

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета факультета математики,
информационных и авиационных технологий
от «21» июня 2020 г., протокол № 5/20

Председатель _____ / М.А. Волков
«21» июня 2020 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	<i>Системы спутниковой связи</i>
Факультет	Математики, информационных и авиационных технологий
Кафедра	Кафедра телекоммуникационных технологий и сетей
Курс	4

Направление (специальность) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы СВЯЗИ

код направления (специальности), полное наименование

Направленность (профиль/специализация) Интернет и гетерогенные сети

полное наименование

Форма обучения очная

очная, заочная, очно-заочная (указать только те, которые реализуются)

Дата введения в учебный процесс УлГУ: « 01 » сентября 2020 г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № 1 от 1 сентября 2021 г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № 1 от 1 сентября 2022 г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № 1 от 1 сентября 2023 г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Кафедра	Должность, ученая степень, звание
Козловский Вячеслав Геннадьевич	Телекоммуникационных технологий и сетей	Доцент кафедры, кандидат технических наук, доцент

СОГЛАСОВАНО	СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой, реализующей дисциплину	Заведующий выпускающей кафедрой телекоммуникационных технологий и сетей
( / <u>Смагин А.А</u> / Подпись <u>ФИО</u> «21» июня 2020 г.	( / <u>Смагин А.А</u> / Подпись <u>ФИО</u> «21» июня 2020 г.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

Цели освоения дисциплины: формирование у студентов компетентности в области систем передачи информации при помощи системы спутниковой связи.

Задачи освоения дисциплины:

В результате изучения дисциплины студенты должны

Знать:

- основные понятия современных средств вычислительной техники, основы алгоритмического языка и технологии составления программ обработки сигналов;
- основные свойства, параметры устройств спутниковой связи;
- основные способы кодирования информации;
- структуру и состав наземного и космического сегментов систем спутниковой связи;
- принципы построения и основные особенности современных и перспективных систем персональной связи;
- принципы построения, структуры, виды модуляции сигналов связи, размещение базовых станций и другие особенности современных систем сотовой связи;
- современные и перспективные направления развития систем спутниковой связи;

Уметь:

- применять методы теории случайных процессов при проектировании систем спутниковой связи.

Владеть:

- навыками при расчете и проектировании систем спутниковой связи.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП:

Данная дисциплина Вариативной части Б1.В.ОД.1 учебного плана подготовки бакалавра по направлению 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профиль Интернет и гетерогенные сети. Дисциплина для очного обучения в 7 семестре.

Для успешного изучения дисциплины необходимы знания и умения, приобретенные в результате освоения курсов «Теория информации», «Теория систем и системный анализ», «Технологии обработки информации», «Методы и средства проектирования информационных систем и технологий». Студенты должны уметь приобретать, обрабатывать и использовать новую информацию в своей предметной области; знать основы построения инфокоммуникационных сетей и систем; иметь навыки самостоятельной работы на компьютере и в компьютерных сетях; быть способным к компьютерному моделированию устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ.

Данная дисциплина является предшествующей для дисциплин: «Корпоративные информационные системы», «Направляющие среды систем передачи информации»..

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ПК-8 Способен проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ	Знать: основные понятия современных средств вычислительной техники, основы алгоритмического языка и технологии составления программ обработки сигналов; основные свойства, параметры устройств спутниковой связи; основные способы кодирования информации; Уметь: проводить инсталляцию, отладку программных и настройку технических средств .Владеть: программными средствами проектирования спутниковых сетей
ПК-11 Способен осуществлять развитие транспортных сетей и сетей передачи данных, включая сети радиодоступа, спутниковых систем, коммутационных подсистем и сетевых платформ	Знать: структуру и состав наземного и космического сегментов систем спутниковой связи; принципы построения и основные особенности современных и перспективных систем персональной связи; Уметь: проводить расчет заданных функциональных характеристик Владеть: программными средствами проектирования информационных систем и технологий
ПК-14 Способен осуществлять администрирование сетевых подсистем инфокоммуникационных систем и/или их составляющих	Знать: принципы построения, структуры, виды модуляции сигналов связи, размещение базовых станций и другие особенности современных систем сотовой связи; современные и перспективные направления развития систем спутниковой связи; Уметь: проводить администрирование сетевых подсистем Владеть: навыками проектирования систем спутниковой связи

4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) 3 ЗЕТ

4.2. Объем дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Количество часов 108 (форма обучения <u>очная</u>)	
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам
1	2	7
Контактная работа обучающихся с	36	3654

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

преподавателем в соответствии с УП		
Аудиторные занятия:	36	36
Лекции	18	18
Семинары и практические занятия	18	18
Самостоятельная работа	72	72
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы	Рефераты, отчеты по практическим работам	Рефераты, отчеты по практическим работам
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	зачет	зачет
Всего часов по дисциплине	108	108

4.3. Содержание дисциплины (модуля.) Распределение часов по темам и видам учебной работы:

Форма обучения очная

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний	
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа		
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы				
1	2	3	4	5	6	7		
1. Инфраструктура систем спутниковой связи (ССС).	6	2	2			10	Реферат	
2 Принципы построения космического сегмента	48	10	10			10	30	Реферат, отчеты
3. Принципы построения земного сегмента	12	4	4				22	Реферат
4. Примеры действующих СССР	6	2	2				10	Реферат
Итого	108	18	18			10	72	зачет

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Тема 1. Инфраструктура систем спутниковой связи (ССС).

Инфраструктура систем спутниковой связи (ССС). Место систем персональной спутниковой связи (СПСС) в ней. Классификация систем СПСС. Принципы построения СССР: структура космического сегмента, типы ретрансляторов, структура земного сегмента, пользовательский сегмент.

Тема 2. Принципы построения космического сегмента

Траектория ИСЗ в задаче двух тел (невозмущенное Кеплеровское движение). Уравнение Кеплера, методы его решения. Характеристики и Кеплеровские элементы орбит. Возмущенное движение ИСЗ: причины возмущения. Оскулирующие элементы орбит. Система дифференциальных уравнений возмущенного движения. Система уравнений Ньютона – Лагранжа для оскулирующих элементов. Изменение элементов орбит под действием нецентральной силы тяготения Земли, сопротивления атмосферы, гравитационных полей Солнца и Луны. Условия, определяющие выбор параметров орбит. Территория обслуживания, зоны радиовидимости и их расчет. Связь координат подспутниковой точки с границами зоны радиовидимости. Трассы полета (ТП). Расчет ТП по элементам орбит. Особенности ТП. Смещение спутника по долготе. Синхронные и солнечно – синхронные орбиты, условия их реализации. Круговые и наклонные солнечно – синхронные орбиты. Типы орбит, их особенности. Полярные, наклонные и экваториальные орбиты. Особенности высокоэллиптической наклонной орбиты (ВЭНО) типа "Молния". Выбор периода обращения. Эволюция параметров ВЭНО. Критическое наклонение. Время баллистического существования ИСЗ. Оптимальные элементы ВЭНО. Устойчивость трассы полета ИСЗ по ВЭНО. Круговая стационарная орбита. Характеристики квазистационарной орбиты. Эволюция параметров. Особенности расчета зон радиовидимости. Определение углов наведения для пунктов зоны радиовидимости. Структура орбитальной группировки для систем глобальной связи.

Тема 3.. Принципы построения земного сегмента

Структура земного сегмента глобальных систем спутниковой связи. Роль и место станций сопряжения. Принципы организации связи и маршрутизации. Особенности антенн космических линий связи, общие требования к их параметрам. Шумовая температура системы, ее составляющие. Пути снижения шумовой температуры. Коэффициент усиления антенны, составляющие коэффициента использования поверхности (КИП). Однозеркальные и двухзеркальные параболические антенны, их достоинства и недостатки. Основные требования к системам автоматического

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

управления (САУ) наземными антенными установками. Режимы работы САУ. Режимы автосопровождения.

Тема 4.. Примеры действующих ССС

Системы связи с ИСЗ на низких, средневысотных, эллиптических и геостационарных орбитах. Космические группировки, земные сегменты, рынки услуг.

6. ТЕМЫ СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Тема 1. Инфраструктура систем спутниковой связи

- 1.1. Инфраструктура систем спутниковой связи (ССС).
- 1.2. Место систем персональной спутниковой связи (СПСС) в ней.
- 1.3. Классификация систем СПСС.
- 1.4. Принципы построения ССС Коммутация пакетов.

Тема 2. Принципы построения космического сегмента

1. Изменение элементов орбит под действием нецентральности поля тяготения Земли.
 - 1.1. Сопротивления атмосферы.
 - 1.2. Сопротивления гравитационных полей Солнца и Луны.
 - 1.3. Условия, определяющие выбор параметров орбит.
2. Синхронные и солнечно – синхронные орбиты, условия их реализации.
 - 2.1 Круговые и наклонные солнечно – синхронные орбиты.
 - 2.2 Типы орбит, их особенности.
 - 2.3. Полярные, наклонные и экваториальные орбиты.
 - 2.4. Особенности высокоэллиптической наклонной орбиты (ВЭНО) типа "Молния".
3. Круговая стационарная орбита.
 - 3.1. Характеристики квазистационарной обрнты.
 - 3.2. Эволюция параметров.
 - 3.3. Особенности расчета зон радиовидимости.
 - 3.4. Определение углов наведения для пунктов зоны радиовидимости.
 - 3.5. Структура орбитальной группировки для систем глобальной связи
4. Территория обслуживания, зоны радиовидимости и их расчет.
 - 4.1 Связь координат подспутниковой точки с границами зоны радиовидимости.
 - 4.2 Трассы полета (ТП). Расчет ТП по элементам орбит.
 - 4.3 Особенности ТП. Смещение спутника по долготе.
5. Выбор периода обращения.
 - 5.1 Эволюция параметров ВЭНО.
 - 5.2 Критическое наклонение.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

- 5.3 Время баллистического существования ИСЗ.
- 5.4 Оптимальные элементы ВЭНО.
- 5.5 Устойчивость трассы полета ИСЗ по ВЭНО.

Тема 3. Принципы построения земного сегмента.

- 1. Структура земного сегмента глобальных систем спутниковой связи.
 - 1.1. Роль и место станций сопряжения.
 - 1.2. Принципы организации связи и маршрутизации.
 - 1.3. Особенности антенн космических линий связи, общие требования к их параметрам.
- 2. Особенности антенн космических линий связи, общие требования к их параметрам.
 - 2.1 Шумовая температура системы, ее составляющие.
 - 2.2 Пути снижения шумовой температуры.
 - 2.3 Коэффициент усиления антенны, составляющие коэффициента использования поверхности (КИП).
 - 2.4 Однозеркальные и двухзеркальные параболические антенны, их достоинства и недостатки.

Тема 4. Примеры действующих ССС

- 1.1. Системы связи с ИСЗ на низких, средневысотных, эллиптических и геостационарных орбитах.
- 1.2. Космические группировки, земные сегменты, рынки услуг.

7. ТЕМАТИКА РЕФЕРАТОВ

- 1. Классификация систем СПСС.
- 2. Условия, определяющие выбор параметров орбит.
- 3. Особенности высокоэллиптической наклонной орбиты (ВЭНО) типа "Молния".
- 4. Структура орбитальной группировки для систем глобальной связи
- 5. Устойчивость трассы полета ИСЗ по ВЭНО.
- 6. Однозеркальные и двухзеркальные параболические антенны, их достоинства и недостатки.
- 7. Системы связи с ИСЗ на низких орбитах.
- 8. Системы связи с ИСЗ на средневысотных орбитах.
- 9. Системы связи с ИСЗ на эллиптических и геостационарных орбитах.

8. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ

- 1. Виды орбит искусственных спутников земли.
- 2. В чём состоит особенность ГСО?
- 3. Назовите основные компоненты спутниковой линии связи.
- 4. Назовите основные типы многостанционного доступа.
- 5. Какие схемы ретрансляторов наиболее распространены в спутниковой связи?

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

6. Что такое зона обслуживания спутниковой системы связи? Какие бывают виды зоны обслуживания?
7. Каковы особенности многостанционного доступа с временным разделением (временное разделение каналов)?
8. Каковы особенности многостанционного доступа с временным разделением (временное разделение каналов)?
9. Каковы особенности многостанционного доступа с частотным разделением (частотное разделение каналов)?
10. Каковы особенности многостанционного доступа с кодовым разделением (кодовое разделение каналов)?
11. От каких факторов зависят дополнительные потери на трассе распространения?
12. Каким образом можно повысить мощность принимаемого сигнала?
13. Какие виды поляризации используются в спутниковых системах связи и почему?
14. Для чего применяются различные виды поляризации сигнала?
15. С какой целью применяются на борту КА многолучевые антенны?
16. Методы предоставления каналов в сетях спутниковой связи.
17. Перечислите разновидности случайного доступа.
18. Что такое метод двоящей несущей? Для чего он применяется?
19. Что такое помехоустойчивые коды и для чего они применяются?
20. Опишите основные помехоустойчивые коды?
21. Что такое перемежение? Для чего оно применяется?

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

Форма обучения _____ очная _____

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы	Объем в часах	Форма контроля (решения задач, реферата и др.)
Тема 1. Инфраструктура систем спутниковой связи (ССС).	<i>Проработка учебного материала, реферат, подготовка к сдаче зачета.</i>	10	<i>реферат</i>
Тема 2. Принципы построения космического сегмента	<i>Проработка учебного материала, подготовка отчета по лабораторной работе, реферат, подготовка к сдаче зачета.</i>	30	<i>Проверка отчета по практической работе</i>
Тема 3. Принципы построения земного сегмента	<i>Проработка учебного материала, реферат, подготовка к сдаче зачета.</i>	22	<i>реферат</i>
Тема 4. 4. Примеры действующих СССР	<i>Проработка учебного материала, реферат, подготовка к сдаче зачета.</i>	10	<i>реферат</i>

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Список рекомендуемой литературы

Основная

1. Космические радиотехнические системы: Учебное пособие / Дудко Б. П. - 2012. 291 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/1728>, дата обращения: 20.01.2017.

Дополнительная

1. Бакулев П. А. Радионавигационные системы [Текст] : учебник для вузов / П. А. Бакулев, А. А. Сосновский. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Радиотехника, 2011. - 272 с.
2. Чуров Е. П. Спутниковые системы радионавигации. - М. : Советское радио, 1977. - 389[3] с.
3. Васильев В.И. Системы связи : Учебное пособие для вузов / В.И. Васильев, А.П. Буркин, В.А. Свириденко. - М. : Высшая школа, 1987. - 279 с

Учебно-методическая

1. Радиотехнические системы: Методическое пособие по проведению практических занятий / Денисов В. П. - 2013. 33 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2852>, дата обращения: 20.01.2017.
2. Радиотехнические системы. Лабораторный практикум: Методические указания по выполнению лабораторных работ / Денисов В. П., Дудко Б. П. - 2012. 167 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/1196>, дата обращения: 20.01.2017.
3. Самостоятельная работа студента при изучении дисциплин математическо-естественнонаучного, общепрофессионального (профессионального), специального циклов: Учебно-методическое пособие по самостоятельной работе / Кологривов В. А., Мелихов С. В. - 2012. 9 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/1845>, дата обращения: 20.01.2017.

Согласовано:

_____/_____/_____/_____ Дол
 Должность сотрудника научной библиотеки ФИО подпись дата

б) Программное обеспечение: _Аппаратно-программный комплекс «Сотсби OSI»

в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Электронно-библиотечные системы:

- 1.1. **IPRbooks** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система / группа компаний Ай Пи Эр Медиа . - Электрон. дан. - Саратов , [2018]. - Режим доступа:

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

мат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

Разработчик

подпись

доцент кафедры Козловский В.Г.

должность

ФИО