

МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ,  
СВЯЗИ И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций  
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича»

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор-проректор по  
учебной работе



Г.М.Машков

2021 г.

Регистрационный № 18-2021-03

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

«Основы развертывания сетей пятого поколения»

Санкт-Петербург  
2021 г.

## **I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ:**

### **1.1 Нормативные правовые основания разработки программы**

Образовательная программа разработана в соответствии с законодательством РФ, и соответствует требованиям, предъявляемым к дополнительному профессиональному образованию по программе повышения квалификации:

- Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации";

- Приказу Министерства образования и науки Российской Федерации от 29 августа 2013 г. №1008;

- Приказу Министерства образования и науки Российской Федерации от 18 апреля 2013 г. N 292 РФ "Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по основным программам профессионального обучения";

- Постановление Главного государственного санитарного врача РФ «О введении в действие СанПиН 23.2. 1940-05;

- Распоряжение Правительства РФ №1726-р от 04.09.2014 г. «Концепция развития дополнительного образования»;

**1.2 Категория слушателей:** инженерно-технические работники, занимающиеся эксплуатацией и разработкой сетей мобильной связи.

**1.3 Требования к слушателям:** программа разработана для обучающихся, имеющих образование не ниже среднего профессионального образования специальностей технической направленности.

**1.4 Формы освоения программы:** очно-заочная (16 часов – контактная работа с преподавателями).

### **1.5 Цель и планируемые результаты обучения:**

Ознакомить слушателей с эволюцией сетей связи и стандартизацией технологий мобильной связи. Рассмотреть основные виды сервисов и услуг, доступных к развертыванию в сетях связи пятого поколения (5G). Изучить основы построения и функционирования сетей связи 5G. Дать слушателям основы системного подхода к организации и планированию сетей связи 5G, а также использованию их для предоставления пользователям различных услуг передачи и обра-

ботки данных. Изучение технологий, протоколов и алгоритмов, применяемых в сетях связи пятого поколения (5G), а также спектра предоставляемых ими сервисов и услуг.

В результате освоения программы повышения квалификации слушатель должен приобрести следующие знания, умения, необходимые для качественного изменения или формирования следующих профессиональных компетенций:

Совершенствуемые и/или осваиваемые компетенции	Должен знать	Должен уметь	Формы контроля
<b>Профессиональные компетенции</b>			
ПК-9 Способен осуществлять развитие транспортных сетей и сетей передачи данных, включая сети радиодоступа, спутниковых систем, коммутационных подсистем и сетевых платформ	Знает принципы построения и работы сети связи и протоколов сигнализации, используемых в сетях связи; основы спутниковых технологий, используемых на транспортной сети, принципы построения спутниковых сетей связи, законодательство Российской Федерации в области связи, предоставления услуг связи, стандарты в области качества услуг связи	Умеет осуществлять конфигурационное и параметрическое планирование транспортных сетей и сетей передачи данных, анализировать качество работы транспортных сетей и сетей передачи данных; разрабатывать технические требования, предъявляемые к используемому на сети оборудованию и спутниковым решениям	Тестовые, срезовые задания (устный опрос, письменный опрос, тестирование)
ПК-22 Способен проводить расчеты по проекту 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	Знает нормативно-правовые нормативно-технические и организационно-методические документы, регламентирующие проектную подготовку, внедрение и эксплуатацию систем связи (телефономмуникационных систем), строительство объектов связи. Знает принципы построения технического задания при автоматизации проектирования	Умеет выявлять и анализировать преимущества и недостатки вариантов проектных решений, оценивать риски, связанные с реализацией проекта	Тестовые, срезовые задания (устный опрос, письменный опрос, тестирование)

	средств и сетей связи и их элементов; структуру и основы подготовки технической и проектной документации	
Способен разрабатывать имитационные модели современных гетерогенных сетей связи и исследовать принципы функционирования широкого спектра телекоммуникационных технологий и протоколов	<p>Знает методы моделирования современных сетей связи</p> <p>Знает основы построения беспроводных сенсорных сетей, летающих сенсорных сетей, дополненной реальности, медицинских и наносетей, требования по качеству обслуживания и качеству восприятия и соответствующие модели трафика в самоорганизующихся сетях</p> <p>Знает принципы построения самоорганизующихся сетей, основные протоколы управления доступом к среде передачи, маршрутизации и транспортного уровня, использующиеся в этих сетях</p>	<p>Умеет рассчитывать пропускную способность каналов распределенных сетей абонентского доступа в зависимости от предоставляемых пользователю услуг</p> <p>Умеет создавать адекватные и детальные имитационные модели и осуществлять выбор входных параметров и анализ выходных данных</p> <p>Умеет прогнозировать развитие инфокоммуникационных систем и технологий</p>

**1.6 Трудоемкость программы: 16 часов (16 часов – контактная работа с преподавателями).**

## II. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование учебных тем	Формы текущего контроля (при наличии)	Обязательные учебные занятия		Самостоятельная работа обучающегося (при наличии)		Практика	Всего (часов)
			Всего (час.)	в т. ч. лабораторные и практические занятия (час.)	Всего (час.)	в т. ч. Консультаций при выполнении самостоятельной работы (при наличии) (час.)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Модуль 1. Основы развертывания сетей пятого поколения</b>								
1	Обзор предполагаемых сервисов и услуг в сетях связи пятого поколения	Собеседование.	2	-	-	-	-	2
2	Архитектура сети связи пятого поколения		3	-	-	-	-	2
3	Анализ проблем, возникающих в процессе развертывания сетей связи пятого поколения		1	-	-	-	-	1
4	Программно-конфигурируемые сети с виртуализацией сетевых функций SDN NFV		1	-	-	-	-	1
5	Сетевой слайсинг		1	-	-	-	-	1
6	Нумерация и идентификация, используемая в сети мобильной связи 5G		2	-	-	-	-	2
7	Вопросы управления и маршрутизации в сети 5G		2	-	-	-	-	2
8	Обзор методов повышения спектральной и энергетической эффективности в сетях пятого поколения		4	-	-	-	-	2
<b>Итоговая аттестация (зачет)</b>		3	-	-	-	-	-	2
<b>Всего по программе:</b>		<b>16</b>	<b>0</b>					<b>16</b>

### III КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

программы повышения квалификации

**«Основы развертывания сетей пятого поколения»**

№ п/п	Наименование учебного модуля, темы	Объем часов	Учебные недели					
			1 неделя					
			1 день	2 день	3 день	4 день	5 день	6 день
1	Обзор предполагаемых сервисов и услуг в сетях связи пятого поколения	2	2	-	-	-	-	-
2	Архитектура сети связи пятого поколения	3	2	1	-	-	-	-
3	Анализ проблем, возникающих в процессе развертывания сетей связи пятого поколения	1	-	1	-	-	-	-
4	Программно- конфигурируемые сети с виртуализацией сетевых функций SDN NFV	1	-	1	-	-	-	-
5	Сетевой слайсинг	1	-	1	-	-	-	-
6	Нумерация и идентификация, используемая в сети мобильной связи 5G	2	-	-	2	-	-	-
7	Вопросы управления и маршрутизации в сети 5G	2	-	-	2	-	-	-
8	Обзор методов повышения спектральной и энергетической эффективности в сетях пятого поколения	2	-	-	-	2	-	-
9	<b>Итоговая аттестация (зачет)</b>	2				2		-

## СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Уровень освоения	Объем часов
1	2	3	4
<b>Модуль 1. Основы развертывания сетей пятого поколения</b>	<p><b>Информационные (лекционные) занятия</b></p> <p><b>Лекция 1. (2 часа) «Обзор предполагаемых сервисов и услуг в сетях связи пятого поколения»</b>          Обзор главных эксплуатационных характеристик сети 5G; сценарии использования группы услуг расширенного широкополосного мобильного доступа eMBB; сценарии использования группы услуг сверхнадежной передачи данных с малой задержкой URLLC; сценарии использования группы услуг массовых межмашинных коммуникаций mMTC; анализ возможность предоставления услуг на уже существующих сетях; анализ востребованности услуг, предоставляемых сетью 5G в различных сферах и отраслях экономики РФ; обзор тенденций создания сети 5G с использованием лицензируемого и нелицензируемого диапазонов частот</p> <p><b>Лекция 2. (3 часа) «Архитектура сети связи пятого поколения»</b>          топологическое разделение сети 5G; сеть радиодоступа; механизмы взаимодействия элементов базовой станции; варианты подключения базовых станций к ядру сети; транспортная сеть; участок Fronthaul; участок Backhaul; ядро мобильной сети 5G</p> <p><b>Лекция 3. (1 час) «Анализ проблем, возникающих в процессе развертывания сетей связи пятого поколения»</b>          проблемы развертывания малых сот; проблемы распределения частот; пакет законов Озерова-Яровой; проблемы импортозамещения и прочие факторы</p> <p><b>Лекция 4. (1 час) «Программно-конфигурируемые сети с виртуализацией сетевых функций SDN NFV»</b>          концепция программно-конфигурируемых сетей SDN; концепция виртуализации сетевых функций NFV; архитектура SDN/NFV; инфраструктура NFV; менеджер виртуальной инфраструктуры VIM; менеджер виртуальных сетевых функций VNF; дескрипторы VNF; Общий оркестратор EEO.</p> <p><b>Лекция 5. (1 час) «Сетевой слайсинг»</b>          разделение сети на слои; идентификация слоя;</p> <p><b>Лекция 6. (2 часа) «Нумерация и идентификация, используемая в сети мобильной связи 5G»</b>          нумерация и идентификация абонентского терминала в опорной сети 5G; идентификация абонентского терминала в сети радиодоступа; идентификация сот, идентификаторы зон местоположения и обслуживания; идентификация сетевых слоев и функций; состояние абонентского терминала в сети;</p> <p><b>Лекция 7. (2 часа) «Вопросы управления и маршрутизации в сети 5G»</b>          виды сессий абонентских терминалов; режимы обеспечения непрерывности сессий; раздельная маршрутизация трафика;</p>		16

	модель QoS, параметры качества передачи данных <u><b>Лекция 8.</b></u> (2 часа) «Обзор методов повышения спектральной и энергетической эффективности в сетях пятого поколения» технология Massive MIMO; технология формирования луча (Beamforming); улучшенные виды модуляции.	
	<b>Практические занятия</b>	0
	<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>	0
<b>Итоговая аттестация</b>		2
<b>Всего:</b>		16

## **IV. РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ УЧЕБНЫХ ПРЕДМЕТОВ, КУРСОВ, ДИСЦИПЛИН (МОДУЛЕЙ)**

Учебно-тематический план рассчитан на теоретические занятия, общее количество которых разрабатывается исходя из часовой нагрузки по каждой теме, включая итоговую работу. Количество занятий в день так же зависит от нагрузок на преподавателей, и объема изучаемого материала, а продолжительность реализации всей программы повышения квалификации может продолжаться 4 дня. Продолжительность освоения программы (в общем объеме 20 часов) может зависеть от продолжительности учебного дня и скорости усвоения материала.

### **Модуль 1. Основы развертывания сетей пятого поколения**

**Цель и задачи модуля:** изучить архитектуру базовых станций и опорной сети 5G; с принципами идентификации и нумерации в сети. Ознакомление с основными требованиями к транспортному оборудованию и технологиям передачи данных на участках Fronthaul и Backhaul, а также механизмы адаптации привычных стандартизованных решений к новым вызовам в сетях мобильной связи пятого поколения; изучение принципов организации программно-конфигурируемых сетей с виртуализацией сетевых услуг.

**Требования к уровню освоения содержания модуля:** слушатель должен знать особенности архитектуры сети пятого поколения, построения и функционирования радиоинтерфейса, а также структуры радиоинтерфейса NR в случае применения технологий множественного доступа SC-FDMA, OFDMA; принципы нумерации, адресации, идентификации и маршрутизации вызовов при установлении соединений в сети.

**Формы контроля:** текущий контроль в форме тестирования.

**Оценочные материалы текущего контроля.**

Примерный список вопросов:

1. Обзор главных эксплуатационных характеристик сети 5G;
2. Сценарии использования группы услуг расширенного широкополосного мобильного доступа eMBB;
3. Сценарии использования группы услуг сверхнадежной передачи данных с малой задержкой URLLC;
4. Сценарии использования группы услуг массовых межмашинных коммуникаций mMTC;
5. Топологическое разделение сети 5G;
6. Сеть радиодоступа;

7. Механизмы взаимодействия элементов базовой станции;
8. Варианты подключения базовых станций к ядру сети;
9. Участок Fronthaul;
10. Участок Backhaul;
11. Ядро мобильной сети 5G;
12. Проблемы развертывания малых сот;
13. Проблемы распределения частот;
14. Пакет законов Озерова-Яровой;
15. Проблемы импортозамещения и прочие факторы;
16. Концепция программно-конфигурируемых сетей SDN;
17. Концепция виртуализации сетевых функций NFV;
18. Архитектура SDN/NFV;
19. Инфраструктура NFV;
20. Разделение сети на слои;
21. Нумерация и идентификация абонентского терминала в опорной сети 5G;
22. Идентификация абонентского терминала в сети радиодоступа;
23. Идентификация сот, идентификаторы зон местоположения и обслуживания;
24. Идентификация сетевых слоев и функций;
25. Состояние абонентского терминала в сети;
26. Виды сессий абонентских терминалов;
27. Технология Massive MIMO;
28. Технология формирования луча (Beamforming);
29. Улучшенные виды модуляции.

#### **Итоговая аттестация (экзамен).**

п/п	Тема	часы		
		всего	теория	практика
1	Зачет: теоретический вопрос.	2	2	0
2	Итого	2	2	0

## **VI. ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ**

### **6.1 Формы аттестации**

#### **Система оценки результатов освоения образовательной программы**

Осуществление текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, установление их форм, периодичности и порядка проведения относится к компетенции преподавателей СПбГУТ

Итоговая аттестация по дисциплине проводится в форме зачета в виде устного собеседования.

К проведению итоговой аттестации привлекаются квалифицированные сотрудники СПбГУТ имеющие соответственный уровень подготовки.

Проверка теоретических знаний при проведении итоговой аттестации проводится по разделу предмета «Основы развертывания сетей пятого поколения»:

Промежуточная аттестация и проверка теоретических знаний при проведении зачета проводятся с использованием методических материалов, утверждаемых СПбГУТ.

Результаты итоговой аттестации оформляются протоколом. По результатам итоговой аттестации выдается Удостоверение.

### **6.2. Оценочные средства**

#### **Оценочные материалы**

#### **Рекомендации по проведению итоговой аттестации.**

#### **Вопросы по теоретической части**

1. Обзор главных эксплуатационных характеристик сети 5G;
2. Сценарии использования группы услуг расширенного широкополосного мобильного доступа eMBB;
3. Сценарии использования группы услуг сверхнадежной передачи данных с малой задержкой URLLC;
4. Сценарии использования группы услуг массовых межмашинных коммуникаций mMTC;
5. Анализ возможности предоставления услуг на уже существующих сетях;
6. Анализ востребованности услуг, предоставляемых сетью 5G в различных сферах и отраслях экономики РФ;
7. Обзор тенденций создания сети 5G с использованием лицензируемого и нелицензируемого диапазонов частот;
8. Топологическое разделение сети 5G;

9. Сеть радиодоступа;
10. Механизмы взаимодействия элементов базовой станции;
11. Варианты подключения базовых станций к ядру сети;
12. Транспортная сеть;
13. Участок Fronthaul;
14. Участок Backhaul;
15. Ядро мобильной сети 5G;
16. Проблемы развертывания малых сот;
17. Проблемы распределения частот;
18. Пакет законов Озерова-Яровой;
19. Проблемы импортозамещения и прочие факторы;
20. Концепция программно-конфигурируемых сетей SDN;
21. Концепция виртуализации сетевых функций NFV;
22. Архитектура SDN/NFV;
23. Инфраструктура NFV;
24. Менеджер виртуальной инфраструктуры VIM;
25. Менеджер виртуальных сетевых функций VNF;
26. Дескрипторы VNF;
27. Общий оркестратор EEO;
28. Разделение сети на слои;
29. Идентификация слоя;
30. Нумерация и идентификация абонентского терминала в опорной сети 5G;
31. Идентификация абонентского терминала в сети радиодоступа;
32. Идентификация сот, идентификаторы зон местоположения и обслуживания;
33. Идентификация сетевых слоев и функций;
34. Состояние абонентского терминала в сети;
35. Виды сессий абонентских терминалов;
36. Технология Massive MIMO;
37. Технология формирования луча (Beamforming);
38. Улучшенные виды модуляции.

Формы и критерии оценки результативности определяются самим педагогом так, чтобы можно было определить отнесенность обучающихся к одному из трех уровней результативности освоения обучающей программы: высокий, средний, низкий. Это могут быть итоговые занятия в форме зачета с использованием бланков или протоколов, а так же тесты.

Критериями оценки результативности обучения также являются:

- критерии оценки уровня теоретической подготовки обучающихся: соответствие уровня теоретических знаний программным требованиям; широта кругозора; свобода восприятия теоретической информации; развитость практичес-

ских навыков работы со специальной литературой, осмысленность и свобода использования специальной терминологии;

- критерии оценки уровня практической подготовки обучающихся: соответствие уровня развития практических умений и навыков программным требованиям; свобода владения специальным оборудованием и оснащением; качество выполнения практического задания; технологичность практической деятельности.

### **Критерии оценки**

оценка	Дескрипторы (уровни) - основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«зачтено»	слушатель показывает хорошее знание основных терминов и понятий курса; последовательное изложение материала курса; умение формулировать некоторые обобщения по теме вопросов; достаточно полные ответы на вопросы при сдаче зачета; умение использовать фундаментальные понятия из базовых естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин при ответе на зачете.
«не засчитано»	слушатель показывает слабый уровень профессиональных знаний. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом.

По окончанию обучающего курса обучающие, успешно сдавшие итоговую работу (зачет) получают удостоверение о повышении квалификации установленного образца, свидетельствующее прохождение курса подготовки по программе дополнительного профессионального образования «Основы развертывания сетей пятого поколения».

## **VII. ОРГАНИЗАЦИОННО – ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ**

### **7.1. Требования к квалификации педагогических кадров, представителей предприятий и организаций, обеспечивающих реализацию образовательного процесса.**

Организационно-педагогические условия реализации образовательной программы должны обеспечивать реализацию программы в полном объеме, соответствие качества подготовки обучающихся установленным требованиям, соответствие применяемых форм, средств, методов обучения и воспитания возрастным, психофизическим особенностям, склонностям, способностям, интересам и потребностям обучающихся.

Теоретическое обучение проводится в оборудованных учебных кабинетах с использованием учебно-материальной базы, соответствующей установленным требованиям.

Наполняемость учебной группы не должна превышать 12 человек.

Продолжительность учебного часа теоретических занятий составляет 1 академический час (45 минут).

Педагогические работники, реализующие программу профессионального обучения, должны удовлетворять квалификационным требованиям, указанным в квалификационных справочниках по соответствующим должностям и (или) профессиональных стандартах.

Преподаватель теоретического курса подготовки должен иметь высшее техническое образование и стаж работы преподавателем не менее 3 лет.

Информационно-методические условия реализации образовательной программы включают: рабочую программу; учебный план; методические материалы и разработки; расписание занятий.

Материально-технические условия реализации образовательной программы включает Перечень учебных материалов для подготовки Операторов наземных средств управления беспилотным летательным аппаратом.

## **7.2. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы**

В процессе чтения лекций преподаватель должен формировать у слушателей системное представление об изучаемой дисциплине, формировать профессиональные интересы.

В процессе обучения используются следующие учебно-методические материалы:

- рекомендуемая основная и дополнительная литература для организации самостоятельной работы слушателей;
- электронные версии федеральных законов, учебников и методических рекомендаций для подготовки к практическим занятиям;

Реализация программы требует наличия аудиторий.

<b>Наименование аудиторий, кабинетов</b>	<b>Вид занятий</b>	<b>Наименование оборудования, программного обеспечения</b>
Учебная аудитория с возможностью группировки рабочих мест	Лекции	Компьютеры, мультимедийный проектор, экран, доска, флип-чарт

## **7.3. Перечень используемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы**

*Нормативно-правовые документы:*

1. Конвенция о правах ребенка, одобренная Генеральной Ассамблеей ООН 20.11.1989г.
2. Конституция РФ.
3. Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»
4. Приказ Минобрнауки РФ от 29.08.2013 № 1008 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовывающим программам».
5. Концепцией развития дополнительного образования детей в Российской Федерации до 2020 года;
6. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 04.07.2014 №41 «О введении в действие санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.4.43172-14»

7. Письмо Департамента молодежной политики, воспитания и социальной поддержки Минобрнауки России от 11.12.2006 №06-1844//Примерные требования к программам дополнительного образования детей.

*Литература:*

1. TS 38.401 NG-RAN; Architecture description
2. TS 38.410 NG-RAN; NG general aspects and principles
3. TS 38.411 NG-RAN; NG layer 1
4. TS 38.174 NR; Integrated Access and Backhaul (IAB) radio transmission and reception
5. TS 38.176-1 NR; Integrated Access and Backhaul (IAB) conformance testing; Part 1: Conducted conformance testing
6. TS 38.176-2 NR; Integrated Access and Backhaul (IAB) conformance testing; Part 2: Radiated conformance testing
7. TS 38.201 NR; Physical layer; General description
8. TS 38.412 NG-RAN; NG signalling transport
9. TS 38.413 NG-RAN; NG Application Protocol (NGAP)
10. TS 38.414 NG-RAN; NG data transport
11. TS 38.415 NG-RAN; PDU session user plane protocol
12. TS 38.420 NG-RAN; Xn general aspects and principles
13. TS 38.421 NG-RAN; Xn layer 1
14. TS 38.422 NG-RAN; Xn signalling transport
15. TS 38.423 NG-RAN; Xn Application Protocol (XnAP)
16. TS 38.424 NG-RAN; Xn data transport
17. TS 38.425 NG-RAN; NR user plane protocol
18. TS 38.455 NG-RAN; NR Positioning Protocol A (NRPPa)
19. TS 38.460 NG-RAN; E1 general aspects and principles
20. TS 38.461 NG-RAN; E1 layer 1
21. TS 38.462 NG-RAN; E1 signalling transport
22. TS 38.463 NG-RAN; E1 Application Protocol (E1AP)
23. TS 38.470 NG-RAN; F1 general aspects and principles
24. TS 38.471 NG-RAN; F1 layer 1
25. TR 38.912 Study on New Radio (NR) access technology
26. TR 38.913 Study on scenarios and requirements for next generation access technologies
27. TR 38.918 Study on 5G NR UE full stack testing for Network Slicing

#### **7.4. Материально-технические условия реализации программы**

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лек-

ционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска). Программное обеспечение: Microsoft Windows 10, Microsoft Office Professional.

## **7.5. Методические рекомендации по реализации программы**

Основным дидактическим средством для предлагаемого курса является оборудование для беспилотного управления летательными аппаратами, мультимедиа ресурсы. Для реализации программы необходимо воспользоваться печатными и/или электронными образовательными и информационными ресурсами, рекомендуемые для использования в образовательном процессе.

### *Печатные издания*

1. Бакулин М.Г., Крейндельин В.Б., Панкратов Д.Ю. Технологии в системах радиосвязи на пути к 5G/ М: Горячая Линия - Телеком, 2018.– 280 с. - ISBN 978-5-9912-0689-1
2. Шлома А.М., Бакулин М.Г., Крейндельин В.Б., Шумов А.П. Технология OFDM. Учебное пособие для вузов/ М: Горячая Линия - Телеком, 2015.– 360 с. - ISBN 978-5-9912-0549-8
3. Бакулин М.Г., Крейндельин В.Б., Варукина Л.А. Технология ММО: принципы и алгоритмы/ М: Горячая Линия - Телеком, 2014.– 242 с. - ISBN 978-5-9912-0457-6
4. Программируемые сети SDN: учебное пособие / А.Г.Владыко, А.С.Мутханна, Р.В. Киричёк [и др.]; Федеральное агентство связи, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича» (СПбГУТ).– СПб:СПбГУТ: ИП Келлер, 2019 - ISBN 978-5-907207-41-7

*Электронные издания (электронные ресурсы)*

1. Концепция создания и развития сетей 5G/IMT-2020 в Российской Федерации //  
(Проект) [Электронный ресурс]  
<https://digital.gov.ru/uploaded/files/proekt-kontseptsii-sozdaniya-i-razvitiya-setej-5g-imt-2020-v-rossijskoj-federatsii.pdf>