

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ**  
**ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**МОСКОВСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ СВЯЗИ И ИНФОРМАТИКИ**  
**(МТУСИ)**

**УТВЕРЖДАЮ:**

Директор ИПК МТУСИ

  
В.В. Воскобович  
2016 г.



**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА**  
**ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ПО КУРСУ**  
**«LTE/ LTE- Advanced – новое поколение мобильной связи»**

**1. Общая характеристика программы**

- 1.1. Тип дополнительной профессиональной программы: программа повышения квалификации (далее – программа).
- 1.2. Программа разработана в соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки Российской Федерации «Сборник методических материалов «Дополнительное профессиональное образование: о законодательном и методическом обеспечении, 2015 г.» с учетом квалификационных требований к результатам освоения образовательных программ и направлена на совершенствование и (или) получение новой компетенции, необходимой для профессиональной деятельности, и (или) повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации.
- 1.3. К освоению программы допускаются: лица, имеющие высшее образование, а также лица, получающие высшее образование.
- 1.4. Обучение по программе осуществляется на основе договора об образовании, заключаемого со слушателем и (или) с физическим или юридическим лицом, обязующимся оплатить обучение лица, зачисляемого на обучение.
- 1.5. Срок освоения программы: 72 часа. Срок освоения может определяться договором об образовании.
- 1.6. Форма обучения: очная, очно-заочная.

1.7. Категория обучающихся: инженерно-технический персонал, руководители и специалисты телекоммуникационных компаний; лица, имеющие среднее профессиональное и (или) высшее образование и лица, получающие среднее профессиональное и (или) высшее образование.

1.8. Формы аттестации: итоговая аттестация - после освоения всей программы.

1.9. Выдаваемый документ: лицам, успешно освоившим программу и прошедшим итоговую аттестацию, выдается удостоверение о повышении квалификации.

1.10. При освоении программы параллельно с получением высшего образования удостоверение о повышении квалификации выдается одновременно с получением соответствующего документа об образовании.

1.11. Удостоверение о повышении квалификации по результатам обучения по программам дополнительного профессионального образования дает право заниматься определенной профессиональной деятельностью и (или) выполнять конкретные трудовые функции, для которых определены обязательные требования к наличию квалификации.

## **1.2. Цели обучения.**

**Цель:** Целью программы является изучение типовой конфигурации, структурной схемы системы и сети LTE, рассмотрение классификации и основных требований к основным параметрам, перечню и характеристикам компонентов, изучение принципов функционирования сети LTE. Программа предназначена для руководителей и специалистов технического персонала проектных и эксплуатационных предприятий связи. В результате освоения программы предусмотрено совершенствование компетенций и получение новых компетенций, необходимых для профессиональной деятельности слушателей, и повышения их профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации:

ПК 1.1. Осуществлять монтаж и техническую эксплуатацию сетей и систем связи.

ПК 1.2. Осуществлять монтаж и техническую эксплуатацию оконечных устройств.

ПК 1.3. Осуществлять техническую эксплуатацию беспроводных систем передачи.

ПК 1.4. Производить измерения параметров цифровых каналов, трактов и анализировать результаты измерений.

ПК 1.5. Определять характер и место повреждения оборудования и восстанавливать его работоспособность.

ПК 1.6. Вести оперативно-техническую документацию и составлять отчеты.

## **1.3 Планируемые результаты обучения**

В результате изучения курса слушатель должен знать:

- основы обеспечения качества предоставления услуг в мобильных сетях (ПК-1); архитектуру сети (ПК-1); принципы формирования трафика на границе сети, классификацию пакетов, управление интенсивностью трафика (ПК-1);

архитектуру сетевых механизмов обеспечения качества обслуживания в сетях LTE (ПК-1). В результате изучения курса слушатель должен уметь:

- проводить анализ требований по уровню качества обслуживания к сети оператора (ПК-2); владеть методами обеспечения качества предоставления услуг в LTE сетях и методами моделирования телекоммуникационных систем и сетей для анализа показателей QoS (ПК- 2, ПК-9).

## 2. Содержание программы

### 2.1. Учебный план

№ п/п	Наименование разделов программы	Всего часов	Аудиторные занятия		СРС	Формы контроля
			Лекции	Практич.		
1.	Эволюция сотовых сетей	10	4	-	6	
2.	Структура сети	12	4	-	8	
3.	Сценарии установления соединений	8	4	-	4	
4.	Идентификаторы оборудования	4	2	-	2	
5.	Переход от сетей радиодоступа 3 поколения к сетям 4 поколения	6	3	-	3	
6.	Развитие стандарта UMTS	2	1	-	1	
7.	Стандарт LTE.	2	2	-	-	
8.	Метод OF DM Много антенные системы.	4	2	-	2	
9.	Состояния UE в сети.	4	2	-	2	
10.	Ядро сети LTE.	4	2	-	2	
11.	Основные процедуры в LTE.	4	2	-	2	
12.	Перспективные услуги в сетях LTE	2	2	-	1	
13.	Планирование сетей LTE.	3	2	-	1	
14.	Rel.10 и переход к стандарту LTE-A (Advanced).	3	2	-	1	
15.	Стандарт 4G – WiMAX	2	2	-	-	
14	Итоговая аттестация	2	2	-	-	зачет

	Итого:	72	38	0	34
--	--------	----	----	---	----

## 2.2. Календарный учебный график

№ п/п	наименование темы	Кол-во часов	Дни недели
1.	Эволюция сотовых сетей	4	Понедельник
2.	Структура сети	4	
3.	Сценарии установления соединений	4	Вторник
4.	Идентификаторы оборудования	4	
5.	Переход от сетей радиодоступа 3 поколения к сетям 4 поколения	1	Среда
6.	Развитие стандарта UMTS	1	
7.	Стандарт LTE.	2	
8.	Метод OF DM Много антенные системы.	2	
9.	Состояния UE в сети.	2	
10.	Ядро сети LTE.	2	Четверг
11.	Основные процедуры в LTE.	2	
12.	Перспективные услуги в сетях LTE	2	
13.	Планирование сетей LTE.	2	
14.	Rel.10 и переход к стандарту LTE-A (Advanced).	2	Пятница
15.	Стандарт 4G – WiMAX	2	
14	Итоговая аттестация	2	

## 2.3. Рабочая программа курса

№ п/п	Наименование тем рабочей программы
1.	<b>Тема 1. Эволюция сотовых сетей</b> Стандарты сотовой связи 1-4 поколений, их преемственность, основные

	характеристики
2.	<b>Тема 2. Структура сети</b> Основные принципы сетей сотовой связи, элементы структуры, задачи, которые решает каждый элемент сети
3.	<b>Тема 3. Сценарии установления соединений</b> Принципы установления соединений в различных условиях работы: подключение, выключение, работа в условиях роуминга
4.	<b>Тема 4. Идентификаторы оборудования</b> Основные идентификаторы .Для мобильной станции: IMEI, MS ISDN, IMSI, TMSI
5.	<b>Тема 5. Сети радиодоступа 3 поколения и переход к сетям 4 поколения</b> Эволюция систем второго поколения, структура сетей третьего поколения
6.	<b>Тема 6. Развитие стандарта UMTS</b> Стандарт UMTS, его развитие
7.	<b>Тема 7. Стандарт LTE.</b> Структура стандарта LTE, задачи решаемые различными элементами.
8.	<b>Тема 8. Метод OF DM Много антенные системы.</b> Метод OF DM, идеи и их воплощение. Использование многих антенн на приёме и передаче (MIMO)
9.	<b>Тема 9. Состояния UE в сети.</b> Различные состояния оборудования пользователя Переход из состояния в другое состояние
10.	<b>Тема 10. Ядро сети LTE.</b> Задачи и организация работы ядра сети
11.	<b>Тема 11. Основные процедуры в LTE.</b> Основные сценарии установления соединений , дополнения к сценариям GSM.
12.	<b>Тема 12. Перспективные услуги в сетях LTE</b> Основные услуги в сетях LTE
13.	<b>Тема 13. Планирование сетей LTE.</b> Частотно-территориальное планирование в LTE. Отличия от частотно-территориального планирования в GSM.
14.	<b>Тема 14. Rel.10 и переход к стандарту LTE-A (Advanced).</b> Стандарт четвёртого поколения LTE-A. Различные принципы агрегирования частот
15.	<b>Тема 15. Стандарт 4G – WiMAX</b> Стандарт 4G – WiMAX; состояние и перспективы развития.

### 3. Кадровые условия

По всем темам программы, лекторами являются ведущие специалисты предприятий связи и преподаватели Вузов имеющие многолетний опыт

преподавания, имеющие ученую степень кандидата наук базовое образование, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины.

#### **4. Учебно-методическое обеспечение.**

Учебно-методическое обеспечение содержит учебные и учебно-методические пособия, необходимую информационную базу, в том числе журналы в профессиональной области, научную литературу. Учебный процесс обеспечен лабораторным оборудованием, вычислительной техникой, программными средствами в соответствии с содержанием программы.

#### **5. Формы промежуточной и итоговой аттестации**

Итоговой формой контроля знаний, умений и навыков по дисциплине является тестирование. Тестирование проводится по тестам, которые включают 13 теоретических вопросов с вариантами ответов не менее 2-х. Для допуска к итоговой аттестации слушатель должен посещать занятия, проявлять активность в аудитории, выполнить все практические задания, научиться решать задачи по основным разделам курса. Оценка знаний слушателей производится по следующим критериям: - оценка «зачет» выставляется слушателю, если он ответил на 80% вопросов теста; - оценка «незачет» выставляется слушателю, если он ответил менее чем на 80% вопросов теста и не ответил на дополнительные вопросы.

#### **6. Рекомендуемая литература**

а) Список основной литературы:

1. Лохвицкий М.С., Мардер Н.С. Сотовая связь: от поколения к поколению. Учебное пособие для ВУЗов.-М.:Икар, 2014, 236 с.
2. Сорокин А.С. Сотовые системы радиосвязи. Курсовое и дипломное проектирование. Учебное пособие. – М.: МТУСИ, 2006. -30 с.
3. Весоловский К. Системы подвижной радиосвязи. – М.: Горячая линия, 2006.- 536 с.
4. Бабков В.Ю. и др. Сети мобильной связи. Частотно-территориальное планирование. Учебное пособие для ВУЗов.-М.: Горячая линия Телеком, 2007.
5. Камнев В.Е. и др. Спутниковые сети связи. – М.: Альпина паблишер, 2004 г. – 536 с.
6. Сорокин А.С. Проектирование цифровых РРЛ. – М.: МТУСИ, 2009.

7. Тихвинский В.О., Терентьев С.В., Юрчук А.Б. Сети мобильной связи LTE. Технологии и архитектура. – М.:Экотрендз, 2010

б) дополнительная литература

1. Маковеева М.М., Шинаков Ю.С. Системы и сети связи с подвижными объектами.-М.: радио и связь, 2000 г. – 440 с.
2. Спутниковая связь и вещание. Справочник \ Под ред. Л.Я.Кантора.-М.: Радио и связь, 1997. -528 с.
3. Цифровые радиорелейные системы. Справочник. – Женева: БР МСЭ, 1996.
4. В.Ю. Бабков, И.А. Цикин. Сотовые системы мобильной радиосвязи. Учеб. пособие — 2-е изд., перераб. и доп. — Спб.: БХВ-Петербург, 2013. — 432с.
5. Сети радиодоступа четвертого поколения. Стандарт LTE: технологии и процедуры: учеб. пособие / А. В. Никитина, А. Е. Рыжков. - Спб. : СПбГУТ, 2012. - 87 с.
6. Самоорганизующиеся сети: учебное пособие / А. Е. Кучерявый, А. В. Прокопьев, Е. А. Кучерявый. - Спб. : Любавич, 2011. - 309 с.
7. Системы и сети радиодоступа 4G : LTE, WiMAX: учебное пособие / А. Е. Рыжков [и др.]. - Спб. : Линк, 2012. - 228 с.
8. Сети UMTS. Архитектура, мобильность, сервисы / Х. Кааринен, А. Ахтиайнен, Л. Лаитинен, С. Найан, В. Ниemi. – М.: Техносфера, 2007

в) программное обеспечение (ПО): Windows XP, MatLab, MS Office, прикладное ПО.

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы: Интернет, Google, Rambler, Wikipedia и др.

Список дополнительных электронных источников:

- <http://dx-200.narod.ru/GSM.pdf>
- <http://mobile.altmaster.ru/stand/index.shtm>
- <http://sotsprof.net/standarti>
- [http://library.tuit.uz/skanir\\_knigi/book/SETI\\_UMTS/](http://library.tuit.uz/skanir_knigi/book/SETI_UMTS/)
- <http://umtsnet.info/4.html>
- <http://www.cellular-network.ru/content/view/6/1/1/2/>
- <http://sotsprof.net/umts>
- <http://www.russianelectronics.ru/leader-r/review/2187/doc/53411/>
- <http://www.mforum.ru/analit/LTE.htm>
- <http://sotsprof.net/lte>
- <http://www.russianelectronics.ru/leader-r/review/2187/doc/53411/>
- <http://www.mforum.ru/analit/LTE.htm>

- <http://www.slideshare.net/GoingLTE/overview-of-lte-airinterface-technical-white-paper>
- <http://www.slideshare.net/monestarazi/lte-access-procedure>
- <http://www.slideshare.net/bramnhha/lte-physical-layer-aspects>
- <http://www.slideshare.net/maddiv/rev-090003-r1>
- <http://www.slideshare.net/deepakecrbs/ltetutorial-100126072043-phpapp01-1>
- <http://www.slideshare.net/deepakecrbs/ltetutorial-100126072043-phpapp01-1>
- <http://www.slideshare.net/Tmobile1984/3-gpp-lte-physical-layer>
- <http://www.slideshare.net/allabout4g/cell-search-and-cell-selection-in-umts-lte>

## 7. Вопросы к зачету

1. В структуру LTE входят?

- А) TE и MS;
- Б) BTS;
- В) eNB;
- Г) BSC;
- Д) VLR;
- Е) HLR;
- Ж) HSS;
- З) MME.

2. В LTE:

- А) логически разделены сети передачи служебной информации и информации пользователей;
- Б) передача служебной информации и информация пользователей совмещены.

3. Радиоканалы в LTE имеют ширину полосы в МГц?

- А) 1,4;
- Б) 2;
- В) 3;
- Г) 4;
- Д) 5;
- Е) 7,5;
- Ж) 10;
- З) 15;
- И) 20.

4. Стандарт LTE:

- А) может работать в любом диапазоне частот;



Б) только в 41 рабочей полосе, предусмотренной МСЭ (ITU).

5. В LTE:

- А) дуплекс только FDD;
- Б) дуплекс только TDD;
- В) или FDD или FDD.

6. Что верно:

- А) Мобильный аппарат стандарта GSM будет работать и в LTE;
- Б) Мобильный аппарат стандарта LTE будет работать и в GSM.

7. В LTE:

- А) только пакетная передача данных;
- Б) для телефонии используется только пакетная передача;
- В) для телефонии может использоваться и коммутация пакетов и коммутация каналов.

8. В LTE advanced предусмотрена:

- А) агрегация смежных несущих;
- Б) агрегация несмежных несущих в пределах одной полосы;
- В) агрегация несущих, расположенных в различных полосах частот.

9. В LTE используется метод доступа?

- А) TDMA;
- Б) FDMA;
- В) CDMA;
- Г) OFDM;
- Д) комбинация различных методов.

10. Термины «зона слежения» TA и термины «зона местоположения» LA:

- А) по сути одинаковые: TA используется в LTE, LA в gsm;
- Б) MS может зарегистрироваться только в одной LA;
- В) MS может зарегистрироваться в нескольких LA;
- Г) MS может зарегистрироваться только в одной TA;
- Д) MS может зарегистрироваться в нескольких TA.

11. Для MS в LTE используется?

- А) статический адрес IP;
- Б) динамический адрес IP;
- В) IPv4;
- Г) IPv6.

12. Технология MIMO это?

- А) использование нескольких передающих и нескольких приемных антенн;
- Б) использование нескольких передающих антенн;
- В) использование нескольких приемных антенн.

13. Как изменится скорость передачи информации в сети LTE на физическом уровне, если точка доступа изменит метод модуляции с QAM-64 до QAM-16?