



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра радиофизики и радиоэлектроники

УТВЕРЖДАЮ
Декан  Буднев Н.М.
«28» июня 2016 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Наименование дисциплины (модуля) Б1.В.ДВ.4.1 Каналы связи телекоммуникационных систем

Направление подготовки 03.03.03 "Радиофизика"

Тип образовательной программы академический бакалавриат

Направленность (профиль) подготовки "Телекоммуникационные системы и информационные технологии"

Квалификация (степень) выпускника - Бакалавр

Форма обучения Очная

Согласовано с УМК физического факультета

Протокол № 3
от «28» июня 2016г.

Председатель  Н.М. Буднев

Рекомендовано кафедрой:
Протокол № 12 от «28» июня 2016г.

И.О.Зав. кафедрой  Колесник С.Н.
(ФИО, подпись)

Иркутск 2016 г.

Содержание

	стр.
1. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	3
4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы	4
5. Содержание дисциплины (модуля)	4
5.1 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)	4
5.2 Разделы дисциплины (модуля) и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (модулями)	5
5.3 Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий	5
6. Перечень семинарских, практических занятий, лабораторных работ, план самостоятельной работы студентов, методические указания по организации самостоятельной работы студентов.	6
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)	7
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	7
а) основная литература;	7
б) дополнительная литература;	7
в) программное обеспечение;	7
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	7
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).	8
10. Образовательные технологии	8
11. Оценочные средства. (ОС).	8

1. Цели и задачи дисциплины (модуля):

Целью изучения учебной дисциплины «Каналы связи телекоммуникационных систем» является формирование у студентов представления о принципах работы и основных характеристиках каналов связи телекоммуникационных систем.

Задачами освоения учебной дисциплины являются изучение физических основ функционирования каналов связи телекоммуникационных систем и теоретических принципов их описания.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Для изучения дисциплины необходимы базовые знания по следующим предметам: «Электричество и магнетизм», «Колебания и волны. Оптика», «Радиоэлектроника», «Аппаратное обеспечение компьютерных сетей», «Общий физический практикум», «Статистическая радиофизика», «Радиофизический практикум», «Измерительные вычислительные системы», «Радиотехнические цепи и сигналы», «Аналоговые методы обработки сигналов», «Радиофизические исследования ионосферы», практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности, практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности.

Полученные в процессе изучения курса знания могут быть использованы при изучении дисциплин: «Спутниковые системы радионавигации», «Волоконно-оптические линии связи», «Радиофизический мониторинг Ч.1», преддипломная практика, государственная итоговая аттестация, а также при выполнении курсового и дипломного проектирования.

В результате освоения курса студент должен знать принципы работы и методы эксплуатации телекоммуникационной аппаратуры и оборудования, основные методы радиофизических измерений в каналах связи, иметь представление о современном состоянии и тенденциях развития телекоммуникационных систем.

3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)

Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование следующих профессиональных компетенций:

- способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования (ПК-1);
- способность использовать основные методы радиофизических измерений ПК-2;

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

Индекс компетенции	Индекс образовательного результата	Образовательный результат
ПК-1	3-1	принципы работы и методы эксплуатации каналов передачи информации и аппаратуры связи, понимать особенности их функционирования в различных условиях.
ПК-2	3-2	основные принципы радиофизических измерений, обработки и представления их результатов при изучении каналов телекоммуникационных систем.

Уметь:

Индекс компетенции	Индекс образовательного результата	Образовательный результат
ПК-1	У-1	самостоятельно рассчитывать типовые характеристики каналов связи и их основные параметры.
ПК-2	У-2	выбирать методы измерений параметров каналов связи, проводить стандартные измерения, обрабатывать и представлять результаты эксперимента.

Владеть:

Индекс компетенции	Индекс образовательного результата	Образовательный результат
ПК-1	В-1	методами выбора и анализа необходимых каналов связи в зависимости от условий передачи информации.
ПК-2	В-2	навыками проведения эксперимента по измерению параметров каналов связи, методами обработки и представления его результатов.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы (разделяется по формам обучения)

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры		
		7		
Аудиторные занятия (всего)	48/1,33	48/1,33		
В том числе:				
Лекции	16/0,44	16/0,44		
Практические занятия (ПЗ)	16/0,44	16/0,44		
Лабораторные работы	16/0,44	16/0,44		
КСР	-	-		
Самостоятельная работа(всего)	60/1,66	60/1,66		
В том числе:				
Курсовой проект (работа)				
Расчетно-графические работы				
Реферат (при наличии)				
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>				
Вид промежуточной аттестации: зачет				
Вид итоговой аттестации:				
Общая трудоемкость:	часы	108	108	
	зачетные единицы	3	3	

5. Содержание дисциплины (модуля)**5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля).****Р1. Введение**

Т1.1. Основные принципы описания каналов связи (КС), их классификация.

Т1.2. Характеристики сигналов, помех и КС.

T1.3 Пропускная способность канала связи. Теорема Шеннона-Хартли.

P2. Проводные каналы

T2.1. Направляющие системы и направляемые волны. Свойства полей при распространении сигналов в проводных КС.

T2.2. Телеграфные уравнения. Условие Хевисайда. Основные параметры проводных каналов. Типы волн и способы согласования нагрузки.

T2.3. Коаксиальный кабель и витая пара проводников.

T2.4. Стандарты на проводные каналы и их основные характеристики.

P3. Наземные радиоканалы

T3.1. Распространение сигналов в свободном пространстве.

T3.2. Распространение сигналов вблизи земной поверхности. Формула Введенского. Расстояние радиовидимости.

T3.3. Тропосферное распространение радиосигналов.

T3.4. Ионосферное и метеорное распространение радиосигналов.

P4. Спутниковые радиоканалы

T4.1. Классификация, особенности и сравнительные характеристики орбит.

T4.2. Искажения сигналов в спутниковых радиоканалах.

T4.3. Энергетические характеристики спутниковых радиоканалов.

T4.4. Элементы расчета спутникового радиоканала. Уравнение энергетического баланса.

5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин (вписываются разработчиком)			
		P1	P2	P3	P4
1.	«Спутниковые системы радионавигации»	P1	-	P3	P4
2.	«Волоконно-оптические системы связи»	P1	P2	-	P3
3.	Радиофизический мониторинг Ч.1			P3	P4
4.	Производственная практика (НИР)	P1	P2	P3	P4
5	Государственная итоговая аттестация	P1	P2	P3	P4

5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела Наименование темы	Виды занятий в часах					
		Лекц.	Практ. зан.	Лаб	КСР	СРС	Всего
1	P1. Введение	2	2	-	-	8	12
2	P2. Проводные каналы	4	4	4	-	16	28
3	P3. Наземные радиоканалы	4	4	6	-	16	30
4	P4. Спутниковые радиоканалы	6	6	6		20	38

6. Перечень занятий

6.1 Перечень практических занятий.

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины	Наименование семинарских, практических занятий	Трудоёмкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1	T1.1-T1.3.	Пз.1. Решение задач на применение теоремы Шеннона-Хартли.	2	Письменный текущий контроль	ПК-1
2	T2.1.,T2.2.	Пз.2. Решение задач на определение параметров кабельных каналов связи.	2	Письменный текущий контроль	ПК-1
3	T2.3.,T2.4.	Пз.3. Определения коэффициентов согласования проводных каналов.	2	Письменный текущий контроль	ПК-1, ПК-2
4	T3.1.,T3.2.	Пз.4. Расчет условий распространения сигналов в свободном пространстве.	2	Письменный текущий контроль	ПК-1
5	T3.3.,T3.4.	Пз.5. Расчет условий распространения сигналов вблизи земной поверхности.	2	Письменный текущий контроль	ПК-1
6	T4.1.	Пз.6. Расчет параметров спутниковых орбит.	2	Письменный текущий контроль	ПК-1, ПК-2
7	T4.2.,T4.3.	Пз.7. Решение задач по расчету доплеровского сдвига частоты.	2	Письменный текущий контроль	ПК-2
8	T4.4.	Пз.8. Уравнение энергетического баланса.	2	Письменный текущий контроль	ПК-2

6.2 Перечень лабораторных занятий.

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины	Наименование лабораторных занятий	Трудоёмкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1	T2.3.	Лз.1. «Согласование антенно-фидерного устрой-	4	Защита письменного отчета.	ПК-2

		ства с приемопередатчиком».			
2	ТЗ.4.	Лз. 2 «Исследование ионосферных каналов связи»	4	Защита письменного отчета.	ПК-2
3	Т4.1.	Лз. 3 «Изучение программы ITNCP расчета спутниковых орбит».	4	Защита письменного отчета.	ПК-1, ПК-2
4	Т4.4.	Лз. 4. «Изучение энергетических и траекторных характеристик спутниковых систем».	4	Защита письменного отчета.	ПК-1, ПК-2

6.3. Перечень вопросов для СРС.

1. Объем канала связи.
2. Решение телеграфных уравнений.
3. Типы волн в проводных каналах и способы согласования нагрузки.
4. Разновидности автоматических телефонных станций.
5. Распространение ионосферных радиоволн.
6. Распространение сигналов за счет отражения от метеорных следов.
7. Помехи в радиоканалах.
8. Устройство спутникового ретранслятора.
9. Наземная станция спутниковой системы связи.
10. Поляризационное разделение в спутниковых каналах.

7. Примерная тематика курсовых работ.

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):

а) основная:

1. Орлов И.Я., Односцев В.А., Ивлев Д.Н., Лупов С.Ю. Основы радиоэлектроники: Электронное учебное пособие. - Н.Новгород: Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, 2011. - 169 с. <http://window.edu.ru/resource/992/73992>.
2. Дружин Г.И. Антенны и распространение радиоволн. Часть II. Распространение радиоволн: Учебное пособие. - Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2003. - 56 с. <http://window.edu.ru/resource/597/68597>.
3. Галуев Г.А. Принципы построения и основы функционирования систем и сетей связи: Учебно-методическое пособие. - Таганрог: Изд-во ТРТУ. 2000. - 100 с.

б) дополнительная:

1. Электродинамика и распространение радиоволн: учебное пособие / Д.Ю. Муромцев, Ю.Т. Зырянов, П.А. Федюнин и др. - Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО "ТГТУ", 2012. - 200 с. <http://window.edu.ru/resource/211/80211>.
2. Макаренко С.И., Коровин В.М. Принципы построения и функционирования аппаратно-программных средств телекоммуникационных систем: учеб. пособие. Часть 1: Принципы функционирования аппаратных средств телекоммуникационных и вычислительных систем. - СПб.: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2014. -- 197 с. <http://window.edu.ru/resource/386/80386>.

в) программное обеспечение

1. Безлицензионный пакет ITNCP версии 1.5. для расчета траекторных параметров орбит и энергетических характеристик спутниковых систем связи.
2. Безлицензионное программное обеспечение VeasonSee для приема и обработки сигналов маяков декаметрового диапазона.
3. Безлицензионное программное обеспечение HFProp для расчета ионосферных каналов связи.

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Подключение к сети Internet.
2. Поисковые системы Google, Yandex и др.
3. Электронные ресурсы доступные по логину и паролю, предоставляемые Научной библиотекой ИГУ.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):

Чтение лекций сопровождается демонстрацией информации (мультимедийный проектор, офисное оборудование для оперативного размножения иллюстративного и раздаточного лекционного материалов).

10. Образовательные технологии:

На лекциях используются активные методы обучения (устный опрос предыдущего материала, разбор конкретных ситуаций, вопросы к студентам во время лекции). Практические занятия 1-8 проводятся в интерактивной форме.

11. Оценочные средства (ОС)

В развернутом виде ФОС приведены в приложении.

11.1. Оценочные средства для входного контроля

Не предусмотрены.

а. Оценочные средства текущего контроля

Текущий контроль реализуется в виде письменного контроля на ПЗ1-ПЗ-8. Текущий контроль направлен на выявление сформированности компетенций ПК-1, ПК-2.

Для реализации текущего контроля используется балльно-рейтинговая система оценки, принятая в университете. Усвоение бакалавром изучаемой дисциплины максимально оценивается 100 баллами в соответствии с таблицей:

№ пп	Вид учебной деятельности	Баллы
1	Ведение конспекта лекций и работа с ним	до 5
2	Присутствие на всех занятиях	до 5
3	Выступления на семинарских занятиях	до 5
4	Самостоятельное решение задач на занятиях	до 5
5	Решение домашних заданий	до 40
6	Выполнение лабораторного практикума	до 40
Всего:		100

Количество баллов, полученных студентом по дисциплине, включая баллы за зачет или экзамен, переводится в академическую оценку, которая фиксируется в зачетной книжке в соответствии со следующей таблицей:

Баллы, полученные по дисциплине в течение семестра	Академическая оценка	
60...70 баллов	«удовлетворительно»	«зачтено»
71...85 баллов	«хорошо»	
86...100 баллов	«отлично»	

Если количество баллов, которое наберет обучающийся в течение семестра, будет недостаточным для получения им зачета по дисциплине, преподаватель вправе потребовать от студента выполнения дополнительных заданий для получения большего количества баллов. Решение о возможности и форме выполнения дополнительных заданий для получения большего количества баллов принимается преподавателем.

Перечень вопросов к зачету

1. Обобщенный объем канала связи.
2. Характеристики сигналов, помех и каналов связи.
3. Теорема Шеннона-Хартли.
4. Направляющие системы и направляемые волны.
5. Телеграфные уравнения.
6. Условие Хевисайда.
7. Достижение условия Хевисайда.
8. Основные параметры проводных каналов.
9. Типы волн и способы согласования нагрузки.
10. Двухпроводная линия связи.
11. Коаксиальный кабель.
12. Витая пара проводников.
13. Распространение радиоволн в свободном пространстве.
14. Распространение радиоволн вблизи земной поверхности.
15. Интерференция прямой и отраженной волн.
16. Учет сферичности Земли.
17. Формула Введенского.
18. Влияние тропосферы на распространение радиоволн.
19. Расстояние радиовидимости.
20. Ионосферные радиоканалы.
21. Метеорное распространение радиоволн.
22. Помехи в наземных радиоканалах.
23. Типы спутниковых телекоммуникационных систем.
24. Диапазоны частот в спутниковых радиоканалах.
25. Законы движения искусственных спутников Земли.
26. Классификация и сравнительная характеристика спутниковых орбит.
27. Искажения сигналов в спутниковых радиоканалах.
28. Зоны покрытия в спутниковых каналах.
29. Энергетические характеристики спутниковых радиоканалов.
30. Уравнение энергетического баланса.

Домашние задания

Параметры оценочного средства для текущего контроля в виде домашних заданий по решению задач 1-10.

Критерии оценки	баллы				
	40 баллов	30 баллов	20 баллов	10 баллов	0 баллов
Выполнение заданий	Полностью и корректно выполнены все 10 задач.	Выполнены 8 задач, и допущены не более двух ошибок.	Выполнены 6 задач, и допущены не более трех ошибок.	Выполнено 4 задачи, и допущено не более четырех ошибок.	Не выполнено ни одного задания или допущено более пяти ошибок.

Задача 1

Какую мощность должен иметь передатчик телефонного модема с максимальной скоростью передачи данных 56 кбит/с, если стандартный телефонный канал имеет полосу пропускания от 300 до 2700 Гц и равномерную в этих пределах амплитудно-частотную характеристику? Спектральная плотность мощности белого шума, действующего в канале равна 10^{-11} Вт/Гц. Чему равно отношение мощности передатчика к мощности шума, действующего в канале? По каждому вопросу ответы дать в децибелах.

Задача 2

Соединительная линия (коаксиальный кабель) имеет погонную индуктивность 0,25 мкГн/м, погонную ёмкость 100 пФ/м. Определить коэффициенты: отражения, стоячей волны и бегущей волны при работе линии на активную нагрузку с сопротивлением 30 Ом. Как, не применяя специальных согласующих устройств, а используя только данный тип кабеля, который имеется в неограниченном количестве, улучшить согласование? Рассчитать новые значения коэффициентов.

Задача 3

Сотовый телефон работает на частоте 900 МГц. Определить область применимости формулы Введенского и расстояние между нулями функции ослабления для высоты антенны базовой станции 20м, высоты сотового телефона 1м на двух расстояниях: около 50м и около 500м от базовой станции.

Задача 4

На какой частоте на расстоянии 2000 км основные потери свободного пространства составляют 136 дБ?

Задача 5

Определить расстояние радиовидимости между двумя точками, приподнятыми над поверхностью Земли на 50 м и 10 м в следующих условиях:

1. Без учета тропосферной рефракции.
2. Для нормальной рефракции в тропосфере.
3. Для критической рефракции в тропосфере.
4. Для градиента индекса преломления 0,04 1/м.

Задача 6

Слой ионосферы отражает радиоволны на высоте 230 км и имеет концентрацию электронов $6 \cdot 10^5$ см⁻³. Определить максимальную дальность связи, критическую и предельную частоты, МПЧ и ОРЧ для расстояния 3000 км, а также дальность мертвой зоны на ОРЧ.

Задача 7

Для круговых орбит на высотах 200, 1000, 10000 и ГО рассчитать радиусы зон обслуживания наземных территорий при минимальных углах видимости спутников 0° и 5°. Для минимального угла видимости 5° оценить наименьшее число спутников, необходимое для обслуживания всей земной поверхности. Для минимальных углов видимости спутников 0° и 5°, рассчитать радиусы зон вблизи полюсов, в которых невозможно пользоваться

связью через геостационарные спутники. Результаты расчетов представить в виде таблицы.

Задача 8

Какое допустимое поглощение возможно в спутниковом канале, если мощность всех шумов, приведенная к входу приемника равна -180 дБВт, необходимое отношение сигнал/шум 10 раз по напряжению, коэффициент усиления приемной антенны по мощности 100 раз, мощность бортового передатчика 50 Вт, коэффициент усиления его антенны 26 дБ, расстояние до спутника 40000 км, рабочая частота 6 ГГц, рассогласование по поляризации отсутствует?

Задача 9

Какой доплеровский сдвиг частоты наблюдается во время радиовосхода и радиозахода спутника с круговой орбитой на высоте 1000 км? Наблюдатель находится в плоскости орбиты, частота бортового передатчика 150 МГц. Каким будет доплеровский сдвиг частоты при наблюдении спутника с высоты h над поверхностью Земли?

Задача 10

Как часто необходимо синхронизировать спутниковый цифровой канал связи, если допустимым является сдвиг шкал бортовых и наземных часов 1 мкс? Составляющая флуктуации положения геостационарного спутника на орбите по лучу зрения относительно неподвижного наземного наблюдателя в обычное время не превосходит 100 м/с, а во время коррекции орбиты доходит до 500 м/с.

в. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация направлена на проверку сформированности компетенций, ПК-1, ПК-2 и проводится в форме зачета. Зачет может быть получен автоматически при условии, что за период обучения студентом набрано не менее 60 баллов. Если количество баллов, набранное в течение семестра, будет недостаточным для получения зачета, преподаватель вправе потребовать от студента выполнения дополнительных заданий для получения дополнительного количества баллов. Решение о возможности и форме выполнения дополнительных заданий для получения большего количества баллов принимается преподавателем.

Разработчик:



доцент

В.Е. Унучков

Программа рассмотрена на заседании кафедры радиофизики и радиоэлектроники

«28» июня 2016г. Протокол № 12.

И.О. Зав.кафедрой



Колесник С.Н.

Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.