

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

<b>Код модуля</b>	<b>Модуль</b>
1164577	Теоретические основы систем мобильной связи

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Инфокоммуникационные технологии и системы связи	<b>Код ОП</b> 1. 11.03.02/33.01
<b>Направление подготовки</b> 1. Инфокоммуникационные технологии и системы связи	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 11.03.02

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Зенков Александр Владимирович	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	департамент радиоэлектроники и связи
2	Саблина Наталья Григорьевна	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	департамент радиоэлектроники и связи
3	Соколов Ростислав Игоревич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	департамент радиоэлектроники и связи

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Теоретические основы систем мобильной связи

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль посвящен изучению теоретических основ, принципов построения и проектирования инфокоммуникационных систем, как в схемотехническом, так и в конструкторском планах. В рамках модуля изучаются общие принципы построения систем наземной подвижной радиосвязи (СНПР); архитектура сетей связи; используемые методы модуляции и многостанционного доступа; протоколы обмена данными; частотные планы; виды услуг связи. Изучение модуля предполагает кроме теоретической подготовки, практическую реализацию навыков анализа, расчетов и проектирования инфокоммуникационных систем. Дисциплины модуля: Основы теории систем мобильной связи, Сети и системы связи с подвижными объектам

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Основы теории систем мобильной связи	3
2	Сети и системы связи с подвижными объектами	3
ИТОГО по модулю:		6

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Теория связи
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Основы теории систем мобильной связи	ОПК-2 - Способен формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя	З-1 - Привести примеры использования методов моделирования и математического анализа в решении задач, относящихся к профессиональной деятельности

	<p>методы моделирования и математического анализа</p>	<p>У-1 - Обоснованно выбрать возможные методы моделирования и математического анализа для предложенных задач профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Выбирать пакеты прикладных программ для использования их в моделировании при решении поставленных задач в области профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Решать поставленные задачи, относящиеся к области профессиональной деятельности, используя освоенные за время обучения пакеты прикладных программ для моделирования и математического анализа</p> <p>Д-1 - Способность к самообразованию, к самостоятельному освоению новых методов математического анализа и моделирования</p>
	<p>ОПК-3 - Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p>	<p>З-1 - Изложить основные приемы и методы проведения исследований и изысканий, которые могут быть использованы для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Обосновать выбор приемов, методов и соответствующей аппаратуры для проведения исследований и изысканий, которые позволят решить поставленные прикладные задачи, относящиеся к профессиональной деятельности</p> <p>У-3 - Анализировать и объяснить полученные результаты исследований и изысканий</p> <p>П-1 - Подготовить и провести экспериментальные измерения, исследования и изыскания для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Представить интерпретацию полученных результатов в форме научного доклада (сообщения)</p>
	<p>ПК-2 - Способен эксплуатировать и</p>	<p>З-1 - Изложить особенности технологий работы сетей радиодоступа</p>

<p>развивать сети радиодоступа</p>	<p>3-2 - Описать методы анализа качественных показателей работы сетей радиодоступа как на основе данных статистики, так и на основе радиоизмерений</p> <p>3-4 - Различать стандарты систем сотовой связи</p> <p>3-5 - Описать структуру, состав и назначение основных подсистем системы сотовой связи</p> <p>3-9 - Сделать обзор методов анализа качественных показателей работы радиоподсистемы как на основе данных статистики, так и на основе радиоизмерений</p> <p>3-10 - Перечислить и охарактеризовать основные алгоритмы и методы обработки статистических данных</p> <p>3-11 - Описать принципы работы и архитектуру различных геоинформационных систем</p> <p>У-6 - Выполнять расчет пропускной способности сети радиодоступа</p> <p>У-7 - Применять методы алгоритмического и математического моделирования при выполнении расчетов параметров и режимов функционирования сетей и систем</p> <p>П-2 - Актуализировать схемы организации сети радиодоступа</p>	<p>3-2 - Описать методы анализа качественных показателей работы сетей радиодоступа как на основе данных статистики, так и на основе радиоизмерений</p> <p>3-4 - Различать стандарты систем сотовой связи</p> <p>3-5 - Описать структуру, состав и назначение основных подсистем системы сотовой связи</p> <p>3-9 - Сделать обзор методов анализа качественных показателей работы радиоподсистемы как на основе данных статистики, так и на основе радиоизмерений</p> <p>3-10 - Перечислить и охарактеризовать основные алгоритмы и методы обработки статистических данных</p> <p>3-11 - Описать принципы работы и архитектуру различных геоинформационных систем</p> <p>У-6 - Выполнять расчет пропускной способности сети радиодоступа</p> <p>У-7 - Применять методы алгоритмического и математического моделирования при выполнении расчетов параметров и режимов функционирования сетей и систем</p> <p>П-2 - Актуализировать схемы организации сети радиодоступа</p>
<p>ПК-4 - Способен осуществлять проектирование 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</p>	<p>3-2 - Изложить принципы построения систем связи, телекоммуникационных систем различных типов</p> <p>3-5 - Сделать обзор современных технических решений создания объектов и систем связи (телекоммуникационных систем) и ее компонентов, новейшее оборудование и программное обеспечение</p> <p>3-7 - Сформулировать принципы и процедуры частотно-территориального и кодового планирования</p> <p>3-8 - Изложить основные правила выделения полос радиочастот и назначения радиочастот для радиоэлектронных средств сухопутной подвижной и фиксированной</p>	<p>3-2 - Изложить принципы построения систем связи, телекоммуникационных систем различных типов</p> <p>3-5 - Сделать обзор современных технических решений создания объектов и систем связи (телекоммуникационных систем) и ее компонентов, новейшее оборудование и программное обеспечение</p> <p>3-7 - Сформулировать принципы и процедуры частотно-территориального и кодового планирования</p> <p>3-8 - Изложить основные правила выделения полос радиочастот и назначения радиочастот для радиоэлектронных средств сухопутной подвижной и фиксированной</p>

		<p>радиослужб на территории Российской Федерации</p> <p>З-9 - Характеризовать методы анализа качественных показателей работы сетей связи на основе данных статистики и радиоизмерений</p> <p>З-10 - Описать принципы работы и архитектуру различных геоинформационных систем</p> <p>З-11 - Описать технологии, используемые на транспортной сети, принципы планирования емкости сетей радиодоступа</p> <p>У-2 - Использовать современные информационно-коммуникационные технологии, в том числе специализированное программное обеспечение для решения задач проектирования и проведения расчетов</p> <p>У-3 - Определять задачи, решаемые с помощью объекта, системы связи (телекоммуникационной системы) и ожидаемых результатов его использования</p> <p>У-6 - Осуществить сравнительный анализ вариантов концепций объекта, системы связи (телекоммуникационной системы), определение рисков, связанных с реализацией различных вариантов</p> <p>П-5 - Определить функциональную структуру объекта, системы связи (телекоммуникационной системы)</p> <p>П-13 - Разрабатывать рекомендации по повышению эффективности сетей связи</p>
<p>Сети и системы связи с подвижными объектами</p>	<p>ОПК-4 - Способен разрабатывать элементы технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p>	<p>З-2 - Изложить основные принципы разработки элементов технических объектов, систем и технологических процессов</p> <p>У-1 - Оценить взаимосвязь разрабатываемого элемента с техническим объектом, системой или технологическим процессом в целом</p> <p>У-2 - Обосновать целесообразность предложенного варианта разработки элемента технического объекта, системы или технологического процесса с учетом</p>

		<p>экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>У-3 - Использовать информационные технологии для моделирования, расчета и проектирования элемента технического объекта, системы или технологического процесса</p> <p>П-1 - Выполнить разработку заданного элемента технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>Д-1 - Проявлять самостоятельность и творчество при решении поставленной задачи</p>
	<p>ОПК-6 - Способен выполнять настройку технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации</p>	<p>З-1 - Перечислить основные параметры функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности в соответствии с имеющейся технической документацией</p> <p>З-2 - Объяснить принципы и основные правила и методы настройки технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации</p> <p>З-3 - Привести примеры использования цифровых технологий для настройки технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Регулировать основные параметры функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности в соответствии с имеющейся технической документацией</p> <p>У-2 - Определять основные параметры функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности для установления соответствия имеющейся технической документации</p>

<p>ПК-2 - Способен эксплуатировать и развивать сети радиодоступа</p>	<p>3-1 - Изложить особенности технологий работы сетей радиодоступа</p> <p>3-2 - Описать методы анализа качественных показателей работы сетей радиодоступа как на основе данных статистики, так и на основе радиоизмерений</p> <p>3-4 - Различать стандарты систем сотовой связи</p> <p>3-6 - Сформулировать основные принципы построения и работы сетей связи</p> <p>3-7 - Сформулировать основные принципы планирования сети радиодоступа</p> <p>3-8 - Описать процедуры и принципы частотно-территориального и кодового планирования</p> <p>У-3 - Выполнять плановые регламентные и профилактические работы на действующем оборудовании сети радиодоступа</p> <p>У-4 - Вести мониторинг параметров, функций сети радиодоступа</p> <p>У-6 - Выполнять расчет пропускной способности сети радиодоступа</p> <p>П-2 - Актуализировать схемы организации сети радиодоступа</p> <p>П-4 - Оформлять техническую документацию</p> <p>П-5 - Формировать планы по оптимизации конфигурационных параметров и функций сети радиодоступа</p> <p>П-6 - Разрабатывать рекомендации по оптимизации использования ресурсов сети радиодоступа (радиопокрытия, частотно-территориального плана и топологии сети радиодоступа)</p>
<p>ПК-3 - Способен эксплуатировать и развивать транспортные сети и сети передачи данных, включая спутниковые системы</p>	<p>3-1 - Описать технологии, используемые на транспортной сети и сети передачи данных</p> <p>3-2 - Сделать обзор нормативных документов, регламентирующих строительство и эксплуатацию объектов и линий связи, включая Законодательство Российской Федерации</p>

		<p>З-3 - Характеризовать специфику аварийно-профилактических работ на транспортных сетях и сетях передачи данных</p> <p>З-10 - Изложить перспективы технического развития отрасли</p> <p>У-1 - Работать с технической документацией</p> <p>У-2 - Вести мониторинг работы оборудования транспортных сетей и сетей передачи данных</p> <p>У-3 - Анализировать статистические данные о работе транспортной сети с целью контроля качества, выявления неисправностей, выработки предложений по оптимизации использования ресурсов оборудования</p> <p>У-4 - Анализировать качество работы транспортных сетей и сетей передачи данных на основе данных мониторинга, разрабатывать рекомендации по улучшению качества сети</p> <p>У-5 - Обосновывать необходимость расширения оборудования, изменения конфигурации транспортных сетей и сетей передачи данных, изменения и корректировки параметров оборудования транспортных сетей и сетей передачи данных, документировать изменения конфигурации и параметров оборудования транспортной сети</p> <p>У-6 - Осуществлять конфигурационное и параметрическое планирование транспортных сетей и сетей передачи данных</p> <p>П-1 - Выполнять актуализацию схем организации связи, вести эксплуатационно-техническую документацию</p> <p>П-4 - Разрабатывать рекомендации по расширению и модернизации транспортных сетей и сетей передачи данных</p> <p>П-5 - Разрабатывать архитектуру транспортных сетей и сетей передачи данных, системы управления сетью</p>
--	--	---

		<p>П-6 - Составлять план новых функций и версий программного обеспечения транспортных сетей и сетей передачи данных</p> <p>П-7 - Составлять план каналов транспортных сетей и сетей передачи данных, подготавливать оперативных решений по изменениям на транспортных сетях и сетях передачи данных</p> <p>П-8 - Разрабатывать типовые архитектурные решения для использования на сети связи</p>
	<p>ПК-4 - Способен осуществлять проектирование 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</p>	<p>З-2 - Изложить принципы построения систем связи, телекоммуникационных систем различных типов</p> <p>З-3 - Изложить принципы системного подхода в проектировании систем связи (телекоммуникаций)</p> <p>У-3 - Определять задачи, решаемые с помощью объекта, системы связи (телекоммуникационной системы) и ожидаемых результатов его использования</p> <p>У-5 - Обосновать выбор информационных технологий, предварительных технических решений по объекту, системе связи (телекоммуникационной системе) и ее компонентам, оборудования и программного обеспечения</p> <p>П-2 - Разрабатывать техническое задание на проектирование объекта, системы связи (телекоммуникационной системы)</p> <p>П-14 - Разрабатывать перспективные планы развития транспортной сети</p>

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной и заочной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Основы теории систем мобильной связи**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Саблина Наталья Григорьевна	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	департамент радиоэлектроники и связи
2	Соколов Ростислав Игоревич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	департамент радиоэлектроники и связи

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Радиоэлектроники и информационных технологий - РТФ**

Протокол № 16 от 26.05.2023 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
01	Введение	Предмет и задачи дисциплины. Общая структурная схема системы связи с подвижными объектами. Статистические критерии качества обнаружения и распознавания информации в мобильных системах связи. Характеристика систем подвижной радио-связи: особенности помеховой обстановки, многолучевость, замирения сигналов. Математические модели сигналов мобильной связи и помех
02	Теория потенциальной помехоустойчивости Котельникова. Оптимальный прием сигналов при действии стационарных гауссовских помех	Постановка задачи оптимального обнаружения и различения сигналов. Основные понятия теории статистических решений. Когерентный прием сигналов, алгоритм оптимального приема при двоичной передаче, при M-ичном различении. Потенциальная помехоустойчивость. Некогерентный прием сигналов. Структура идеального некогерентного приемника, помехоустойчивость некогерентного приема.
03	Повышение помехоустойчивости систем связи при действии нестационарных помех методом расширения спектра. Широкополосные системы связи	Методы широкополосной передачи. Шумоподобные сигналы и псевдослучайные последовательности, коды Баркера, M-последовательности. Системы связи, использующие для расширения спектра метод прямой последовательности. Системы связи, использующие методы перестройки рабочей частоты. Основы теории оптимальных оценок и фильтрации случайных параметров сигналов. Винеровская фильтрация, нелинейная марковская фильтрация.
04	Системы радиосвязи с многолучевым распространением. Системы с нестационарными	Искажения сигналов в каналах с многолучевостью. Математическая модель каналов с многолучевостью. Числовые характеристики многолучевых каналов. Каналы с медленными дружными замирениями. Помехоустойчивость канала с

	параметрами сигналов и помех	медленными замираниями. Разнесенный прием, методы разнесения. Частотно-селективные каналы. Алгоритмы оптимального приема сигнала в частотно-селективных каналах. RAKE-приемник
05	Системы связи множественного доступа. Кодовое разделение сигналов	Определение, свойства и классификация систем множественного доступа. Многостанционные и многоканальные системы, основы теории частотного, временного и кодового разделения сигналов, архитектура сети, критерии эффективности системы с множественным доступом. Оптимальное многопользовательское правило синхронного варианта CDMA.
06	Адаптивная обработка сигналов в каналах связи. Адаптивная фильтрация помех	Элементы адаптивной обработки: линейный сумматор, адаптивный автокомпенсатор, адаптивный следящий фильтр. Применение адаптивных элементов к каналам связи: адаптивный эквалайзер, подавление помех, обработка сигналов в многолучевых системах (адаптивный корректирующий фильтр).

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская профориентационная деятельность целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология самостоятельной работы Технология анализа образовательных задач	ОПК-2 - Способен формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа	Д-1 - Способность к самообразованию, к самостоятельному освоению новых методов математического анализа и моделирования

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основы теории систем мобильной связи

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Удовкин, В. Л.; Системы и сети связи с подвижными объектами : учебное пособие.; Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), Тамбов; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278005> (Электронное издание)
2. Астайкин, А. И.; Теоретические основы радиотехники. Часть третья. Сигналы в радиотехнических цепях; Российский федеральный ядерный центр – ВНИИЭФ, Саров; 2004; <http://www.iprbookshop.ru/60963.html> (Электронное издание)
3. Белоусов, О. А.; Основы радиотехнических систем : учебное пособие.; Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), Тамбов; 2011; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278041> (Электронное издание)
4. Шайдуров, Г. Я.; Основы теории и проектирования радиотехнических систем : учебное пособие.; Сибирский федеральный университет (СФУ), Красноярск; 2010; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229385> (Электронное издание)
5. Шостак, А. С.; Прием и обработка сигналов: курс лекций : курс лекций. 2. ; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208720> (Электронное издание)
6. Шостак, А. С.; Прием и обработка сигналов. Часть 1 : курс лекций.; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск; 2012; <http://www.iprbookshop.ru/14021.html> (Электронное издание)
7. Шостак, А. С.; Прием и обработка сигналов. Часть 2 : курс лекций.; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск; 2012; <http://www.iprbookshop.ru/14022.html> (Электронное издание)
8. Дьяконов, В. П.; MATLAB и SIMULINK для радиоинженеров : практическое пособие.; ДМК Пресс, Москва; 2016; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=578121> (Электронное издание)
9. Дьяконов, В. П.; MATLAB 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6. Обработка сигналов и проектирование фильтров : учебное пособие.; СОЛОН-ПРЕСС, Москва; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=117690> (Электронное издание)

### **Печатные издания**

1. Волков, Л. Н., Немировский, М. С., Шинаков, Ю. С.; Системы цифровой радиосвязи. Базовые методы и характеристики : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям 201000 "Многоканал. телекоммуникац. системы" ; 201100 "Радиосвязь, радиовещание и телевидение" ; 201200 "Сети связи с подвижными объектами".; Эко-Трендз, Москва; 2005 (13 экз.)
2. , Листопад, Н. И., Козел, В. М., Горбачев, К. Л., Ковалев, К. А.; Системы и сети цифровой радиосвязи : учеб. пособие для студентов вузов по радиотехн. специальностям.; Издательство Гревцова, Минск; 2009 (15 экз.)
3. Маковеева, М. М., Шинаков, Ю. С.; Системы связи с подвижными объектами : учеб. пособие для студентов вузов связи, обучающихся по специальности 201200 "Средства связи с подвижными объектами".; Радио и связь, Москва; 2009 (16 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

Нифонтов Ю.А., Нифонтов И.Ю. Основы теории систем связи с подвижными объектами. УМК 2007 г. <http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/5858>

Манохин А.Е. Радиотехнические системы передачи информации — ЭИ. — 2013. — Конспект лекций. [http://study.urfu.ru/view/Aid\\_view.aspx?AidId=11784](http://study.urfu.ru/view/Aid_view.aspx?AidId=11784)

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

## 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основы теории систем мобильной связи

#### Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM  Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc  Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM  Matlab+Simulink
3	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc  Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM  Matlab+Simulink

		<p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Matlab R2008a
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	<b>Не требуется</b>

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Сети и системы связи с подвижными**  
**объектами**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Зенков Александр Владимирович	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподавате ль	департамент радиоэлектроники и связи
2	Саблина Наталья Григорьевна	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподавате ль	департамент радиоэлектроники и связи

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Радиоэлектроники и информационных технологий - РТФ**

Протокол № 16 от 26.05.2023 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Спектрально-эффективные методы модуляции	Понятие спектральной эффективности. Многоуровневые (многопозиционные) методы модуляции. Соотношение скорости передачи и используемой полосы частот. Межсимвольная интерференция. Многоканальные передачи, как средство борьбы с межсимвольной интерференцией. Повышение спектральной эффективности за счет применения многоканальных передач с ортогональными поднесущими.
2	Методы помехоустойчивого кодирования	Принципы помехоустойчивого кодирования сообщений. Понятие помехоустойчивого кода, вес кода, минимальное кодовое расстояние. Классификация помехоустойчивых кодов.  Коды с проверкой на четность. Коды Бергера, с постоянным весом

## 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	профориентационная	Технология самостоятельной	ОПК-4 - Способен разрабатывать элементы	Д-1 - Проявлять самостоятельность и творчество

	деятельность целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	работы Технология анализа образовательных задач	технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений	при решении поставленной задачи
--	--	--	--	---------------------------------

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Сети и системы связи с подвижными объектами

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Томаси, У., У., Бирюков, Н. Л.; Электронные системы связи : практическое пособие.; РИЦ Техносфера, Москва; 2007; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135422> (Электронное издание)
2. Берлин, А. Н.; Телекоммуникационные сети и устройства : учебное пособие.; Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ)|Бином. Лаборатория знаний, Москва; 2008; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232994> (Электронное издание)
3. Берлин, А. Н.; Сотовые системы связи : учебное пособие.; Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ)|Бином. Лаборатория знаний, Москва; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232987> (Электронное издание)
4. Берлин, А. Н.; Высокоскоростные сети связи; Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», Москва; 2016; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428941> (Электронное издание)
5. Удовкин, В. Л.; Системы и сети связи с подвижными объектами : учебное пособие.; Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), Тамбов; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278005> (Электронное издание)
6. Голиков, А. М.; Транспортные и мультисервисные системы и сети связи : учебное пособие.; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск; 2015; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480635> (Электронное издание)
7. Райфельд, М. А.; Системы и сети мобильной связи : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2019; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575619> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Маковеева, М. М., Шинаков, Ю. С.; Системы связи с подвижными объектами : учеб. пособие для студентов вузов связи, обучающихся по специальности 201200 "Средства связи с подвижными объектами".; Радио и связь, Москва; 2009 (16 экз.)
2. Феер, К., Блохин, Б. В., Журавлев, В. И., Субин, О. М., Трусевич, Н. П.; Беспроводная цифровая связь. Методы модуляции и расширения спектра; Радио и связь, Москва; 2000 (32 экз.)
3. Прокис, Прокис Дж., Кловский, Д. Д., Николаев, Б. И.; Цифровая связь; Радио и связь, Москва; 2000 (6 экз.)
4. Морелос-Сарагоса, Р., Афанасьев, В. Б.; Искусство помехоустойчивого кодирования. Методы,

алгоритмы, применение : учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлениям подгот. "Прикладные математика и физика" и "Телекоммуникации".; Техносфера, Москва; 2006 (16 экз.)

## **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Сети и системы связи с подвижными объектами**

### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc  Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM  Matlab R2015a + Simulink
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc  Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM  Matlab R2014a + Simulink

3	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Matlab+Simulink</p> <p>Matlab R2015a + Simulink</p>
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<b>Не требуется</b>