

**D.06.O.042 МОБИЛЬНАЯ СВЯЗЬ** (очная форма обучения)

**D.06.O.041 МОБИЛЬНАЯ СВЯЗЬ** (заочная форма обучения)

**1. Данные о дисциплине:**

Факультет	Электроники и телекоммуникаций				
Департамент	Телекоммуникации и электронных систем				
Цикл обучения	Цикл I – бакалавриат, высшее образование				
Образовательные программы	0710.1 Инженерия и менеджмент в телекоммуникациях 0714.2 Телекоммуникационные сети и программное обеспечение				
Год обучения	Семестр	Тип оценки	Образовательная категория	Категория опциональности	Кредиты ECTS
III (очная форма обучения)/ IV (заочная форма обучения)	6 7	E	D - unitate de curs de domeniu profesional	O – обязательная дисциплина	5

**2. Общее расчетное время:**

Общее количество часов в учебном плане	Из которых				
	Часы в аудитории		Часы в аудитории		
	Лекции	Прак. работы	Proiect de an	Изучение теоретического материала	Подготовка приложений
150	30	30/15	-	45	30
150	14	12/4	-	60	60

**3. Предпосылки для доступа к дисциплине:**

Согласно учебному плану	Для усвоения учебной дисциплины «Мобильные коммуникации» необходимы знания, полученные на курсах математики, теории вероятностей, физики, теории передачи информации, аналоговой и цифровой электроники, микроархитектуры и т.д.
В соответствии с компетенции	Навыки, полученные в ходе изучения этой дисциплины, необходимы для обработки, анализа и интерпретации данных в области телекоммуникаций.

**4. Условия проведения образовательного процесса для:**

Лекции	Для представления материала в аудитории необходимы интерактивная доска, проектор и компьютер. Не будут допускаться опоздания студентов, а также телефонные разговоры во время занятий.
Лабораторные работы/	Студенты будут ориентированы на текущую подготовку к каждому занятию практических работ (изучение конспектов лекций, учебников и специализированных библиографических источников), решение примеров и задач для усвоения материала, подготовку рефератов и тематических докладов и т.д.

**5. Накопленные специфические компетенции:**

Общие и профессиональные компетенции	<p><b>Для учебной программы ИМТС</b></p> <p>C1. Знание основных понятий, теорий и методов инженерного и экономического мышления в отношении типичных теоретических и практических задач.</p> <p>C1.1. Описание работы электронных устройств и схем, а также основных методов измерения электрических величин.</p> <p>C1.2. Анализ электронных схем и систем небольшой/средней сложности с целью их проектирования и измерения.</p> <p>C1.3. Диагностика и ремонт электронных схем, оборудования и систем.</p> <p>C1.4. Использование электронных инструментов и специальных методов для характеристики и оценки производительности электронных схем и систем.</p> <p>C1.5. Проектирование и реализация электронных схем небольшой/средней сложности с использованием технологий CAD/CAM и отраслевых стандартов.</p>
--------------------------------------	--

	<p>C1.6. Корректное применение концепций, теорий, методов и инструментов статистики, менеджмента и маркетинга в отношении теоретических и практических задач.</p> <p>C2. Использование методов, инструментов и техник технических и экономических исследований в контексте разработки проектов, отчетов, прогнозов и других профессиональных задач.</p> <p>C2.1. Временная, спектральная и статистическая характеристика сигналов.</p> <p>C2.2. Объяснение и интерпретация методов захвата и обработки сигналов.</p> <p>C2.3. Использование симуляционных сред для анализа и обработки сигналов.</p> <p>C2.4. Применение специфических методов и инструментов для анализа сигналов.</p> <p>C2.5. Проектирование элементарных функциональных блоков цифровой обработки сигналов с аппаратной и программной реализацией.</p> <p>C2.6. Использование инструментов и методов стратегического планирования, специфичных для области электронных коммуникаций, и разработка планов деятельности организаций в этой сфере.</p> <p>C5. Интеграция, эксплуатация и управление электронными коммуникациями в различных сферах национальной экономики.</p> <p>C5.1. Определение принципов, лежащих в основе основных технологий телекоммуникаций, фиксированных и мобильных, с использованием различных сред передачи.</p> <p>C5.2. Объяснение и интерпретация технологий и основных протоколов для интегрированных систем фиксированной и мобильной связи.</p> <p>C5.3. Установка, настройка и эксплуатация сетей связи.</p> <p>C5.4. Использование методов оценки и диагностики систем и оборудования связи.</p> <p>C5.5. Обеспечение средствами связи объекта с малой/средней степенью сложности.</p> <p>C5.6. Применение управленческих инструментов для оценки эффективности и результативности деятельности, выявления и оптимального мобилизации резервов и мер по повышению эффективности и результативности.</p> <p style="text-align: center;"><b>Для учебной программы RST</b></p> <p>C3. Применение знаний, концепций и базовых методов, связанных с архитектурой вычислительных систем, микропроцессорами, микроконтроллерами, языками и технологиями программирования.</p> <p>C3.1 Описание функционирования вычислительной системы, основных принципов архитектуры микропроцессоров и микроконтроллеров общего назначения, общих принципов структурированного программирования.</p> <p>C3.2 Объяснение, интерпретация и использование языков программирования JavaScript, Python или других объектно-ориентированных языков.</p> <p>C3.3 Решение конкретных практических задач, включающих элементы структур данных и алгоритмов, программирование.</p> <p>C3.4 Разработка программ на объектно-ориентированном языке программирования, начиная с формулировки требований и заканчивая выполнением, отладкой и интерпретацией результатов в корреляции с используемым процессором.</p> <p>C3.5 Выполнение проектов, включающих аппаратные компоненты (процессоры) и программное обеспечение (программирование).</p> <p>C4. Разработка технических спецификаций, выбор и закупка, а также эксплуатация коммуникационного оборудования и интеграция на нем различных сервисов связи с соблюдением элементов кибербезопасности.</p> <p>C4.1 Определение принципов и методов передачи голосовых, аудио-, видео- и данных сообщений, а также принципов интеграции сервисов в сетях с коммутацией пакетов.</p> <p>C4.2 Объяснение и интерпретация основных требований и специфических техник для передачи данных, голоса, видео и мультимедиа.</p> <p>C4.3 Разработка технических спецификаций, закупка, установка и эксплуатация оборудования фиксированной и мобильной связи.</p> <p>C4.4 Использование соответствующих критериев производительности для оценки качества услуг, предоставляемых коммуникационным оборудованием, и выделение параметров, влияющих на качество.</p> <p>C4.5 Разработка проектов по установке, вводу в эксплуатацию и настройке коммуникационного оборудования.</p>
Competențe transversale	<p><b>Для учебной программы ИМТС</b></p> <p>СТ2. Соблюдение этических и деонтологических норм при разработке и координации проектов, связанных с электронными коммуникациями и управлением бизнесом, с эффективным использованием организационных ресурсов..</p>

	<p>СТ2.1. Принятие профессиональной ответственности за качество и этичность проектов мобильной связи, соблюдая действующие стандарты и нормативы.</p> <p>СТ2.2. Эффективное сотрудничество в команде инженеров для внедрения и управления сложными проектами мобильных сетей.</p> <p>СТ2.3. Соблюдение норм конфиденциальности и безопасности данных при проектировании и эксплуатации сетей связи.</p>
--	---

#### 6. Цель и задачи дисциплины

Общая цель	Цель учебной дисциплины «Мобильные коммуникации» заключается в приобретении навыков и умений по централизованному сбору данных наблюдений, систематизации данных, получению системы статистических показателей, изучении информационных систем, мобильных коммуникаций и систем управления микроспутниками; концепций и принципов построения и функционирования РКМ, методов построения однонаправленных и двухнаправленных каналов, формирования кластеров для покрытия территории РКМ, методов построения, функционального проектирования и программирования управляющих блоков спутников; возможности их использования для решения как пространственных, так и наземных проблем.
Специфические	В результате обучения курсу «Мобильные коммуникации» студент должен знать: требования и концепции построения РКМ, их функционирования; маршрутизация звонков в РКМ; развитие различных поколений РКМ; проблемы разработки микроспутников; методы автоматизации и управления подсистемами микроспутников; технологии программирования микросистем; должен уметь выполнять функциональное и схемотехническое проектирование систем управления с использованием микропроцессоров и использовать системы тестирования для решения различных проблем. Студент должен уметь правильно формулировать основные задачи проектирования, программирования и эксплуатации электронных управляющих систем для микроспутников. Использование концепций, теории, методов и инструментов статистической природы для организации статистики в области телекоммуникаций в соответствии с законодательными и нормативными актами, действующими на национальном и международном уровнях.

#### 7. Содержание дисциплины:

Тематика учебной деятельности	Количество часов	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
<b>Тематика лекций</b>		
T1. Основы мобильной связи и характеристики беспроводных сетей. Эволюция систем мобильной связи. Терминология и аббревиатуры.	2	0,5
T2. Поколения систем мобильной связи 1G–5G. Радиооборудование. Специфические функции RCM: роуминг, хендовер, локализация.	2	0,5
T3. Геометрический анализ сотовых сетей. Элементы концепции и системы сотовой связи.	2	0,5
T4. Управление радиоканалами в сотовых сетях. Определение количества ячеек, формирующих кластер.	2	0,5
T5. Критерии распределения каналов для элементарных ячеек. Частотные планы сетей мобильной связи (RCM).	2	0,5
T6. Методы распределения наборов каналов между ячейками кластера.	2	0,5
T7. Проектирование сотовых сетей мобильной связи. Общие принципы.	2	0,5
T8. Расчет расстояния повторного использования частоты. Методы дуплексирования: FDD, TDD.	2	0,5
T9. Формирование частотных каналов симплекс и дуплекс.	2	0,5
T10. Методы и техники множественного доступа к радиоинтерфейсу: FDMA, TDMA, CDMA, PRMA. Особенности.	2	0,5
T11. Системы 2G. GSM. Архитектура сети GSM. Технические характеристики.	2	0,5
T12. Подсистемы сети GSM. Функции. Принцип работы.	2	0,5
T13. Компоненты подсистем сети GSM и их функции.	2	0,5
T14. Маршрутизация вызовов и SMS в сети GSM.	2	1
T15. Системы 2.5G. Архитектура системы GPRS.	2	0,5

T16. Семейство стандартов IMT-2000 (3G). Архитектура UMTS.	2	0,5
T17. Сигнализация SS7 в сетях мобильной связи.	2	0,5
T18. Сигнализация SIGTRAN в сетях мобильной связи.	2	0,5
T19. Системы мобильной связи 4G – LTE. Архитектура сети 4G, характеристики и особенности.	2	0,5
T20. Качество обслуживания в сетях мобильной связи. QoS. Показатели эффективности. KPI.	2	
T21. Пятое поколение (5G). Особенности и архитектуры 5G-SA и 5G-NSA.	2	
T22. Перспективы развития сетей и систем мобильной связи 6G.	3	
<b>Итого лекции</b>	<b>45</b>	<b>14</b>

Тематика учебной деятельности	Количество часов	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
<b>Тематика практических работ</b>		
LP1. Номенклатура диапазонов частот, используемых для мобильной связи.	2	0,1
LP2. Абсолютные и относительные единицы измерения в телекоммуникациях.	2	0,1
LP3. Децибел и непер. Преобразование абсолютных единиц в дБ и Нп.	2	0,2
LP4. Симплексные и дуплексные каналы. Формирование наборов каналов в сетях мобильной связи (RCM).	2	0,1
LP5. Построение частотных планов для РИК. Расчеты $\Delta F_d$	2	0,1
LP6. Проектирование сетей мобильной связи (RCM). Построение карты покрытия территории.	2	0,1
LP7. Расчет расстояния повторного использования частоты в сетях мобильной связи (RCM).	2	0,2
LP8. Построение дуплексного канала передачи данных с использованием FDD.	1	0,2
<b>Итого практические работы:</b>	<b>15</b>	<b>4</b>

Тематика учебной деятельности	Количество часов	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
<b>Тематика лабораторных работ</b>		
LL1. Измерение и анализ мощности сигнала сетей 3G/4G с использованием стандартных параметров сигнала, таких как RSSI, RSRP и RSRQ.	2	0,5
LL2. Оценка сигнала в сетях 2G/3G/4G. Измерение уровня и качества сигнала.	2	0,5
LL3. Изучение структуры базовой станции для мобильной сотовой связи.	2	1
LL4. Изучение методов формирования наборов каналов в сетях мобильной связи (RCM).	2	1
LL5. Набор команд AT для GSM. Служба SMS.	2	1
LL6. Особенности маршрутизации вызовов и SMS в сетях мобильной связи (RCM). Симуляция, анализ и отладка сообщений и потоков (call flow).	2	1
LL7. Служба SMS. Передача SMS через SMPP, HTTP, SS7, SMS over IP. Методы моделирования.	2	1
LL8. Сеансы передачи данных (Интернет). Установление сеансов в 2G/3G/4G. APN, PDP, IP, IPX, GRX.	2	1
LL9. Операционные системы (ОС) в сетях мобильной связи.	2	0,5
LL10. Компоненты и ключевые характеристики API. Методы HTTP. Моделирование API с помощью Postman.	2	1
LL11. Инструменты мониторинга и оценки производительности, используемые в сетях мобильной связи. Настройка.	2	0,5
LL12. Автоматизация в сетях мобильной связи.	2	0,5
LL13. IoT – Интернет вещей. Настройка сети умных устройств.	2	0,5
LL14. Виртуализация в сетях мобильной связи.	2	1
LL15. Облачные технологии и сервисы. Виды, особенности, характеристики. Применение в сетях мобильной связи.	2	1
<b>Итого лабораторные работы:</b>	<b>30</b>	<b>12</b>

## 8. Библиографические ссылки

Основные	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. I. Avram, Comunicații mobile, Ciclul de prelegeri, U.T.M., Secția de Redactare și Editare a U.T.M., Chișinău, 2011, 103 p.</li> <li>2. Avram, Studiarea construcției, caracteristicilor tehnice și funcțiilor telefonului mobil digital, Ghid pentru lucrări de laborator, U.T.M., Secția de Redactare și Editare a U.T.M., Chișinău, 2010, 22 p.</li> <li>3. Avram, Module funcționale principale ale telefonului mobil digital, Ghid pentru lucrări de laborator, U.T.M., SRE a U.T.M., Chișinău, 2010, 41 p.</li> <li>4. Avram, Studiarea stației de bază pentru rețele de comunicații mobile celulare de generația I, ce funcționează în standardul NMT 450i, Ghid pentru lucrări de laborator, U.T.M., Secția de Redactare și Editare a U.T.M., Chișinău, 2011, 24 p.</li> <li>5. Avram, P. Nistiriuc, E. Beregoi, Studiarea construcției stației de bază de tipul RBS (Radio Base Station) model ERICSSON pentru sistemele GSM, Ghid pentru lucrări de laborator, U.T.M., SRE a U.T.M., Chișinău, 2012, 24 p.</li> <li>6. Avram, P. Nistiriuc, E. Beregoi, Studiarea interfețelor sistemului GSM, Ghid pentru lucrări de laborator, U.T.M., SRE a U.T.M., Chișinău, 2012, 16 p.</li> <li>7. Bogdan I. – Comunicații mobile</li> </ol>
Дополнительные	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <u>Keith Q.T. Zhang</u>, Wireless Communications: Principles, Theory and Methodology, 426 pp., First published: 2 October 2015, Print ISBN: 9781119978671, Copyright © 2015 John Wiley &amp; Sons, Ltd.</li> </ol>

## 9. Оценивание дисциплины

Форма обучения	Периодическая		Текущая	Курсовой проект	Итоговый экзамен
	ПО1	ПО2			
очное	15%	15%	-	30%	40%
заочное	25%			25%	50%

Минимальный стандарт успеваемости

Посещение и активность на лекциях, практических и лабораторных работах;

Получение оценки не ниже «5» на периодических оценивания (ПО1 и ПО2), текущая, промежуточные этапы при разработке курсового проекта и самостоятельная работа студента по выполненным заданиям на лекциях, практических и лабораторных работах;

Получение оценки не ниже «5» на итоговом экзамене.