ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего профессионального образования
«Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича»

УТВЕРЖДАЮ:
Ректор
_____ С. В. Бачевский
«01» 01 2015 г.
23 - 2015

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
СТАНДАРТ ПОДВИЖНОЙ СВЯЗИ 4-ГО ПОКОЛЕНИЯ LTE

1. Общая характеристика программы

1.1. Тип дополнительной профессиональной программы: программа повышения квалификации (далее – программа).
1.2. Программа разработана 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 техническому персоналу 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 сетях UMTS (ПК-1); архитектуру дифференцированных услуг (ПК-1); принципы формирования трафика на границе сети, классификацию пакетов, маркировку пакетов и управление интенсивностью трафика (ПК-1); интегрированные услуги и протокол резервирования ресурсов (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); проводить базовую настройку пограничных маршрутизаторов 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.	WiMAX, используемые технологии.	10	4	-	6	
2.	Структура сети WiMAX. Базовая модель сети. Mesh сети. Фемтосоты WiMAX.	12	4	-	8	
3.	Стандарт IEEE802.16m.	8	4	-	4	
4.	Релейные технологии.	8	4	-	4	
5.	Переход от сетей радиодоступа 3 поколения к сетям 4 поколения	2	1	-	1	
6.	Развитие стандарта UMTS	2	1	-	1	
7.	Стандарт LTE.	2	1	-	1	
8.	Многоантенные 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	1	-	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	36	0	36	

2.2. Календарный учебный график

№ п/п	наименование темы	Кол-во часов	Дни недели
1.	WiMAX, используемые технологии.	4	Понедельник

2.	Структура сети WiMAX. Базовая модель сети. Mesh сети. Фемтосоты WiMAX.	4	
3.	Стандарт IEEE802.16m.	4	**Вторник**
4.	Релейные технологии.	4	
5.	Переход от сетей радиодоступа 3 поколения к сетям 4 поколения	1	**Среда**
6.	Развитие стандарта UMTS	1	
7.	Стандарт LTE.	1	
8.	Многоантенные 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	1	
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

№ п/п	Наименование разделов программы
1.	WiMAX, используемые технологии. Физический уровень стандарта 802.16е. Разбиение канального ресурса на подканалы. Профили пакетов. Скорости передачи. Структура кадров. Классы трафика и обеспечение качественных показателей. Уровень MAC стандарта WiMAX. Структура пакетов.

2.	Структура сети WiMAX. Базовая модель сети. Mesh сети. Фемтосоты WiMAX. Подключение сети WiMAX к ССОП Основные процедуры в WiMAX. Подключение АС к сети. Организация хэндоверов. Перспективные услуги в WiMAX. Локализация абонентов.
3.	Стандарт IEEE802.16m. Базовые структуры и решения, канальный ресурс и его распределение. Каналы трафика и управления. Изменения на MAC-уровне в стандарте IEEE802.16m. Структура сетей 802.16m.
4.	Релейные технологии. Фемтосоты. Самоорганизующиеся сети. Применение многоантенных систем (MIMO) в WiMAX.
5.	Переход от сетей радиодоступа 3 поколения к сетям 4 поколения как часть создания единой телекоммуникационной сети. Задачи сетей 4 поколения. Базовые технологии: OFDM, интернет
6.	Развитие стандарта UMTS и переход к LTE. Rel.7 3GPP. Структурные изменения в сети при переходе к Rel.8. Rel.9, Rel.10.
7.	Стандарт LTE. Физический уровень. Базовая архитектура E-UTRAN. Интерфейсы в LTE. Кадровая структура. Выделение каналов при передаче вверх и вниз.Поиск сети LTE и подключение к ней абонентской станции (UE).
8.	Многоантенные системы. Технологии MIMO и их использование. Принципы работы и организация пространственно-временного кодирования. Пространственное мультиплексирование для увеличения скорости передачи. Реализация приемников при пространственном мультиплексировании. Линейный и нелинейный приемники (V-BLAST). Формирование направленного излучения (beamforming). Применение многоантенных систем в LTE.
9.	Состояния UE в сети. Физические, транспортные и логические каналы. Оценка пропускной способности сети. Мобильные терминалы и их характеристики.
10.	Ядро сети LTE. Процедуры безопасности. Обеспечение качественных характеристик. Фемтосоты и проблемы самоорганизации.
11.	Основные процедуры в LTE. Процедуры Attach, Detach. Протоколы пакетной передачи по радиоканалу. Пейджинг. Селекция сот. Хэндовер. Межсистемный хэндовер.
12.	Перспективные услуги в сетях LTE. Локализация абонентов. Проблемы передачи голосового трафика.
13.	Планирование сетей LTE.
14.	Rel.10 и переход к стандарту LTE-A (Advanced). Неоднородные сети. Агрегация частотных полос. Релейные станции.
15.	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 зачет. Зачет проводится по билетам, которые включают 2 теоретических вопроса. Для допуска к итоговой аттестации слушатель должен посещать занятия, проявлять активность в аудитории, выполнять все практические задания и сдать зачет по ним, научиться решать задачи по основным разделам курса. Оценка знаний слушателей производится по следующим критериям: - оценка «зачет» выставляется слушателю, если он ответил на вопросы билета и не полностью ответил на дополнительные вопросы, если они были необходимы; - оценка «незачет» выставляется слушателю, если он не ответил на вопросы билета и не ответил на дополнительные вопросы.

6. Рекомендуемая литература

Список основной литературы:

- В.Ю. Бабков, И.А. Цикин. Сотовые системы мобильной радиосвязи. Учеб. пособие — 2-е изд., перераб. и доп. — Спб.: БХВ-Петербург, 2013. — 432с.
- Сети радиодоступа четвертого поколения. Стандарт LTE: технологии и процедуры: учеб. пособие / А. В. Никитина, А. Е. Рыжков. - СПб. : СПбГУТ, 2012. - 87 с.
- Самоорганизующиеся сети: учебное пособие / А. Е. Кучерявый, А. В. Прокопьев, Е. А. Кучерявый. - СПб. : Любавич, 2011. - 309 с.
- Системы и сети радиодоступа 4G : LTE, WiMAX: учебное пособие / А. Е. Рыжков [и др.]. - СПб. : Линк, 2012. - 228 с.

Список дополнительной литературы:

- Сети UMTS. Архитектура, мобильность, сервисы / Х. Каарининен, А. Ахтиайнен, Л. Лаитинен, С. Найан, В. Ниеми. – М.: Техносфера, 2007

- Учебное пособие «Системы и сети широкополосного радиодоступа».
- Руководства к выполнению лабораторных работ.

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://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/bramnha/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. Чем характеризуют беспроводные сети LTE?
2. Чем характеризуют беспроводные локальные сети доступа?
3. Чем характеризуют беспроводные городские сети доступа?
4. По каким принципам строят беспроводные глобальные сети доступа?
5. Оборудование каких беспроводных уровней чаще всего работает в нелицензируемых полосах частот?
6. Как называются сети, которые разворачиваются на непродолжительное время в ограниченном пространстве?
7. Нелицензируемый диапазон это
8. Какие уровни рассчитаны только на операторов связи?
9. Что положено в основу классификации стандартов широкополосного радиодоступа?
10. К какому уровню относятся стандарты группы IEEE 802.16?

11. С какой максимальной мощностью работают устройства Bluetooth класса 3?
12. С какой скоростью осуществляют перескок по частотам устройства, находящиеся в одной пикосети Bluetooth 1.0?
13. Что такое скорость кода?
14. Чем отличается синхронное соединение в Bluetooth от асинхронного?
15. Какие топологии используют в сетях Bluetooth 1.0?
16. Какие типы устройств используют в сетях ZigBee?
17. Какова максимальная скорость передачи данных в сети ZigBee, работающей в диапазоне 868 МГц?
18. Каково определение сверхширокополосной связи (UWB)?
19. Что такое пассивные RFID-метки?
20. На какой частоте работают метки стандарта ISO/IEC 18000-3?
21. Как изменится скорость передачи информации в сети LTE на физическом уровне, если точка доступа изменит метод модуляции с QAM-64 до QAM-16?
22. Сколько непересекающихся частотных каналов можно использовать в сети LTE стандарта IEEE 802.11g в диапазоне 2.4 ГГц в Европе?
23. Скорость следования символов в сети LTE составляет 40×10^6 симв/с. Какой будет разность хода между прямым и переотраженным лучем, если известно, что запаздывание между лучами равно одному символу?
24. Укажите максимальное число абонентских станций подключенных к одной точке доступа в инфраструктурной сети LTE.
25. Расставьте спецификации физических уровней стандарта IEEE802.11 в соответствии с ростом скорости передачи.
26. Какую топологию сети LTE используют для организации распределенных беспроводных локальных сетей, состоящих из десятков точек доступа?
27. Какие скорости передачи поддерживает стандарт 802.11b?
28. Какие уровни модели OSI охватывает стандарт IEEE 802.11?
29. В каких частотных диапазонах работают сети LTE стандарта 802.11a?
30. При передаче каких услуг в сетях IEEE 802.11 целесообразно использовать режим работы без состязаний (contention free)?
31. Чем стандарт IEEE 802.16-2004 отличается от стандарта IEEE 802.16e?
32. Какие скорости передачи обеспечивает стандарт IEEE 802.16-2004?
33. Какое число поднесущих выделяют абонентской станции в стандарте IEEE 802.16-2004?
34. От чего зависит скорость передачи данных в стандарте WiMAX?
35. Какую роль выполняют карты передачи вверх и вниз (DL-MAP и UL-MAP) в стандарте WiMAX?
36. В чем отличие режима FUSC от режима PUSC в стандарте 802.16e?
37. Какой элемент сети принимает решение о хэндовере в стандарте 802.16e?
38. Для каких процедур в сети WiMAX используют механизм случайного доступа с состязаниями?
39. В каких частотных диапазонах работаю системы WiMAX?
40. Для передачи какой информации используют тип трафика UGS в системах WiMAX?

41. В чем назначение скремблирующих кодов в CDMA?
42. В чем назначение каналообразующих кодов в CDMA?
43. Что такое коэффициент расширения спектра?
44. Как поддерживают равенство мощностей сигналов мобильных станций на входе приемника базовой станции в каналах с одинаковым коэффициентом расширения спектра?
45. Как в сети CDMA изменить скорость передачи в канале связи?
46. Какие функциональные элементы входят в состав подсети UTRAN?
47. В каком интерфейсе реализованы транспортные каналы UTRAN?
48. По какому физическому каналу передают логический канал системной информации BCCH?
49. Почему при малых коэффициентах расширения спектра (SF = 4 и 8) скорости передачи вниз по выделенным каналам в сетях LTE в два раза выше, чем при передаче вверх?
50. Почему в сетях LTE скорости передачи данных выше , чем в сетях LTE?
51. Чем ограничена длина SMS-сообщения в сети GSM?
52. Как называется комбинация *100#, отправляемая с мобильного терминала пользователя?
53. В какой базе данных сети GSM хранится информация об услугах, активированных для данного абонента?
54. Что такое конкатенация SMS-сообщений?
55. Какова максимальная длина SMS-сообщения?
56. Что такое IVR-меню?
57. Что означает режим pull в системе USSD?
58. Какую информацию можно передавать с помощью MMS-сообщений?
59. Что такое биллинговая система в сети оператора мобильной связи?
60. Технология Cell Broadcast – это:
61. Как меняется радиус соты при увеличении числа активных мобильных станций в сетях CDMA?
62. Сколько временных интервалов в кадре длительностью 10 мс в стандарте LTE?
63. Сколько чипов заполняют кадр длительностью 10 мс в стандарте LTE?
64. Какова ширина радиоканала в сети LTE?
65. Сколько независимых каналов можно организовать в сети LTE в диапазоне I (2 ГГц)?
66. Как влияет мягкий хэндовер в UTRAN на качество связи?
67. От чего зависит число обслуживаемых абонентов в соте?
68. Сколько кодов одновременно выделяет BS одному абоненту при передаче пакетов по технологии HSDPA?
69. Зачем в процессе планирования сети LTE используют геоинформационные системы (ГИС)?
70. Какие параметры качества работы мобильной сети оценивают при использовании метода контрольных вызовов?
71. Что означает понятие «доверенный доступ» при подключении сети LTE к ядру сети LTE для организации выгрузки трафика?

72. К какому элементу сети LTE подключаются точки доступа LTE при недоверенном доступе?
73. Каким образом защищают данные, передаваемые от мобильной станции в ядро сети LTE, при выгрузке трафика в сеть LTE и недоверенном доступе?
74. Для чего в сети LTE используют сервер ANDSF?
75. Для чего используют протокол ANQP в сетях LTE?
76. С помощью какого протокола передаются ANQP-элементы в сети LTE?
77. В кадры каких типов добавляются ANQP-элементы при использовании точек доступа LTE с технологией Hotspot 2.0?
78. Каково назначение ANQP-элемента “3GPP Cellular Network”?
79. Какая организация стандартизует протоколы работы ANDSF-сервера?
80. В чем отличие выгрузки трафика из сети LTE в сеть LTE от хэндовера?