

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
«28» октября 2015 г.
17-2015

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
СИСТЕМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ТРАНКИНГОВОЙ
ПОДВИЖНОЙ СВЯЗИ СТАНДАРТА TETRA**

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, рассмотрение классификации и основных требований к основным параметрам, перечню и характеристикам компонентов, изучение принципов функционирования сети транкинговой подвижной связи стандарта TETRA. 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 систем передачи транкинговой подвижной связи стандарта TETRA.

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 транкинговой подвижной связи стандарта TETRA (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 транкинговой подвижной связи стандарта TETRA (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 сетях транкинговой подвижной связи стандарта TETRA 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	Системы профессиональной связи	12	6	-	6	
2	Принципы построения систем транкинговой подвижной связи	16	8	-	8	
3	Функции, услуги и возможности систем связи стандарта TETRA	16	8	-	8	
4	Интерфейсы, каналы, процедуры соединений, мобильность	16	8	-	8	
5	Планирование транкинговых систем и сетей связи и их эффективность	4	1	-	3	
6	Защита информации в системах стандарта TETRA	4	2	-	2	
7	Аппаратура систем транкинговой связи	2	1	-	1	
8	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	Системы профессиональной связи	6	Понедельник
2	Принципы построения систем транкинговой подвижной связи	8	Вторник
3	Функции, услуги и возможности систем связи стандарта TETRA	8	Среда
4	Интерфейсы, каналы, процедуры соединений, мобильность	8	Четверг
5	Планирование транкинговых систем и сетей связи и их эффективность	1	Пятница
6	Защита информации в системах стандарта TETRA	2	
7	Аппаратура систем транкинговой связи	1	
8	Итоговая аттестация	2	

2.3. Рабочая программа

№ п/п	Наименование разделов программы
1	Системы профессиональной связи Основные требования, предъявляемые к системам профессиональной связи. Особые требования, предъявляемые к системам подвижной оперативно - диспетчерской связи и системам связи служб физической защиты объекта. Различие конвенциональных и транкинговых систем подвижной связи. Классификация транкинговых систем подвижной связи. Принципы функционирования транкинговых систем подвижной связи. Типы транкинговых систем. Краткая характеристика систем подвижной связи стандартов TETRA, APCO 25 (ASTRA) и MPT1327.
2	Принципы построения систем транкинговой подвижной связи Обобщенные схемы сетей связи. Топология сетей связи: - сети и подсети, - однозоновые и многозоновые системы. Принципы построения многозоновых систем. Каналы межсистемной связи. Распространение радиоволн на частотах, специфицированных стандартом TETRA. Особенности распространения радиоволн внутри зданий и в тоннельных сооружениях. Способы расширения зоны обслуживания: активные и пассивные ретрансляторы, шлюзы. Режимы работы: - системы, - терминала. Режимы передачи данных. Скорость передачи данных. Способы расширения зоны обслуживания: - ретрансляторы, - шлюзы. Обеспечение мобильности и оперативности доступа к радиоканалу: - централизованная и распределенная коммутация, - множественность каналов управления, - случайный доступ. Допустимое время предоставления радиоканала в час максимальной нагрузки.

3	Функции, услуги и возможности систем связи стандарта TETRA Телесервисы, предусмотренные стандартом TETRA. Основные виды речевой связи. Основные виды вызовов в режиме речевой связи. Транкинговые услуги (службы) стандарта TETRA. Сетевые службы стандартов TETRA и APCO 25. Дополнительные услуги и службы речевой связи стандарта TETRA. Режимы передачи данных в системах TETRA и APCO 25. Параметры пакетной передачи данных. Режим прямой связи DMO между радиостанциями в системах TETRA.
4	Интерфейсы, каналы, процедуры соединений, мобильность Интерфейсы систем стандарта TETRA - радиointерфейс, протокол V+D, - радиointерфейс режима прямой связи DMO. Интерфейсы: - проводной связи, - межсистемный интерфейс, - связи с периферийным оборудованием, - управления сетью, - интерфейс для подключения к АТС (УАТС), телефонной сети общего пользования, цифровой сети с интеграцией обслуживания, сети с коммутацией пакетов. Физические и логические каналы в системах TETRA. Способы управления. Каналы управления. Структура пачек. Отображение логических каналов в физические каналы. Второй и третий уровни радиointерфейса стандарта TETRA. Процедуры управления мобильностью MM. Протоколы случайного доступа по алгоритмам ALONA. Процедуры группового вызова. Время установления соединения.
5	Планирование транкинговых систем и сетей связи и их эффективность Характеристики эффективности транкинговых сетей и надежности радиосвязи. Цели и этапы планирования. Емкость сети связи. Определение размеров зоны. Расчет и оптимизация энергетики зоны. Расчет потерь при распространении радиосигнала. Особенности распространения радиосигнала в тоннельных сооружениях. Определение реальной емкости сети. Эффективность использования спектра.

6	Защита информации в системах стандарта TETRA Структура систем защиты. Функции безопасности в стандарте TETRA Идентификаторы в сетях TETRA. Аутентификация. Защищенное подключение и отключение от обслуживания терминалов в сетях TETRA. Шифрование информационных и сигнальных сообщений. Сквозное шифрование и шифрование радиointерфейса Методы генерации ключей. Алгоритмы криптозащиты стандарта TETRA. Алгоритмы шифрования радиointерфейса. Алгоритмы идентификации радиointерфейса и управления ключами. Алгоритмы сквозного шифрования. Передача идентификационной информации между сетями.	
7	Аппаратура систем транкинговой связи Аппаратура систем транкинговой связи стандарта TETRA. Основные требования стандарта к характеристикам передатчиков БС и МС. Требования к энергетическим и спектральным характеристикам передатчиков. Управление мощностью передатчиков. Антенно-фидерные устройства. Устройства сложения мощности. Основные требования стандарта к характеристикам приемных устройств. Структура и состав оборудования базовых станций. Особенности стационарных и подвижных базовых станций. Структура мобильных (абонентских) станций. Терминалы. Оборудование для систем стандарта TETRA: - фирмы SIMOCO, - фирмы MARCONI INSTRUMENTS - фирмы ROHDE&SCHWARZ, - фирмы Motorola, - особенности аппаратуры фирмы Nokia. Сравнительный анализ аппаратуры систем транкинговой связи стандарта APCO 25: - оборудование: - конвенционального сегмента фирмы Motorola, - для транкинговой связи фирмы Motorola.	

8	Системы профессиональной связи Основные требования, предъявляемые к системам профессиональной связи. Особые требования, предъявляемые к системам подвижной оперативно - диспетчерской связи и системам связи служб физической защиты объекта. Различие конвенциональных и транкинговых систем подвижной связи. Классификация транкинговых систем подвижной связи. Принципы функционирования транкинговых систем подвижной связи. Типы транкинговых систем. Краткая характеристика систем подвижной связи стандартов TETRA, APCO 25 (ASTRA) и MPT1327.
---	--

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

1. Blaunstein N.. Radio Propagation in Cellullar Networks. N-Y, L.: Artech House Books. 405 p. 2000.
2. Милютин Е.Р., Василенко Г.О., Сиверс М.А. и др. Методы расчета поля в системах связи дециметрового диапазона. СПб: Триада, 2003. С. 159.
3. Гавриленко В.Г., Яшнов В.А. Распространение радиоволн в современных системах мобильной связи. Изд. НГУ им. Н.И. Лобачевского. Нижний Новгород. 2003. 107 С.
4. Модели распространения волн. <http://members.tripod.com/telecomproject/index.html/2002>.

5. ITR-U Recommendations. 1999. P.341.5.
6. Okumura Y. Field Strengths and its Variability in WHF Land Mobile Radio Service //Review of the Electrical Communications Laboratory, 1968. September/October.
7. Okumura Y. Field Strength and its Variability in VHF and UHF land mobile Radio Service //Review Inst. Elec. Eng., 1968. V. 16, no. 9-10, pp. 825-873.
8. Hata M. Radiolink Design of Cellular Land Mobile Communication System //IEEE Trans, 1982. VT - 31. №1, p. 25 - 31.
9. Lee W.C.Y., Yeh Y.S. Proc. Of the IEEE First Symposium of Communications and Vehicular Technology in Benelux. Delft. The Netherlands. 1993. Oct.
10. Piazzzi L., Bertoni H.L. Effect of terrain on path loss in urban environments for wireless applications. // IEEE Trans. on Ant. and Propag. 1998, v.46, n.8, p.1138-1147. Signal-to-interference calculations for modern TDMA cellular communication system //IEE Proc. Communication. 1995. V. 142, pp. 21-30.
11. The Communications Handbook/ Ed. Gibson J.D. N.-Y. CRS Press and IEEE Press, 1997.
12. Громаков Ю.А. Мирошников К.А. Системы определения местоположения и идентификации подвижных объектов на основе совместного использования услуг GSM и GPS // Мобильные системы. – 1999. – №4. – С. 45-48.
13. Болдин В.А. Зубинский В.И. и др. Глобальная спутниковая радионавигационная система. ИПРЖ. М. 1998. с.400

7. Вопросы к зачету

1. Перечислите основные физические причины потерь (затухания) при распространении радиоволны.
2. Зависит ли затухание радиоволны от характера «подстилающей» поверхности?
3. Влияет ли характер застройки на ослабление электромагнитной волны радиочастотного диапазона?
4. В чем заключается специфика радиоканалов, применяемых для профессиональной подвижной связи (160-900 МГц)?
5. Классификация моделей затухания радиоволн.
6. При каких условиях проявляется дифракционный механизм потерь мощности электромагнитной волны?
7. Возможен ли канальный механизм распространения радиоволны в системе связи, обслуживаемой Вами?
8. Где радиус зоны покрытия будет больше – в городских условиях или в тайге с высокими деревьями (высотой 20- 40 м)?
9. Зависят ли потери от высот базовой и мобильной станций? Если - да, то каков характер зависимости?
10. Вопрос для раздумий: влияет ли проводимость поверхности Земли на распространение радиоволны?
11. Практический вопрос: если в области, где формируется радиоканал, например, вдоль трубопровода, есть болото, как изменятся потери волны?

12. Еще один вопрос для раздумий: влияет ли сам трубопровод на величину ослабления радиоволны?
13. Что включает понятие жизнестойкости системы связи?
14. В чем заключается отличие понятий жизнестойкости и резервирования?
15. Классификация способов резервирования.
16. Какие группы мероприятий выполняются на этапах проектирования системы связи и эксплуатации?
17. Каковы способы улучшения эксплуатационных свойств оборудования на стадиях разработки, производства и эксплуатации?
18. Охарактеризуйте виды и способы структурного резервирования.
19. В каких случаях целесообразно применять постоянное резервирование и резервирование замещением?
20. В чем заключается отличие прямой и обратной задач оптимизации состава резерва?
21. Способы и приемы обеспечения жизнестойкости систем связи стандарта TETRA. 10. Перечислите стандартизированные интерфейсы систем TETRA и проанализируйте их назначение.
22. Функции межсистемного интерфейса. Возможно ли использование межсистемного интерфейса для повышения жизнестойкости систем связи TETRA?
23. Что дает для обеспечения жизнестойкости многозоновость системы связи?
24. Каковы основные требования к параметрам каналов связи?
25. Режим DMO и возможность его применения для обеспечения жизнестойкости системы связи.
26. Особенности обеспечения жизнестойкости системы связи в тоннельных сооружениях
27. Зависит ли затухание радиоволны в городе от соотношения направления улицы и направления от мобильной станции на базовую (угол ориентации)
28. Каков характер зависимости потерь от высоты антенны мобильной станции