



Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Московской области

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по
учебно-методической работе
И.В. Бабина
«12» апреля 2022 г.

**ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И
ТЕХНОЛОГИЙ**

КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.О.13.05 «СИСТЕМЫ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ И НАЗЕМНОЙ
ПОДВИЖНОЙ СВЯЗИ»**

Направление: 10.03.01 Информационная безопасность

Профиль: Безопасность телекоммуникационных систем (в аэрокосмической сфере)

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Королев
2022

Рабочая программа является составной частью основной профессиональной образовательной программы и проходит рецензирование со стороны работодателей в составе основной профессиональной образовательной программы. Рабочая программа актуализируется и корректируется ежегодно.

Автор: к.т.н., доцент Вихров А.П., к.т.н., доцент Журавлев С.И. Рабочая программа дисциплины «Системы аэрокосмической и наземной подвижной связи». – Королев МО: «Технологический университет», 2022.

Рецензент: к.в.н., доцент Соляной В.Н.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по специальности 10.03.01 «Информационная безопасность» и учебного плана, утвержденного Ученым советом МГОТУ. Протокол № 13 от 21 июня 2022 года.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:

Заведующий кафедрой (ФИО, ученая степень, звание, подпись)	к.в.н., доцент Соляной В.Н.			
Год утверждения (переподтверждения)	2022	2023	2024	2025
Номер и дата протокола заседания кафедры	№ 8 от 17.05.2022			

Рабочая программа согласована:

Руководитель ОПОП ВО



к.т.н., доцент Вихров А.П.

Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:

Год утверждения (переподтверждения)	2022	2023	2024	2025
Номер и дата протокола заседания УМС	Протокол № 5 от 21 июня 2022 г.			

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Целью дисциплины является изучение основных принципов и закономерностей обмена информацией и методов их реализации в спутниковых системах связи и навигации.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

ОПК-9. Способен применять средства криптографической и технической защиты информации для решения задач профессиональной деятельности.

Основными **задачами** дисциплины являются:

- сформировать у студентов знания основ построения и принципов функционирования спутниковых систем связи и навигации;
- раскрыть принципы формирования и основные характеристики сигналов и линий связи в спутниковых системах связи и навигации;
- освоить методологию обмена, передачи и коммутации данных в наиболее распространенных технических средствах и системах спутниковой связи и навигации.

Показатели освоения компетенций отражают следующие индикаторы:

Трудовые действия:

ОПК-9.3.1 владеет методами и средствами технической защиты информации.

Необходимые знания:

ОПК-9.1.1 знает принципы построения систем и сетей электросвязи;

ОПК-9.1.2 знает современные виды информационного взаимодействия и обслуживания телекоммуникационных сетей и систем;

ОПК-9.1.3 знает основные понятия и задачи криптографии, математические модели криптографических систем

ОПК-9.1.4 знает основные виды средств криптографической защиты информации (СКЗИ), включая блочные и поточные системы шифрования, криптографические системы с открытым ключом, криптографические хеш-функции и криптографические протоколы

ОПК-9.1.5 знает национальные стандарты Российской Федерации в области криптографической защиты информации и сферы их применения

ОПК-9.1.6 знает классификацию и количественные характеристики технических каналов утечки информации;

ОПК-9.1.7 знает способы и средства защиты информации от утечки по техническим каналам и контроля эффективности защиты информации;

ОПК-9.1.8 знает организацию защиты информации от утечки по техническим каналам на объектах информатизации;

Необходимые умения:

ОПК-9.2.1 умеет проводить анализ показателей эффективности сетей и систем телекоммуникаций и качества предоставляемых услуг;

ОПК-9.2.2 умеет применять математические модели для оценки стойкости СКЗИ

ОПК-9.2.3 умеет использовать СКЗИ в автоматизированных системах

ОПК-9.2.4 умеет анализировать и оценивать угрозы информационной безопасности объекта информатизации;

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Системы аэрокосмической и наземной подвижной связи» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 10.03.01 «Информационная безопасность».

Дисциплина реализуется кафедрой информационной безопасности.

Изучение данной дисциплины базируется на ранее изученных дисциплинах: «Основы информационной безопасности», «Организационное и правовое обеспечение информационной безопасности» и компетенциях: ОПК-1,3,5,6,8.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

ОПК-9. Способен применять средства криптографической и технической защиты информации для решения задач профессиональной деятельности.

Целью дисциплины является изучение основных принципов и закономерностей обмена информацией и методов их реализации в спутниковых системах связи и навигации.

Основными **задачами** дисциплины являются:

- сформировать у студентов знания основ построения и принципов функционирования спутниковых систем связи и навигации;
- раскрыть принципы формирования и основные характеристики сигналов и линий связи в спутниковых системах связи и навигации;
- освоить методологию обмена, передачи и коммутации данных в наиболее распространенных технических средствах и системах спутниковой связи и навигации.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа. Преподавание дисциплины ведется на 4 курсе в 7 семестре для очной формы обучения и предусматривает проведение учебных занятий следующих видов: лекции, практические занятия (лабораторные работы), самостоятельная работа обучающихся, групповые и индивидуальные консультации.

Программой предусмотрены следующие виды контроля: два текущих контроля успеваемости в форме тестирования и промежуточная аттестация в форме контрольной работы и зачета с оценкой в 7 семестре для очной формы обучения.

Знания и компетенции, полученные при освоении дисциплины, являются базовыми для изучения последующих дисциплин: «Математическое моделирование защищенных систем ТКС», «Комплексное обеспечение защиты информации объекта информатизации (предприятия)», прохождения практики и выполнения выпускной квалификационной работы бакалавра.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа. Преподавание дисциплины ведется на 4 курсе в 7 семестре для очной формы обучения и предусматривает проведение учебных занятий следующих видов: лекции, практические занятия (лабораторные работы), самостоятельная работа обучающихся, групповые и индивидуальные консультации.

Программой предусмотрены следующие виды контроля: два текущих контроля успеваемости в форме тестирования и промежуточная аттестация в форме контрольной работы и зачета с оценкой в 7 семестре для очной формы обучения.

Таблица 1

Виды занятий	Всего часов	Семестр 7
Общая трудоемкость	144	144
Аудиторные занятия	64	64
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа	70	70
КСР	-	-
Курсовые работы (проекты)	-	-
Расчетно-графические работы	-	-
Контрольная работа, домашнее задание	+	+
Текущий контроль знаний	Тест	Тест
Вид итогового контроля	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой

4. Содержание дисциплины

4.1. Темы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

Наименование тем	Лекции, час. Очное	Практиче ские занятия, час. Очное	Лаборат орные работы, час. Очное	Занятия в интерактив ной форме, час. Очное	Код компетенций
Раздел 1: Спутниковые системы связи					
Тема 1. Принципы построения спутниковых систем связи.	4	4	-	1	ОПК-9
Тема 2. Основы построения спутниковых систем связи	4	4	-	1	ОПК-9
Тема 3. Основы функционирования спутниковых систем связи	4	4	-	2	ОПК-9
Тема 4. Виды и особенности построения спутниковых систем связи и телевидения	4	4	-	2	ОПК-9
Раздел 2: Спутниковые навигационные системы					
Тема 5. История развития навигации	4	4	-	2	ОПК-9
Тема 6. Общие принципы функционирования СНС	4	4	-	2	ОПК-9
Тема 7. Система глобального позиционирования ГЛОНАСС, Россия.	4	4	-	2	ОПК-9
Тема 8. Система глобального позиционирования GPS NAVSTAR, США	4	4	-	2	ОПК-9
Итого:	32	32	-	18	

4.2. Содержание тем дисциплины

Раздел 1: Спутниковые системы связи

Тема 1. Принципы построения спутниковых систем связи.

Основные понятия. Виды орбит. Основные определения. Состав и назначение систем спутниковой связи. Общие вопросы структурно-функционального построения систем спутниковой связи и её составных частей. Состав системы. Требования к космическому сегменту. Требования к земному сегменту. Основные параметры систем спутниковой связи. Параметры земных станций. Основные показатели космических станций. Основные показатели систем спутниковой связи. Состав земных и космических станций. Диапазоны частот, выделенные для спутниковой связи и вещания, и регулирование их использования. Распределение полос частот между службами. Международная координация использования частот спутниковыми системами. Особенности выбора рабочих частот для радиолиний спутниковой связи. Литерные обозначения диапазонов частот спутниковой связи и сложившееся распределение частот между системами различного назначения. Тенденции использования диапазонов частот.

Тема 2. Основы построения спутниковых систем связи

Службы спутниковой связи. Фиксированная служба связи. Подвижная спутниковая связь. Радиовещательная спутниковая связь. Персональная широкополосная спутниковая связь. Виды спутниковых ретрансляторов. Схемы ретрансляторов. Применение многолучевых бортовых антенн. Межлучевая коммутация. Нелинейное усиление ретрансляторов. Поляризация излучений КА. Зоны обслуживания. Электромагнитная доступность к спутниковым линиям связи. Возможность электромагнитного доступа. Помехи в приемном тракте станции космической связи. Шумы приемного устройства. Геометрические характеристики, определяющие взаимное положение спутника и земной станции. Особенности энергетики спутниковых линий связи.

Тема 3. Основы функционирования спутниковых систем связи

Методы многостанционного доступа и предоставления каналов. Виды многостанционного доступа. Многостанционный доступ с частотным разделением. Многостанционный доступ с временным разделением сигналов. Многостанционный доступ с кодовым разделением сигналов. Метод сдвоенной несущей. Методы предоставления каналов в сетях спутниковой связи. Многостанционный доступ с фиксированным закреплением каналов. Произвольный доступ. Многостанционный доступ с предоставлением каналов по требованию.

Виды модуляции и помехоустойчивого кодирования в спутниковых системах связи. Особенности сигналов дискретной модуляции. Квадратурный метод формирования сигналов амплитудно-фазовой модуляции. Модуляционное кодирование. Код Грея. Дифференциальное кодирование. Офсетная модуляция. Формирование сигналов частотной модуляции квадратурным способом. Модуляция с минимальным сдвигом. Решетчатое

кодирование. Фильтрация модулированных сигналов. Помехоустойчивое кодирование в системах спутниковой связи. Классификация помехоустойчивых кодов. Основные характеристики методов коррекции ошибок. Свёрточные коды. Блочные коды. Каскадные схемы кодирования. Турбокоды. Коды LDPC. Перемежители. Сравнение эффективности различных видов модуляции и помехоустойчивого кодирования. Современные спутниковые модемы. Основные параметры модемов. Сравнительный анализ современных образцов оборудования.

Сокращение информационной избыточности. Классификация методов сжатия информационных сигналов. Классификация и описание принципов действия современных речевых кодеков. Кодеры формы. Параметрическое кодирование. Параметры цифровых потоков современных систем кодирования речи. Основные стандарты компрессии цифрового видео. Краткое описание алгоритма сжатия видеосигнала в стандарте MPEG-2. Требования к стандарту видеокompрессии нового поколения. Сокращение избыточности при передаче многоканальных цифровых телефонных потоков. Оборудование динамического мультиплексирования. Статистическое мультиплексирование. Сжатие заголовков TCP/IP.

Тема 4. Виды и особенности построения спутниковых систем связи и телевидения

Общие сведения о спутниковых сетях связи VSAT. Технологии, используемые в сетях VSAT для создания корпоративных сетей. Мультисервисная DVB-RCS платформа для сетей VSAT.

Особенности мобильных спутниковых систем. СПСС Inmarsat. СПСС Thuraya. СПСС Iridium. СПСС GlobalStar. Узкополосные системы мобильной спутниковой связи. Региональные системы мобильной спутниковой связи. Перспективы развития мобильной спутниковой связи.

Технологии формирования цифровых потоков. Плезеохронная цифровая иерархия. Проблемы использования технологии ATM в спутниковых системах связи.

Цифровое спутниковое телевизионное вещание. Основные системы цифровой передачи многопользовательского телевидения. Особенности обработки сигналов DVB-S на физическом и канальном уровне. Стандарт DVB-S2. Система цифрового ТВ вещания второго поколения.

Энергетические соотношения на линии ССС с применением ГСО. Особенности энергетики спутниковых линий. Уравнения связи для спутниковых линий. Поглощение энергии сигнала в атмосфере. Влияние рефракции и неточности наведения антенн. Фазовые эффекты в атмосфере. Потери из-за несогласованности поляризаций антенн. Деполяризация радиоволн в атмосфере. Шумы атмосферы, земной поверхности, планет и приемных систем. Расчет шумов в каналах спутниковых радиолиний.

Раздел 2: Спутниковые навигационные системы

Тема 5. История развития навигации.

Развитие радионавигации в США. Развитие радионавигации в СССР и России.

Тема 6. Общие принципы функционирования СНС.

Обобщенная структура спутниковой навигационной системы. Общепринятые единицы мер времени. Система отсчета времени, применяемые в СНС. Шкалы времени СНС и их синхронизация. Системы координат, применяемые в СНС. Движение спутника в инерционной системе координат. Навигационные характеристики спутников. Навигационная задача и методы ее решения. Радиосигналы и навигационные сообщения СНС. Алгоритмы первичной обработки сигналов и извлечения информации. Алгоритмы вторичной обработки. Факторы, влияющие на точность определения вектора потребителя. Дифференциальная подсистема.

Тема 7. Система глобального позиционирования ГЛОНАСС, Россия.

Космический сегмент. Сегмент управления. Сегмент потребителей. Интерфейс системы ГЛОНАСС.

Тема 8. Система глобального позиционирования GPS NAVSTAR, США.

Космический сегмент. Сегмент управления. Сегмент потребителей. Интерфейс системы GPS NAVSTAR.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине

«Методические указания для самостоятельной работы обучающихся по освоению дисциплины» представлены в Приложении 2.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Структура фонда оценочных средств приведена в Приложении 1.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Основы построения систем спутниковой связи. Под редакцией доктора техн. наук, профессора М. С. Немировского. Немировский М.С., Локшин Б.А., Аронов Д.А. 2017 г. ISBN 978-5-9912-0580-1
2. Сомов А.М., Корнев С.Ф. Спутниковые системы связи: Учебное пособие для вузов / Под ред. А.М. Сомова. –М.: Горячая линия-Телеком, 2015. -244 с.: ил.

Дополнительная литература:

1. Пуговкин, А. В. Основы построения инфокоммуникационных сетей и систем: учебное пособие для вузов / А. В. Пуговкин, Д. А. Покаместов, Я. В. Крюков. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-5905-6. — Текст : электронный //Лань: электронно-библиотечная система. — URL:

<https://e.lanbook.com/book/156402>

2. Райфельд, М. А. Основы построения современных систем сотовой связи : учебник / М. А. Райфельд. — Новосибирск : НГТУ, 2017. — 416 с. — ISBN 978-5-7782-3131-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118266>.

3. Райфельд, М. А. Системы и сети мобильной связи : учебное пособие / М. А. Райфельд, А. А. Спектор. — Новосибирск : НГТУ, 2019. — 96 с. — ISBN 978-5-7782-3833-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152245>

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Интернет-ресурсы:

1. <http://eup.ru> – научно - образовательный портал.
2. <http://znanium.com> – образовательный портал
3. <http://www.academy.it> – академия АЙТИ

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины приведены в Приложении 2 к настоящей рабочей программе.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения: MSOffice, PowerPoint.

Информационные справочные системы:

1. Ресурсы информационно-образовательной среды;
2. Рабочая программа и методическая обеспечение по дисциплине: «Системы аэрокосмической и наземной подвижной связи».

Ресурсы информационно-образовательной среды МГОТУ:

Рабочая программа и методическое обеспечение по курсу «Системы аэрокосмической и наземной подвижной связи».

11.. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия:

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран);
- комплект электронных презентаций / слайдов.

Практические занятия:

- компьютерный класс с проектором для интерактивного обучения и проведения лекции в форме слайд-презентации, оборудованный современными лицензионными программно-техническими средствами: операционная система не ниже Windows 7, офисные программы MSOffice;
- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в глобальную сеть Интернет ;
- рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в глобальную сеть Интернет.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации
обучающихся по дисциплине (модулю)

ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ДИСЦИПЛИНЕ**

**«СИСТЕМЫ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ И НАЗЕМНОЙ ПОДВИЖНОЙ
СВЯЗИ»**

(Приложение 1 к рабочей программе)

Направление: 10.03.01 Информационная безопасность

Профиль: Безопасность телекоммуникационных систем (в аэрокосмической
сфере)

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Королев
2022

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции и (или ее части)*	Раздел дисциплины, обеспечивающий формирование компетенции (или ее части)	В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенции (или ее части), обучающийся должен:		
				знать	уметь	владеть
1	ОПК-9	Способен осуществлять анализ состояния научно-технической проблемы, определять цели и выполнять постановку задач проектирования	Тема 1-8	стадии проектирования;	разрабатывать техническое задание на проектирование;	навыками поиска информации в базах данных патентов, диссертационных работ, научно-технической литературы;
2	ОПК-9	Способен владеть методами моделирования и принятия технических решений по создаваемым системам и ТКС	Тема 1-8	средства, методику построения физических, математических и компьютерных моделей по создаваемым системам и комплексам ТКС	осуществлять математическое и компьютерное моделирование РЭС	навыками разработки специальных программных средств для проектирования систем и комплексов ТКС

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код компетенции	Инструменты, оценивающие сформированность компетенции	Показатель оценивания компетенции	Критерии оценки
ОПК-9	Доклад в форме презентации	<p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на высоком уровне) – 5 баллов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> •компетенция освоена на продвинутом уровне – 4 балла; •компетенция освоена на базовом уровне – 3 балла; <p>В) не сформирована (компетенция не освоена) – 2 и менее баллов</p>	<p>Проводится устно с использованием мультимедийных систем, а также с использованием технических средств</p> <p>Время, отведенное на процедуру – 10 - 15 мин.</p> <p>Неявка – 0.</p> <p>Критерии оценки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Соответствие представленной презентации заявленной тематике (1 балл). 2.Качество источников и их количество при подготовке доклада и разработке презентации (1 балл). 3.Владение информацией и способность отвечать на вопросы аудитории (1 балл). 4.Качество самой представленной презентации (1 балл). 5.Оригинальность подхода и всестороннее раскрытие выбранной тематике (1 балл). <p>Максимальная сумма баллов - 5 баллов.</p> <p>Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля. Оценка проставляется в электронный журнал.</p>
ОПК-9	Контрольная работа	<p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на высоком уровне) – 5 баллов</p> <p>Б) частично</p>	<p>Проводится в письменной форме</p> <p>Критерии оценки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Соответствие содержания реферата заявленной тематике (1 балл). 2.Качество источников и их

		<p>сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> •компетенция освоена на продвинутом уровне – 4 балла; •компетенция освоена на базовом уровне – 3 балла; <p>В) не сформирована (компетенция не освоена) – 2 и менее баллов</p>	<p>количество при подготовке работы (1 балл).</p> <p>3. Владение информацией и способность отвечать на вопросы аудитории (1 балл).</p> <p>4. Качество самой представленной работы (1 балл).</p> <p>5. Оригинальность подхода и всестороннее раскрытие выбранной тематики (1 балл).</p> <p>Максимальная сумма баллов - 5 баллов.</p> <p>Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля. Оценка проставляется в электронный журнал.</p>
--	--	---	--

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

3.1. Примерная тематика докладов в презентационной форме:

1. Спутниковые системы связи. Общая характеристика.
2. Принципы построения спутниковых систем связи.
3. Основы построения спутниковых систем связи.
4. Основы функционирования спутниковых систем связи.
5. Виды и особенности построения спутниковых систем связи и телевидения.
6. Спутниковые навигационные системы. Общая характеристика.
7. История развития навигации.
8. Общие принципы функционирования СНС.
9. Система глобального позиционирования ГЛОНАСС, Россия.
10. Система глобального позиционирования GPS NAVSTAR, США.

3.2. Примерная тематика контрольной работы:

1. Основные понятия. Виды орбит.
2. Основные определения. Состав и назначение систем спутниковой связи.
3. Общие вопросы структурно-функционального построения систем спутниковой связи и её составных частей. Состав системы. Требования к космическому сегменту.
4. Службы спутниковой связи. Фиксированная служба связи.
5. Подвижная спутниковая связь.
6. Радиовещательная спутниковая связь.
7. Персональная широкополосная спутниковая связь.
8. Методы многостанционного доступа и предоставления каналов.
9. Виды многостанционного доступа.
10. Общие сведения о спутниковых сетях связи VSAT.
11. Развитие радионавигации в США.
12. Развитие радионавигации в СССР и России.
13. Обобщенная структура спутниковой навигационной системы.
14. Общепринятые единицы мер времени.
15. Система отсчета времени, применяемые в СНС.
16. Космический сегмент. Сегмент управления. Сегмент потребителей.

Интерфейс системы ГЛОНАСС.

17. Космический сегмент. Сегмент управления. Сегмент потребителей.

Интерфейс системы GPS NAVSTAR

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Формой контроля знаний по дисциплине «Системы аэрокосмической и наземной подвижной связи» являются две текущие аттестации в виде тестов и одна промежуточная аттестация в виде зачета в устной форме.

Неделя текущего контроля	Вид оценочного средства	Код компетенций, оценивающий знания, умения, навыки	Содержание оценочного средства	Требования к выполнению	Срок сдачи (неделя семестра)	Критерии оценки по содержанию и качеству с указанием баллов
Согласно графика учебного процесса	тестирование	ОПК-9	20 вопросов	Компьютерное тестирование; время отведенное на процедуру - 30 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка - 0 Удовлетворительно - от 51% Хорошо - от 70%. Отлично - от 90%.
Согласно графика учебного процесса	тестирование	ОПК-9	20 вопросов	Компьютерное тестирование; время отведенное на процедуру - 30 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка - 0 Удовлетворительно - от 51% Хорошо - от 70%. Отлично - от 90%. Максимальная оценка - 5 баллов.
Согласно графика учебного процесса	Зачет	ОПК-9	2 вопроса	Зачет проводится в устной форме, путем ответа на вопросы. Время	Результаты предоставляются в день проведения зачета	Критерии оценки: «Зачтено»: - знание основных понятий предмета; - умение использовать и применять

сса			отведенное на процедуру – 4 часа.		<p>полученные знания на практике;</p> <ul style="list-style-type: none"> - работа на практических занятиях; - знание основных научных теорий, изучаемых предметов; - ответ на вопросы билета. <p>«Не зачтено»:</p> <ul style="list-style-type: none"> демонстрирует частичные знания по темам дисциплин; - незнание основных понятий предмета; - неумение использовать и применять полученные знания на практике; - не работал на практических занятиях; - не отвечает на вопросы.
-----	--	--	-----------------------------------	--	--

4.1. Типовые вопросы, выносимые на зачет:

1. Основные понятия. Виды орбит.
2. Основные определения. Состав и назначение систем спутниковой связи.
3. Общие вопросы структурно-функционального построения систем спутниковой связи и её составных частей. Состав системы.
4. Требования к космическому сегменту. Требования к земному сегменту. Основные параметры систем спутниковой связи.
5. Параметры земных станций. Основные показатели космических станций.
6. Основные показатели систем спутниковой связи. Состав земных и космических станций.
7. Диапазоны частот, выделенные для спутниковой связи и вещания, и регулирование их использования.
8. Распределение полос частот между службами.

9. Международная координация использования частот спутниковыми системами.
10. Особенности выбора рабочих частот для радиолиний спутниковой связи.
11. Литерные обозначения диапазонов частот спутниковой связи и сложившееся распределение частот между системами различного назначения.
12. Тенденции использования диапазонов частот.
13. Службы спутниковой связи. Фиксированная служба связи.
14. Подвижная спутниковая связь. Радиовещательная спутниковая связь.
15. Персональная широкополосная спутниковая связь. Виды спутниковых ретрансляторов.
16. Схемы ретрансляторов. Применение многолучевых бортовых антенн. Межлучевая коммутация.
17. Нелинейное усиление ретрансляторов. Поляризация излучений КА. Зоны обслуживания.
18. Электромагнитная доступность к спутниковым линиям связи. Возможность электромагнитного доступа.
19. Помехи в приемном тракте станции космической связи. Шумы приемного устройства.
20. Геометрические характеристики, определяющие взаимное положение спутника и земной станции.
21. Особенности энергетики спутниковых линий связи.
22. Методы многостанционного доступа и предоставления каналов. Виды многостанционного доступа.
23. Многостанционный доступ с частотным разделением.
24. Многостанционный доступ с временным разделением сигналов.
25. Многостанционный доступ с кодовым разделением сигналов. Метод сдвоенной несущей.
26. Методы предоставления каналов в сетях спутниковой связи.
27. Многостанционный доступ с фиксированным закреплением каналов. Произвольный доступ.
28. Многостанционный доступ с предоставлением каналов по требованию.
29. Виды модуляции и помехоустойчивого кодирования в спутниковых системах связи.
30. Особенности сигналов дискретной модуляции. Квадратурный метод формирования сигналов амплитудно-фазовой модуляции.

31. Модуляционное кодирование. Код Грея. Дифференциальное кодирование. Офсетная модуляция.
32. Формирование сигналов частотной модуляции квадратурным способом.
33. Модуляция с минимальным сдвигом. Решетчатое кодирование.
34. Фильтрация модулированных сигналов. Помехоустойчивое кодирование в системах спутниковой связи.
35. Классификация помехоустойчивых кодов. Основные характеристики методов коррекции ошибок.
36. Свёрточные коды. Блочные коды.
37. Каскадные схемы кодирования. Турбокоды. Коды LDPC. Перемежители.
38. Сравнение эффективности различных видов модуляции и помехоустойчивого кодирования.
39. Современные спутниковые модемы. Основные параметры модемов.
40. Сравнительный анализ современных образцов оборудования.
41. Сокращение информационной избыточности. Классификация методов сжатия информационных сигналов.
42. Классификация и описание принципов действия современных речевых кодеков. Кодеры формы.
43. Параметрическое кодирование. Параметры цифровых потоков современных систем кодирования речи.
44. Основные стандарты компрессии цифрового видео. Краткое описание алгоритма сжатия видеосигнала в стандарте MPEG-2.
45. Требования к стандарту видеокомпрессии нового поколения. Сокращение избыточности при передаче многоканальных цифровых телефонных потоков.
46. Оборудование динамического мультиплексирования. Статистическое мультиплексирование. Сжатие заголовков TCP/IP.
47. Общие сведения о спутниковых сетях связи VSAT. Технологии, используемые в сетях VSAT для создания корпоративных сетей.
48. Мультисервисная DVB-RCS платформа для сетей VSAT.
49. Особенности мобильных спутниковых систем. СПСС Inmarsat. СПСС Thuraya. СПСС Iridium. СПСС GlobalStar.
50. Узкополосные системы мобильной спутниковой связи. Региональные системы мобильной спутниковой связи.
51. Перспективы развития мобильной спутниковой связи.
52. Технологии формирования цифровых потоков. Плезियोхронная

цифровая иерархия.

53. Проблемы использования технологии АТМ в спутниковых системах связи.

54. Цифровое спутниковое телевизионное вещание. Основные системы цифровой передачи многопользовательского телевидения.

55. Особенности обработки сигналов DVB-S на физическом и канальном уровне. Стандарт DVB-S2. Система цифрового ТВ вещания второго поколения.

56. Энергетические соотношения на линии ССС с применением ГСО. Особенности энергетики спутниковых линий.

57. Уравнения связи для спутниковых линий. Поглощение энергии сигнала в атмосфере.

58. Влияние рефракции и неточности наведения антенн. Фазовые эффекты в атмосфере. Потери из-за несогласованности поляризаций антенн.

59. Деполяризация радиоволн в атмосфере. Шумы атмосферы, земной поверхности, планет и приемных систем.

60. Расчет шумов в каналах спутниковых радиолиний.

61. Развитие радионавигации в США. Развитие радионавигации в СССР и России.

62. Обобщенная структура спутниковой навигационной системы. Общепринятые единицы мер времени.

63. Система отсчета времени, применяемые в СНС. Шкалы времени СНС и их синхронизация.

64. Системы координат, применяемые в СНС.

65. Движение спутника в инерционной системе координат.

66. Навигационные характеристики спутников. Навигационная задача и методы ее решения.

67. Радиосигналы и навигационные сообщения СНС. Алгоритмы первичной обработки сигналов и извлечения информации.

68. Алгоритмы вторичной обработки. Факторы, влияющие на точность определения вектора потребителя. Дифференциальная подсистема.

69. Космический сегмент. Сегмент управления. Сегмент потребителей. Интерфейс системы ГЛОНАСС.

70. Космический сегмент. Сегмент управления. Сегмент потребителей. Интерфейс системы GPS NAVSTAR.

**Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
(модуля)**

ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**«СИСТЕМЫ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ И НАЗЕМНОЙ ПОДВИЖНОЙ
СВЯЗИ»**

(Приложение 2 к рабочей программе)

Направление: 10.03.01 Информационная безопасность

Профиль: Безопасность телекоммуникационных систем (в аэрокосмической сфере)

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Королев
2022

1. Общие положения

Целью дисциплины является изучение основных принципов и закономерностей обмена информацией и методов их реализации в спутниковых системах связи и навигации.

Основными **задачами** дисциплины являются:

- сформировать у студентов знания основ построения и принципов функционирования спутниковых систем связи и навигации;
- раскрыть принципы формирования и основные характеристики сигналов и линий связи в спутниковых системах связи и навигации;
- освоить методологию обмена, передачи и коммутации данных в наиболее распространенных технических средствах и системах спутниковой связи и навигации.

4.2. Указания по проведению практических (семинарских) занятий

Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю):

- технология формирования ключевых компетентностей
- технология развивающего обучения
- проектная

Практическое занятие 1

Спутниковые системы связи. Принципы построения спутниковых систем связи

Учебные вопросы

Основные понятия. Виды орбит. Основные определения. Состав и назначение систем спутниковой связи. Общие вопросы структурно-функционального построения систем спутниковой связи и её составных частей. Состав системы. Требования к космическому сегменту. Требования к земному сегменту. Основные параметры систем спутниковой связи. Параметры земных станций. Основные показатели космических станций. Основные показатели систем спутниковой связи. Состав земных и космических станций. Диапазоны частот, выделенные для спутниковой связи и вещания, и регулирование их использования. Распределение полос частот между службами. Международная координация использования частот спутниковыми системами. Особенности выбора рабочих частот для радиолиний спутниковой связи. Литерные обозначения диапазонов частот спутниковой связи и сложившееся распределение частот между системами различного назначения. Тенденции использования диапазонов частот.

Вид практического занятия: смешанная форма.

Продолжительность занятия: 4ч.

Практическое занятие 2

Основы построения спутниковых систем связи

Учебные вопросы

Службы спутниковой связи. Фиксированная служба связи. Подвижная спутниковая связь. Радиовещательная спутниковая связь. Персональная широкополосная спутниковая связь. Виды спутниковых ретрансляторов. Схемы ретрансляторов. Применение многолучевых бортовых антенн. Межлучевая коммутация. Нелинейное усиление ретрансляторов. Поляризация излучений КА. Зоны обслуживания. Электромагнитная доступность к спутниковым линиям связи. Возможность электромагнитного доступа. Помехи в приемном тракте станции космической связи. Шумы приемного устройства. Геометрические характеристики, определяющие взаимное положение спутника и земной станции. Особенности энергетики спутниковых линий связи.

Вид практического занятия: смешанная форма.

Продолжительность занятия: 4ч.

Практическое занятие 3

Основы функционирования спутниковых систем связи

Учебные вопросы

Методы многостанционного доступа и предоставления каналов. Виды многостанционного доступа. Многостанционный доступ с частотным разделением. Многостанционный доступ с временным разделением сигналов. Многостанционный доступ с кодовым разделением сигналов. Метод сдвоенной несущей. Методы предоставления каналов в сетях спутниковой связи. Многостанционный доступ с фиксированным закреплением каналов. Произвольный доступ. Многостанционный доступ с предоставлением каналов по требованию.

Виды модуляции и помехоустойчивого кодирования в спутниковых системах связи. Особенности сигналов дискретной модуляции. Квадратурный метод формирования сигналов амплитудно-фазовой модуляции. Модуляционное кодирование. Код Грея. Дифференциальное кодирование. Офсетная модуляция. Формирование сигналов частотной модуляции квадратурным способом. Модуляция с минимальным сдвигом. Решетчатое кодирование. Фильтрация модулированных сигналов. Помехоустойчивое кодирование в системах спутниковой связи. Классификация помехоустойчивых кодов. Основные характеристики методов коррекции ошибок. Свёрточные

коды. Блочные коды. Каскадные схемы кодирования. Турбокоды. Коды LDPC. Перемежители. Сравнение эффективности различных видов модуляции и помехоустойчивого кодирования. Современные спутниковые модемы. Основные параметры модемов. Сравнительный анализ современных образцов оборудования.

Сокращение информационной избыточности. Классификация методов сжатия информационных сигналов. Классификация и описание принципов действия современных речевых кодеков. Кодеры формы. Параметрическое кодирование. Параметры цифровых потоков современных систем кодирования речи. Основные стандарты компрессии цифрового видео. Краткое описание алгоритма сжатия видеосигнала в стандарте MPEG-2. Требования к стандарту видеокомпрессии нового поколения. Сокращение избыточности при передаче многоканальных цифровых телефонных потоков. Оборудование динамического мультиплексирования. Статистическое мультиплексирование. Сжатие заголовков TSP/IP.

Вид практического занятия: смешанная форма.

Продолжительность занятия: 4ч.

Практическое занятие 4

Виды и особенности построения спутниковых систем связи и телевидения

Учебные вопросы

Общие сведения о спутниковых сетях связи VSAT. Технологии, используемые в сетях VSAT для создания корпоративных сетей. Мультисервисная DVB-RCS платформа для сетей VSAT.

Особенности мобильных спутниковых систем. СПСС Inmarsat. СПСС Thuraya. СПСС Iridium. СПСС GlobalStar. Узкополосные системы мобильной спутниковой связи. Региональные системы мобильной спутниковой связи. Перспективы развития мобильной спутниковой связи.

Технологии формирования цифровых потоков. Плездохронная цифровая иерархия. Проблемы использования технологии АТМ в спутниковых системах связи.

Цифровое спутниковое телевизионное вещание. Основные системы цифровой передачи многопользовательского телевидения. Особенности обработки сигналов DVB-S на физическом и канальном уровне. Стандарт DVB-S2. Система цифрового ТВ вещания второго поколения.

Энергетические соотношения на линии ССС с применением ГСО. Особенности энергетики спутниковых линий. Уравнения связи для спутниковых линий. Поглощение энергии сигнала в атмосфере. Влияние рефракции и неточности наведения антенн. Фазовые эффекты в атмосфере. Потери из-за несогласованности поляризаций антенн. Деполяризация радиоволн в атмосфере. Шумы атмосферы, земной поверхности, планет и

приемных систем. Расчет шумов в каналах спутниковых радиолиний.

Вид практического занятия: смешанная форма.

Продолжительность занятия: 4ч.

Практическое занятие 5

История развития навигации

Учебные вопросы

Развитие радионавигации в США. Развитие радионавигации в СССР и России.

Вид практического занятия: смешанная форма.

Продолжительность занятия: 4ч.

Практическое занятие 6

Общие принципы функционирования СНС

Учебные вопросы

Обобщенная структура спутниковой навигационной системы. Общепринятые единицы мер времени. Система отсчета времени, применяемые в СНС. Шкалы времени СНС и их синхронизация. Системы координат, применяемые в СНС. Движение спутника в инерционной системе координат. Навигационные характеристики спутников. Навигационная задача и методы ее решения. Радиосигналы и навигационные сообщения СНС. Алгоритмы первичной обработки сигналов и извлечения информации. Алгоритмы вторичной обработки. Факторы, влияющие на точность определения вектора потребителя. Дифференциальная подсистема.

Вид практического занятия: смешанная форма.

Продолжительность занятия: 4ч.

Практическое занятие 7

Система глобального позиционирования ГЛОНАСС, Россия

Учебные вопросы

Космический сегмент. Сегмент управления. Сегмент потребителей. Интерфейс системы ГЛОНАСС.

Вид практического занятия: смешанная форма.

Продолжительность занятия: 4ч.

Практическое занятие 8

Система глобального позиционирования GPS NAVSTAR, США

Учебные вопросы

Космический сегмент. Сегмент управления. Сегмент потребителей. Интерфейс системы GPS NAVSTAR.

Вид практического занятия: смешанная форма.

Продолжительность занятия: 4ч.

4.3. Указания по проведению самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов (СРС) основана на самостоятельном формировании у учащихся знаний, умений, навыков и компетенций и направлена на реализацию принципов обучения, связанных с саморазвитием личности в процессе обучения, формированием активных методов и технологий познавательной деятельности.

В соответствии с общим объемом часов, отведенных для изучения дисциплины, предусматривается выполнение следующих видов самостоятельных работ студентов (СРС): самостоятельное изучение теоретического материала с самоконтролем по приведенным ниже вопросам, изучение теоретического материала при подготовке к защите лабораторных работ, итоговое повторение теоретического материала при подготовке к экзамену.

При организации самостоятельной работы студентов на преподавателей возлагается управление, включающее планирование работы, консультирование студентов, текущий контроль и анализ результатов учебной работы. При этом планируемый объем СРС занимает большую часть учебной нагрузки студентов университета. Основными видами самостоятельной работы студентов без участия преподавателей при освоении в университете образовательных программ являются: – формирование и изучение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы; – написание рефератов;

– подготовка к лабораторным работам, их оформление; – компьютерный текущий самоконтроль и контроль успеваемости на базе электронных обучающих и аттестующих тестов; Основными видами самостоятельной работы студентов с участием преподавателя для ее управления в учебном процессе являются: – текущие консультации и контроль по формированию и освоению

теоретического содержания дисциплин; – прием и защита лабораторных работ; – консультирование и прием рефератов; – консультирование по результатам текущего компьютерного контроля знаний; – прием экзамена по дисциплине.

При написании реферата или подготовке к выполнению домашнего задания в форме доклада следует предварительно изучить соответствующий материал по предлагаемой теме. Для этого можно воспользоваться конспектом лекций, презентацией курса, литературой по заданной теме.

Объем времени на самостоятельную работу, и виды самостоятельной работы представлены в таблице 1.

Таблица 1

Объем времени и виды самостоятельной работы

Виды самостоятельной работы	Очная форма обучения
	Всего академических часов
Всего часов на самостоятельную работу	70
Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	15
Подготовка к практическим занятиям	20
Подготовка к лабораторным занятиям	-
Подготовка докладов	15
Выполнение практических заданий	20

3.1. Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение для очной формы обучения:

1. Спутниковые системы связи. Общая характеристика.
2. Принципы построения спутниковых систем связи.
3. Основы построения спутниковых систем связи.
4. Основы функционирования спутниковых систем связи.
5. Виды и особенности построения спутниковых систем связи и телевидения.
6. Спутниковые навигационные системы. Общая характеристика.
7. История развития навигации.
8. Общие принципы функционирования СНС.
9. Система глобального позиционирования ГЛОНАСС, Россия.
10. Система глобального позиционирования GPS NAVSTAR, США.

Тематическое содержание самостоятельной работы представлено в таблице 2.

Тематическое содержание самостоятельной работы

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Количество часов	Перечень заданий
1.	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	15	Изучение открытых источников
2.	Подготовка к практическим занятиям	20	Изучение открытых источников при подготовке доклада на выбранную тему.
3.	Подготовка к лабораторным занятиям	-	Изучение открытых источников
4.	Тематика докладов	15	Методы анализа линейных и нелинейных электрических цепей
5.	Выполнение практических заданий	20	Расчет электрических характеристик заданных электрических цепей

3.2. Примерные темы докладов

1. Основные понятия. Виды орбит.
2. Основные определения. Состав и назначение систем спутниковой связи.
3. Общие вопросы структурно-функционального построения систем спутниковой связи и её составных частей. Состав системы. Требования к космическому сегменту.
4. Службы спутниковой связи. Фиксированная служба связи.
5. Подвижная спутниковая связь.
6. Радиовещательная спутниковая связь.
7. Персональная широкополосная спутниковая связь.
8. Методы многостанционного доступа и предоставления каналов.
9. Виды многостанционного доступа.
10. Общие сведения о спутниковых сетях связи VSAT.
11. Развитие радионавигации в США.
12. Развитие радионавигации в СССР и России.
13. Обобщенная структура спутниковой навигационной системы.
14. Общепринятые единицы мер времени.
15. Система отсчета времени, применяемые в СНС.

16. Космический сегмент. Сегмент управления. Сегмент потребителей. Интерфейс системы ГЛОНАСС.

17. Космический сегмент. Сегмент управления. Сегмент потребителей. Интерфейс системы GPS NAVSTAR

4. Указания по проведению контрольных работ для студентов очной формы обучения

4.1. Требования к структуре

Каждому студенту при поступлении присваивается учебный шифр. Он указан в зачетной книжке и студенческом билете. Вариант определяется значениями m и n , которые выбираются с учетом двух последних цифр учебного шифра. Номера задач, входящих в вариант, определяются преподавателем.

4.2. Требования к оформлению

Каждая контрольная работа содержит определенное количество примеров и задач. При выполнении их необходимо придерживаться следующих правил:

1. Контрольную работу надо выполнить в отдельной тетради, оставляя поля для замечаний преподавателя. В конце работы нужно оставить 3-4 чистых страницы, которые, возможно, понадобятся для исправления решений.

2. В заголовке работы должны быть разборчиво написаны: фамилия, имя и отчество, учебный шифр, номер контрольной работы (ее части), название дисциплины. Заголовок надо поместить на обложку тетради. Здесь же указать дату выполнения контрольной работы.

3. Решение задач надо располагать в порядке номеров, указанных в задании, сохраняя номер задач своего варианта.

4. Перед решением каждой задачи надо полностью выписать ее условие, заменив, где надо, общие данные контрольными из своего варианта.

5. Решения задач излагайте аккуратно, объясняя основные действия, выписывая нужные формулы, делая необходимые чертежи.

6. После получения прорецензированной работы исправьте все ошибки и недочеты, вписав исправления на оставленных чистых страницах.

Работа засчитывается, если она при проверке (или после устранения недочетов) преподавателем получает положительную оценку (зачет). Студенты, не получившие зачета по контрольной работе, к итоговому зачету не допускаются. Зачетные контрольные работы обязательно предъявляются на зачете.

4.3. Примерный перечень заданий на контрольную работу:

1. Схемы ретрансляторов. Применение многолучевых бортовых антенн. Межлучевая коммутация.

2. Нелинейное усиление ретрансляторов. Поляризация излучений КА.

Зоны обслуживания.

3. Электромагнитная доступность к спутниковым линиям связи. Возможность электромагнитного доступа.

4. Помехи в приемном тракте станции космической связи. Шумы приемного устройства.

5. Геометрические характеристики, определяющие взаимное положение спутника и земной станции.

6. Особенности энергетики спутниковых линий связи.

7. Методы многостанционного доступа и предоставления каналов. Виды многостанционного доступа.

8. Многостанционный доступ с частотным разделением.

9. Многостанционный доступ с временным разделением сигналов.

10. Многостанционный доступ с кодовым разделением сигналов. Метод сдвоенной несущей.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

2. Основы построения систем спутниковой связи. Под редакцией доктора техн. наук, профессора М. С. Немировского. Немировский М.С., Локшин Б.А., Аронов Д.А. 2017 г. ISBN 978-5-9912-0580-1
3. Сомов А.М., Корнев С.Ф. Спутниковые системы связи: Учебное пособие для вузов / Под ред. А.М. Сомова. –М.: Горячая линия-Телеком, 2015. -244 с.: ил.

Дополнительная литература:

1. Пуговкин, А. В. Основы построения инфокоммуникационных сетей и систем: учебное пособие для вузов / А. В. Пуговкин, Д. А. Покаместов, Я. В. Крюков. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-5905-6. — Текст : электронный //Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156402>
2. Райфельд, М. А. Основы построения современных систем сотовой связи : учебник / М. А. Райфельд. — Новосибирск : НГТУ, 2017. — 416 с. — ISBN 978-5-7782-3131-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118266>.
3. Райфельд, М. А. Системы и сети мобильной связи : учебное пособие / М. А. Райфельд, А. А. Спектор. — Новосибирск : НГТУ, 2019. — 96 с. —

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Интернет-ресурсы:

1. <http://eup.ru> – научно - образовательный портал.
2. <http://znanium.com> – образовательный портал
3. <http://www.academy.it> – академия АЙТИ

7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения: MSOffice, PowerPoint.

Информационные справочные системы:

1. Ресурсы информационно-образовательной среды;
2. Рабочая программа и методическая обеспечение по дисциплине: «Системы аэрокосмической и наземной подвижной связи».

Ресурсы информационно-образовательной среды МГОТУ:

Рабочая программа и методическое обеспечение по курсу «Системы аэрокосмической и наземной подвижной связи».