромиссы при организации радиосвязи. Оптимальный прием и потенциальная помехоустойчивость. Статистическая обработка сигналов. Основные критерии и правила принятия решения. Оптимальные приемники непрерывных и цифровых сигналов.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ

ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1. Текущий контроль успеваемости

Рейтинг-контроль 1

1. Чем отличаются частотные диапазоны, кроме номиналов частот?
2. Какие частотные диапазоны пригодны для подводной связи?
3. В каких радиоканалах систем космического базирования можно использовать миллиметровый диапазон радиоволн?
4. Почему помехоустойчивость является одной из основных характеристик систем связи?
5. От чего зависят основные характеристики радиоканала?
6. Как различаются каналы радиорелейной связи?
7. Какие основные ограничения имеют системы передачи информации?

Рейтинг-контроль 2.

1. Как можно использовать статистические характеристики радиоканалов?
2. Какие виды замираний сигналов Вам известны?
3. Чем обусловлены медленные замирания сигналов?
4. Что является причиной быстрых замираний радиосигналов?
5. Как обеспечивается адекватность моделей?
6. Какие законы распределений замираний наиболее часто встречаются на линиях связи?
7. Почему гидрометеоры всех видов отрицательно влияют на распространение сигналов?

Рейтинг-контроль 3

1. Какие методы анализа линейных цепей широко применяются ?
2. Чем отличается векторный анализ цепей от методов Кирхгофа?
3. В чем отличия методов анализа цепей постоянного и переменного токов?
4. Почему задача обнаружения сигнала является частным случаем общей задачи статистической проверки гипотез?
5. Что такое байесовский критерий минимума среднего риска?
6. Что такое отношение правдоподобия?
7. С каким приемником определяется потенциальная помехоустойчивость?

5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.

Вопросы к экзамену

1. Основы сотовой радиосвязи.
2. Основные характеристики систем связи.
3. Особенности радиоканалов спутниковой связи.
4. Радиоканалы коротковолновой связи.
5. Тропосферные радиоканалы.
6. Теорема Шеннона и ее применение.
7. Компромиссы при разработке систем связи.
8. Что такое замирания сигналов и от чего они зависят.
9. Основные методы борьбы с замираниями сигналов.
10. Математические описания аналоговых и цифровых сигналов.
11. Задержки передачи сигналов.
12. Математическое описание медленных замираний сигналов.
13. Математические описания быстрых замираний сигналов.
14. Многолучевое распространение сигналов и его положительные и отрицательные стороны.
15. Законы анализа линейных цепей постоянного тока.
16. Законы анализа цепей переменного тока.
17. Методы помехоустойчивого кодирования.
18. Характеристики помехоустойчивых кодов.

19. Оптимальный прием сигналов.
20. Критерии оптимального приема.

5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

В рамках выполнения задания к СРС магистрант подготавливает реферат и защищает его во время рейтинг-контроля по следующей тематике:

Темы рефератов

1. Радиоканалы с отражением волн от ионосферы.
2. Радиоканалы подземной и подводной связи.
3. Радиоканалы спутниковых систем.
4. Свойства аналоговых систем передачи информации.
5. Цифровые системы связи и их особенности.
6. Стохастические процессы замираний сигналов.
7. Методы борьбы с замираниями сигналов.
8. Методы передачи цифровых сообщений.
9. Цифровые видео и радиосигналы.
10. Основные свойства диапазона миллиметровых волн
11. Пропускная способность радиоканалов.
12. Основные методы линейного анализа.
13. Помехоустойчивые коды.
14. Критерии оптимального приема.
15. Методы организации избыточности сигналов.
16. Методы управления аналоговыми сигналами.
17. Методы управления цифровыми сигналами.

Тесты контроля СРС по дисциплине

1. В чем измеряется диапазон частот для подводной радиосвязи?
 - герцы и килогерцы;
 - гигагерцы;
 - мегагерцы.
2. В чем причина быстрых замираний?
 - интерференция многолучевых сигналов;
 - слоистость атмосферы;
 - температурные колебания в радиоканале.
3. На какой высоте находятся навигационные спутники Глонасс?
 - 20000 километров от Земли;
 - 39000 километров от Земли;
 - не выше 2000 километров от Земли.
4. Какова частота следования отчетов при дискретизации?
 - в 2 раза выше максимальной частоты дискретизируемого сигнала;
 - в 2 раза выше минимальной частоты дискретизируемого сигнала;
 - выбирается без ограничений.
5. О чем основная теорема К. Шеннона?
 - о пропускной способности канала связи;
 - о компромиссах при построении систем передачи информации;
 - об оптимальной обработке сигналов.
6. Что такое транспондер?
 - приемник и передатчик, работающие на разных частотах;
 - мощный радиопередатчик;
 - устройство кодирования сигналов.
7. Как распространяются волны коротковолнового диапазона частот?
 - отражаясь от ионосферы и от Земли;
 - за счет дифракции вокруг Земли;

- рассеиваясь на турбулентностях атмосферы.
- 8. В какой плоскости лежит геостационарная орбита?
 - в плоскости экватора;
 - в полярной плоскости;
- 9. Основной критерий качества аналоговых систем?
 - отношение сигнал/шум;
 - вероятность ошибки;
 - время доставки сообщения.
- 10. Как растет скорость передачи при модуляции QPSK?
 - растет в 2 раза;
 - не растет;
 - растет в 8 раз.
- 11. При модуляции ОФДМ сколько несущих частот?
 - несколько поднесущих, в зависимости от назначения системы;
 - одна несущая;
 - семь несущих частот.
- 12. Зачем вводят избыточность?
 - для помехоустойчивого кодирования;
 - в целях криптозащиты сообщения;
 - для коррекции времени передачи сообщения.
- 13. От чего зависит пропускная способность радиоканала?
 - от полосы частот и отношения сигнал/шум;
 - от мощности передатчика;
 - от чувствительности приемника.
- 14. Что влияет на подвижную сотовую связь при высоких скоростях движения абонента?
 - эффект Доплера;
 - проблемы роуминга;
 - мягкий хендовер.
- 15. Что является основным критерием качества цифровой связи?
 - вероятность ошибки;
 - время доставки сообщения;
 - уровень нелинейных искажений сигнала.
- 16. Что такое угол места антенны?
 - угол между горизонталью и направлением на антенну корреспондента;
 - угол раскрыва антенны;
 - угол относительно направления на север.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы, автор, название, вид издания, издательство	Год издания	из-	Книгообеспеченность	
			Кол-во экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
			в	в
			соответ-	с
			стии	

		ФГОС ВО	
Основная литература			
1. Учебное пособие. Самойлов, А.Г. Методы и устройства формирования сигналов. Уч. пос. к курсовому пр. / А.Г. Самойлов, С.А. Самойлов; Владим. Гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2018. - 200 с. ISBN 978-5-9984-1032-1	2019	22	https://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/8046
2.Самойлов, А.Г. Устройства генерирования и формирования сигналов: учеб. пособие / А.Г. Самойлов, С.А. Самойлов; Владим. Гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2018. - 240 с. – ISBN 978-5-9984-0855-7	2018	20	https://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/7372
3.Аджемов А. С., Санников В.Г. Общая теория связи. Учебник для ВУЗов. - М.: Горячая линия-Телеком. - 2018. - 624 с. ISBN 978-5-9912-0690-7	2018		https://www.techbook.ru/book.php?id_book=966
4.Скляр Б. Цифровая связь: Теоретические основы и практическое применение. - М.: Изд. дом Вильямс. - 2004. - 1104 с. ISBN 5-8459-0497-8	2004		https://studizba.com/files/show/djvu/3087-1-sklyar-b-cifrovaya-svyaz-2003.html
Дополнительная литература			
1.Учебное пособие. Полушин П.А. Математический аппарат теории сигналов и систем.- Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых.- Владимир: Изд-во ВлГУ, 2018. ISBN 978-5-9984-0887-8	2018	10	https://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/7252
2.Математические методы в системах поддержки принятия решений [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / А.Н. Катулев, Н.А. Северцев. - М. : Абрис, 2012. - /ISBN9785437200391.html	2012		http://www.studentlibrary.ru/book
3.Трифонов А.П., Шинаков А.С. Совместное различение сигналов и оценка их параметров на фоне помех . - М.: Радио и связь. - 1986. - 264 с.	1986		https://www.livelib.ru/pubseries/719872-statisticheskaya-teoriya-svyazi

6.2 Периодические издания

Отечественные журналы:

- Радиотехника;
- Радиотехника и электроника;
- Приборы и техника эксперимента;
- Цифровая обработка сигналов.

Зарубежные журналы:

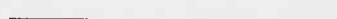
- IEEE Transactions on Signal Processing;
- IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины используются лекционные помещения для проведения занятий в ауд. 301-3, 410-3.

Рабочую программу составил Самойлов А.Г., д.т.н., профессор, научный сотрудник ОАО «ВКБР» 

Рецензент АО "Конструкторское опытное бюро радиоаппаратуры", руководитель проектной группы к.т.н. Кучин С.И. 

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТ и РС 

Протокол № 1 от 28.08.22 года

Заведующий кафедрой РТ и РС к.т.н. Корнеева Н.Н. 

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 11.04.01 «Радиотехника»

Протокол № 1 от 30.08.22 года

Председатель комиссии зав. кафедрой РТ и РС к.т.н. Н.Н.Корнеева 

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____ Корнеева Н.Н.

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____ Корнеева Н.Н.

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____ Корнеева Н.Н.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины

«Статистическая теория связи»

образовательной программы направления подготовки 11.04.01 «Радиотехника»

направленность: Радиотехнические и телекоммуникационные системы

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Зав. кафедрой _____ / Н.Н.Корнеева

Подпись

ФИО