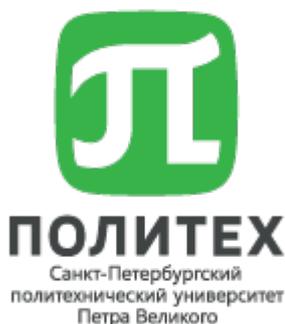


**федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»**



**УТВЕРЖДАЮ**

**Проректор по научно-организационной  
деятельности**

**Ю.С. Клочков**

**«14» апрель 2022 г.**

**ПРОГРАММА**

**вступительного испытания  
по специальной дисциплине**

**для поступающих на обучение по программам подготовки  
научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре**

**научная специальность**

**2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения**

Санкт-Петербург

2022

Руководитель ОП

Д.ф.-м.н., доцент

Н.К.Краснова

Составители:

К.т.н.

А.Л. Гельгор

Д.т.н., профессор

А.С. Коротков

Д.т.н., доцент

В.А. Сороцкий

К.т.н., доцент

С.В. Завьялов

К.т.н.

А.В. Рашич

Программа рассмотрена и рекомендована к изданию Научно-техническим советом (протокол № 5 от «21» марта 2022 г.).

## **1. Область применения и нормативные ссылки**

Программа вступительного испытания сформирована на основе федеральных государственных требований по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре и порядка приема на обучение по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.

## **2. Структура вступительного экзамена**

Программа вступительного испытания сформирована на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам специалитета или магистратуры.

Программа содержит перечень тем (вопросов) по специальной дисциплине соответствующей научной специальности **2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.**

Вступительное испытание по специальной дисциплине состоит из двух блоков:

- теоретический экзамен, проводимый очно в письменной и/или устной форме (максимальный балл – 100);
- портфолио (максимальный балл – 100).

Минимальное количество баллов для теоретического экзамена составляет 50 баллов.

При получении по теоретическому экзамену результата ниже минимального балла, портфолио не рассматривается и не суммируется с результатом теоретического экзамена.

### **2.1. Оценка индивидуальных достижений. Структура портфолио**

Максимальная возможная оценка за индивидуальные достижения (портфолио) составляет 100 баллов.

Для участия в конкурсе оценки индивидуальных достижений (портфолио) абитуриент может представить следующие документы, подтверждающие его достижения:

- a. Доклады на международных и российских конференциях, научных семинарах, научных школах и т.д. по направлению будущего диссертационного исследования. Подтверждается представлением программы конференции, диплома (сертификата) участника.
- b. Опубликованные или принятые к публикации научные работы (статьи, доклады в сборниках докладов). Подтверждается представлением электронных копий подлинников, ссылкой на открытые источники, справкой из редакции о принятии к публикации с обязательным указанием номера журнала и страниц. Публикации должны относиться к тому же направлению, что и тема будущего диссертационного исследования.
- c. Свидетельства о государственной регистрации программ и баз данных, патенты на изобретения, патенты на полезные модели, и проч.
- d. Участие в научно-исследовательских проектах, академических грантах. Подтверждается данными проекта (название, номер гранта, фонд), контактными данными руководителя проекта и краткой аннотацией (не более 200 слов), разъясняющей суть работы абитуриента.

**Перечень достижений портфолио, учитываемых при приеме на обучение**

| № п/п | Индивидуальное достижение  | Подтверждающий документ                            | Количество баллов за каждое достижение |
|-------|--|--|--|
| 1.    | <p>Научные публикации (тематика публикации должна соответствовать научной специальности, по которой поступающий участвует в конкурсе):</p> <p>в журналах перечня ВАК;</p> <p>в журналах индексируемых в Scopus и (или) WoS (в том числе входящих в базу данных RSCI) Q1 или Q2;</p> <p>в журналах индексируемых в Scopus и (или) WoS (в том числе входящих в базу данных RSCI) Q3 или Q4.</p>  | Копия статьи с выходными данными журнала, DOI, URL |  |
|       | в журналах перечня ВАК;  |  | 10                                     |
|       | в журналах индексируемых в Scopus и (или) WoS (в том числе входящих в базу данных RSCI) Q1 или Q2;   |  | 25                                     |
|       | в журналах индексируемых в Scopus и (или) WoS (в том числе входящих в базу данных RSCI) Q3 или Q4.   |  | 15                                     |
| 2.    | Гранты, проекты по выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, тематика которых соответствует направлению подготовки в конкурсе, по которому участвует поступающий, и в которых он являлся:  | Копия подписанного соглашения с грантодателем      |  |
|       | руководителем  |  | 10                                     |
|       | исполнителем   |  | 5                                      |
| 3.    | <p>Наличие документа, удостоверяющего авторство (соавторство) поступающего на достигнутый им научный (научно-методический, научно-технический, научно-творческий) результат интеллектуальной деятельности:</p> <p>– патент на изобретение;</p> <p>– патент на полезную модель;</p> <p>– свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ;</p> <p>– свидетельство о государственной регистрации базы данных;</p> <p>– свидетельство о государственной регистрации топологии интегральных микросхем.</p> | Копия патента или свидетельства                    |  |
|       | – патент на изобретение;   |  | 10                                     |
|       | – патент на полезную модель;   |  | 7                                      |
|       | – свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ;  |  | 5                                      |
|       | – свидетельство о государственной регистрации базы данных;   |  | 5                                      |
|       | – свидетельство о государственной регистрации топологии интегральных микросхем.  |  | 5                                      |

| № п/п | Индивидуальное достижение   | Подтверждающий документ  | Количество баллов за каждое достижение |
|-------|---|--|--|
| 4.    | <p>Публикация в материалах международных и всероссийских научно-технических конференций, включая публикации в выпусках научных журналов, публикующих статьи по итогам конференций (изданиях типа Conferenceseries и(или) Proceedings), проводимых не ранее чем за 2 года, предшествующих приему.</p> <p>Тематика публикации должна соответствовать научной специальности, по которой поступающий участвует в конкурсе:</p> <p>за конференцию, индексируемую в базе данных WebofScience и (или) Scopus (индексация сборника или журнала с публикацией подтверждается ссылкой или скриншотом из базы данных).</p> <p>за прочие конференции.</p> | Копии материалов конференций (тезисов докладов) с приложением титульных листов, DOI, URL (при наличии) |  |
|       |   |  | 5                                      |
|       |   |  | 3                                      |
| 5.    | Наличие дипломов победителей мероприятий международного и всероссийского значения, подтверждающие успехи в профессиональной подготовке кандидата для поступления в аспирантуру.   | Копия диплома  | 3                                      |

Оценка индивидуальных достижений проводится на собеседовании.

## 2.2. Структура и процедура проведения теоретического экзамена

Максимальная возможная оценка за теоретический экзамен составляет 100 баллов. Собеседование состоит из двух частей.

1) Ответ на вопросы в соответствии с научной специальностью будущей научно-исследовательской работы (диссертации).

Абитуриент выбирает билет, содержащий два вопроса из представленных в программе собеседования тем.

Абитуриенту предоставляется 30 минут на подготовку. В ходе ответа комиссия может задавать уточняющие вопросы.

2) Беседа по планируемому направлению исследований. Абитуриенту необходимо раскрыть следующие вопросы: предполагаемая тема научно-исследовательской работы, формулировка проблемы, цели ее исследования, новизна. В ходе ответа комиссия может задавать уточняющие вопросы.

## 2.3. Перечень тем для теоретического экзамена

### РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

#### ***Свойства сигналов, используемых в радиосистемах***

Модели сигналов и помех в радиотехнических системах. Представление сигналов. Спектральные представления. Аналитический сигнал. Дискретизация непрерывных сигналов. Дискретное преобразование Фурье.

#### ***Разрешение сигналов***

Проблема разрешения сигналов и двумерная функция автокорреляции по времени и частоте. Тело неопределенности. Диаграммы неопределенности простых и сложных сигналов.

#### ***Основы теории обнаружения и теории оценивания параметров сигналов***

Оптимальные стратегии принятия решений при обработке сигналов. Прием сигналов как статистическая задача проверки гипотез. Оптимальная Байесова стратегия. Выбор порога принятия решения. Критерий идеального наблюдателя. Критерий минимума средней вероятности ошибок. Критерий максимума апостериорной вероятности. Критерий максимума правдоподобия. Минимаксная стратегия. Критерий Неймана-Пирсона.

Последовательный анализ.

Сложные гипотезы. Проблема преодоления априорной неопределенности. Параметрические и непараметрические задачи. Обобщенный критерий максимального правдоподобия.

Функционал отношения правдоподобия. Функционал отношения правдоподобия для случая гауссова шума.

#### ***Оптимальные алгоритмы обнаружения и различения сигналов***

Оптимальная когерентная обработка сигналов. Алгоритм оптимальной когерентной обработки на фоне белого гауссова шума. Обнаружение одиночного сигнала. Обнаружение пачки сигналов. Алгоритм оптимального когерентного различения сигналов.

Корреляционные устройства обнаружения и различения сигналов. Обработка с выделением низкочастотных квадратурных составляющих. Реализация устройств обнаружения и различения сигналов на основе согласованных фильтров. Сравнение с корреляционной обработкой в случаях использования простых и сложных сигналов. Помехоустойчивость оптимального когерентного обнаружителя. Потенциальная помехоустойчивость при различении сигналов. Эффективность различных методов модуляции при поэлементном приеме в системах передачи дискретных сообщений. Противоположные сигналы. Ортогональные сигналы. Геометрическая интерпретация.

Относительная фазовая манипуляция. Сигналы с непрерывной фазой. Модуляция с минимальным сдвигом частоты. Гауссова модуляция с минимальным сдвигом частоты. Оптимальные методы обнаружения и различения сигналов на фоне коррелированных гауссовых помех.

Обнаружение и различение сигналов со случайными параметрами. Оптимальная некогерентная обработка сигналов. Алгоритм оптимального некогерентного обнаружения и его реализация. Квадратурно-корреляционная обработка. Обработка с помощью согласованных фильтров. Обработка с выделением низкочастотных квадратурных составляющих.

Рабочие характеристики оптимального некогерентного обнаружителя. Оптимальная некогерентная обработка пачек импульсов. Влияние флуктуаций амплитуды импульсов. Алгоритм оптимального некогерентного различения сигналов и его реализация.

Выбор оптимальных сигналов. Помехоустойчивость поэлементного приема ортогональных усиленных смысле сигналов.

### ***Энергетическая и спектральная эффективность передачи дискретных сообщений***

Информационные характеристики систем передачи дискретных сообщений. Количество информации, содержащееся в сообщении. Скорость передачи информации. Производительность источника сообщений.

Дискретный канал. Дискретный канал без шума. Терма Шеннона для дискретного канала без шума. Кодирование источника. Дискретный канал с шумом. Терма Шеннона для дискретного канала с шумом. Непрерывный канал. Формула Шеннона для пропускной способности непрерывного канала.

Предельные показатели эффективности. Граница Шеннона. Многопозиционные системы передачи дискретных сообщений. Средняя вероятность ошибочного приема. Оптимальные системы сигналов. Сигналы на основе матриц Адамара. Достижение наивысшей энергетической эффективности. Сравнение с границей Шеннона. Проблема компромисса между энергетической и спектральной эффективностью. Составные сигналы. Прием «в целом». Канальное кодирование. Блочные коды. Минимальное хэммингово расстояние. Возможность обнаружения и исправления ошибок. Эффективность помехоустойчивого кодирования. Энергетический выигрыш кодирования. Линейные блочные коды. Порождающая матрица. Проверочная матрица. Синдром. Каскадные коды. Сверточные коды. Длина кодового ограничения. Решетчатая диаграмма кодера. Понятие декодирования сверточных кодов на основе алгоритма Витерби. Понятие турбо-кодов. Понятие сигнально-кодовых конструкций.

Особенности передачи дискретных сообщений в каналах с замираниями и многолучевых каналах. Методы борьбы с межсимвольной интерференцией. Эквалайзеры. Переключение кодовых символов. Многочастотная модуляция на ортогональных поднесущих.

### ***Основы статистической теории измерения параметров сигналов***

Измерение параметров сигналов. Оптимальные стратегии статистического оценивания параметров сигналов. Байесовы оценки. Минимаксные оценки. Оценки по максимальному правдоподобию.

Характеристики качества оценок. Неравенство Крамера-Рао. Оптимальный алгоритм оценки времени прихода, амплитуды и начальной фазы сигнала и его реализация. Потенциальная точность оценки параметров сигнала. Потенциальная точность оценки времени прихода сигнала. Оптимальный алгоритм оценки частоты сигнала и его реализация. Оценка доплеровского смещения частоты. Общие сведения о линейной и нелинейной фильтрации меняющихся во времени параметров.

Фильтры Винера и Калмана. Прием непрерывных сообщений как реализация статистической оценки параметров сигнала. Потенциальная точность оценки параметров сигналов в системах передачи непрерывных сообщений. Обобщенный выигрыш метода модуляции. Сравнение различных методов модуляции (амплитудная, однополосная, частотная, импульсно-кодовая).

### ***Специальные вопросы помехоустойчивого кодирования и декодирования***

Граница Хэмминга. Плотнупакованные коды. Дуальные коды. Код Хэмминга. Эквивалентные коды Хэмминга. Спектр кода Хэмминга. Синдромный алгоритм декодирования. Итеративные алгоритмы декодирования кодов с низкой плотностью проверок на четность. Циклические коды. Порождающий и проверочные полиномы. Методы кодирования. Циклические коды Хэмминга. Коды БЧХ. Коды для обнаружения пачек ошибок. Недвоичные коды. Код Рида-Соломона. Сверточный линейный код. Нерекурсивный и рекурсивный сверточные кодеры. Систематическая и несистематическая формы кодирования. Описание сверточного кода в пространстве состояний. Алгоритм максимального правдоподобия Витерби. Энергетический выигрыш от мягкого декодирования. Каскадные конструкции сверточных кодов и кодов Рида-Соломона. Турбо-

код как блочный код на основе сверточных кодеров. Принципы построения сигнально-кодовых конструкций. Классификация. Решетчатая кодовая модуляция. Многоуровневая кодовая модуляция. Модуляция с битовым перемежением.

### ***Специальные типы радиотехнических систем***

Классификация радиотехнических систем (РТС). Параметры и показатели качества для каждого из типов РТС. Оценка характеристик РТС. Дальность действия как основная характеристика РТС. Влияние характеристик канала преобразования информации на дальность действия РТС (атмосферные явления, замирания сигналов, влияние Земли на дальность действия, чувствительность приемного устройства, параметры антенных систем, мощность передающего устройства). Методы поиска сигналов в радиолокационных и радионавигационных системах. Радиолокационная селекция и распознавание объектов. Точность и разрешающая способность измерений координат. Методы определения координат объектов. Методы измерения дальности, скорости и угловых координат.

Методы оценивания параметров сигналов. Алгоритмы оценивания амплитуды, фазы, частоты, времени задержки радиосигнала. Точность оценки параметра. Особенности совместной оценки параметров. Выбор сигналов для повышения точности оценки. Системы слежения за параметрами сигнала. Виды радионавигационных систем (РНС). Системы позиционной навигации. Фазовые и импульсно-фазовые РНС. Многозначность измерений. Спутниковые РНС. Системы радиопротиводействия и защита от активных помех.

## **РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА**

### ***Цифровые устройства и микропроцессоры***

Понятие комбинационных и последовательностных цифровых устройств. Методы задания логических функций. Таблица истинности. Таблицы истинности для следующих двухвходовых логических функций: AND, OR, NAND, NOR, XNOR. Шифраторы и дешифраторы, кодопреобразователи, приоритетный шифратор. Код Грея, семисегментный код, двоично-десятичный код. Мультиплексоры и демультиплексоры. Двоичная позиционная система счисления, представления отрицательных чисел в двоичном коде. Полусумматор и полный сумматор (беззнаковых и знаковых чисел). Сдвиг двоичных чисел: логический, арифметический, циклический. Виды триггеров и их таблицы переключения. Триггеры-защелки, синхронные триггеры с динамическим управлением. Регистры. Счетчики: суммирующий, вычитающий, реверсивный, кольцевой, Грея, с произвольным коэффициентом пересчета. Память: RAM, ROM, FIFO, LIFO. Конечные автоматы Мили и Мура. Операции в фиксированной точке: представление, аналитическая запись, методы округления. Операции в плавающей точке: экспоненциальная форма, нормальная и нормализованная формы. Статический временной анализ: критический путь, время установки, время удержания. Метастабильность.

### ***Аналоговые электронные устройства***

Основные показатели и характеристики аналоговых электронных устройств. Обратная связь и ее влияние на показатели и характеристики аналоговых устройств. Обеспечение и стабилизация режима работы транзисторов по постоянному току. Каскады предварительного усиления. Оконечные усилительные каскады. Операционные усилители. Активные резистивно-емкостные фильтры. Компараторы.

### ***Устройства приема и обработки сигналов***

Основные характеристики устройств приема и обработки сигналов (УПОС). Входные цепи и устройства. Усилители сигналов радиочастоты. Усилители сигналов промежуточной частоты. Преобразователи частоты. Детекторы сигналов. Ручные и автоматические регулировки. Частотно-избирательные устройства. Применение цифровой обработки сигналов в УПОС.

### ***Устройства генерирования и формирования сигналов***

Основы теории и расчета высокочастотных резонансных генераторов с внешним возбуждением (ГВВ). Широкополосные усилители мощности. Ключевые ГВВ и усилители мощности. Устройства сложения мощностей. Автогенераторы (АГ) гармонических колебаний и синтезаторы сетки частот. Формирование радиосигналов высоких частот с амплитудной, частотной и фазовой модуляциями. Способы повышения КПД при усилении радиосигналов с высоким пик-фактором. Устройства генерирования колебаний сверхвысоких частот (СВЧ).

## 2.4. Перечень вопросов для теоретического экзамена

1. Преобразование Гильберта вещественного сигнала. Аналитический сигнал.
2. Спектр сигнала при амплитудно-импульсной модуляции. Дискретное преобразование Фурье.
3. Разрешение сигналов. Функция неопределенности сигнала. Примеры для «простых» и «сложных» сигналов.
4. Оптимальные стратегии принятия решений при обработке сигналов.
5. Функционал отношения правдоподобия для случая гауссового шума.
6. Алгоритмы оптимальной когерентной обработки на фоне "белого" гауссового шума (обнаружение и различение сигналов).
7. Реализация алгоритмов оптимальной когерентной обработки на фоне "белого" гауссового шума (обнаружение и различение сигналов).
8. Помехоустойчивость оптимального когерентного обнаружителя (одиночный сигнал, пачка сигналов).
9. Помехоустойчивость при оптимальном когерентном различении сигналов (поэлементный прием). Выбор оптимальных сигналов.
10. Относительная фазовая манипуляция. Формирование и прием сигналов. Помехоустойчивость.
11. Модуляция с минимальным сдвигом частоты (MSK).
12. Гауссова модуляция с минимальным сдвигом частоты (GMSK).
13. Оптимальные методы когерентного обнаружения и различения сигналов на фоне коррелированных гауссовых помех.
14. Обнаружение и различение сигналов со случайными параметрами. Оптимальная некогерентная обработка сигналов. Функционал отношения правдоподобия.
15. Алгоритм оптимального некогерентного обнаружения (одиночный сигнал, пачка сигналов).
16. Помехоустойчивость алгоритма оптимального некогерентного обнаружения сигналов (одиночный сигнал, пачка сигналов).
17. Алгоритм оптимального некогерентного различения сигналов.
18. Помехоустойчивость при оптимальном некогерентном различении сигналов (поэлементный прием). Выбор оптимальных сигналов.
19. Количество информации, содержащейся в дискретном сообщении. Скорость передачи информации. Производительность источника дискретных сообщений.
20. Основные характеристики дискретного канала с шумом (ДКШ). Основной результат теоремы кодирования для ДКШ.
21. Предельные показатели эффективности систем цифровой радиосвязи. Граница Шеннона.
22. Компромисс между энергетической и спектральной эффективностью. Составные сигналы. Прием «в целом». Канальное кодирование.
23. Возможность обнаружения и исправления ошибок в кодовых комбинациях.
24. Оценка энергетической эффективности помехоустойчивого кодирования
25. Линейные блочные коды. Порождающая матрица. Проверочная матрица. Синдромное декодирование.
26. Сверточное кодирование.
27. Турбо-коды.

28. Передача в условиях замираний сигнала. Перемежение передаваемых символов. Многопозиционное кодирование. Код Рида-Соломона.
29. Передача в условиях замираний сигнала. Каскадное кодирование.
30. Принципы построения сигнально-кодовых конструкций. Классификация. Решетчато-кодовая модуляция. Многоуровневая кодовая модуляция. Модуляция с битовым перемежением.
31. Оптимальные стратегии статистического оценивания параметров сигналов (байесовы оценки; минимаксные оценки; оценки по максимальному правдоподобию).
32. Оптимальный алгоритм оценки времени прихода, амплитуды и начальной фазы сигнала и его реализация.
33. Потенциальная точность оценки параметров сигнала. Потенциальная точность оценки времени прихода сигнала.
34. Прием непрерывных сообщений как реализация статистической оценки параметров сигнала. Потенциальная точность оценки параметров сигналов в системах передачи непрерывных сообщений.
35. Основные характеристики и показатели качества радиотехнических систем (РТС)
36. Дальность действия РТС. Влияние характеристик канала распространения радиоволн, чувствительности приемного устройства, параметров антенных систем, мощности передающего устройства.
37. Методы поиска сигналов в радиолокационных и радионавигационных системах.
38. Методы измерений координат объектов. Точность и разрешающая способность измерений.
39. Методы измерения дальности, скорости и угловых координат.
40. Системы позиционной навигации.
41. Фазовые и импульсно-фазовые радионавигационные системы.
42. Глобальные спутниковые радионавигационные системы.
43. Системы спутниковой связи.
44. Понятие комбинационных и последовательностных цифровых устройств. Методы задания логических функций. Таблица истинности. Таблицы истинности для следующих двухвходовых логических функций: AND, OR, NAND, NOR, XNOR.
45. Шифраторы и дешифраторы, кодопреобразователи, приоритетный шифратор. Код Грея, семисегментный код, двоично-десятичный код.
46. Мультиплексоры и демультиплексоры.
47. Двоичная позиционная система счисления, представления отрицательных чисел в двоичном коде. Полусумматор и полный сумматор (беззнаковых и знаковых чисел). Сдвиг двоичных чисел: логический, арифметический, циклический.
48. Виды триггеров и их таблицы переключения. Триггеры-защелки, синхронные триггеры с динамическим управлением. Регистры.
49. Счетчики: суммирующий, вычитающий, реверсивный, кольцевой, Грея, с произвольным коэффициентом пересчета.
50. Память: RAM, ROM, FIFO, LIFO.
51. Конечные автоматы Мили и Мура.
52. Операции в фиксированной точке: представление, аналитическая запись, методы округления.
53. Операции в плавающей точке: экспоненциальная форма, нормальная и нормализованная формы.

54. Статический временной анализ: критический путь, время установки, время удержания.
55. Метастабильность.
56. Обратная связь и ее влияние на показатели и характеристики аналоговых устройств.
57. Обеспечение и стабилизация режима работы транзисторов по постоянному току в аналоговых устройствах.
58. Каскады предварительного усиления.
59. Оконечные усилительные каскады.
60. Операционные усилители.
61. Активные резистивно-емкостные фильтры.
62. Основные характеристики радиоприемных устройств. Входные цепи.
63. Усилители сигналов радиочастоты.
64. Усилители сигналов промежуточной частоты.
65. Преобразователи частоты.
66. Детекторы сигналов.
67. Ручные и автоматические регулировки.
68. Частотно-избирательные устройства.
69. Помехоустойчивость устройств приема сигналов по отношению к помехам различного вида.
70. Применение цифровой обработки сигналов в устройствах приема сигналов.
71. Расчет высокочастотных резонансных генераторов с внешним возбуждением.
72. Широкополосные усилители мощности.
73. Расчет ключевых генераторов (на примере генератора с переключением напряжения и генератора с переключением тока).
74. Способы уменьшения коммутационных потерь в транзисторных ключах.
75. Принципы реализации ключевых усилителей мощности сигналов произвольной формы. Широтно-импульсная модуляция.
76. Устройства сложения мощностей.
77. Способы повышения КПД при усилении радиосигналов с высоким пик-фактором.
78. Автогенераторы гармонических колебаний и синтезаторы сетки частот.
79. Формирование радиосигналов с амплитудной, частотной и фазовой модуляциями.
80. Устройства генерирования колебаний сверхвысоких частот.

## 2.5. Критерии оценки теоретического экзамена

Оценка знаний поступающего в аспирантуру производится по сто бальной шкале.

**100 баллов** выставляется экзаменационной комиссией за обстоятельный и обоснованный ответ на все вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии. Поступающий в аспирантуру в процессе ответа на вопросы экзаменационного билета правильно определяет основные понятия, свободно ориентируется в теоретическом и практическом материале по предложенной тематике.

**75 баллов** выставляется поступающему в аспирантуру за правильные и достаточно полные ответы на вопросы экзаменационного билета, которые не содержат грубых ошибок и неточностей в трактовке основных понятий и категорий, но в процессе ответа возникли определенные затруднения при ответе на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии.

**50 баллов** выставляется поступающему в аспирантуру при недостаточно полном и обоснованном ответе на вопросы экзаменационного билета и при возникновении серьезных затруднений при ответе на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии.

**0 баллов** выставляется в случае отсутствия необходимых для ответа на вопросы экзаменационного билета теоретических и практических знаний.

## 2.6.Список рекомендуемой литературы

1. Сотовые системы мобильной радиосвязи: учебное пособие для вузов / В.Ю. Бабков, И.А. Цикин; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – 425 с.
2. Радиотехнические системы: Учеб.пособие для вузов / Ю.П. Гришин, В.П. Ипатов, Ю.М. Казаринов и др.; под ред. Ю.М. Казаринова. – М.: Высшая школа, 1990.
3. Сосулин Ю.Г. Теоретические основы радиолокации и радионавигации. –М.: Радио и связь, 1992.
4. Радиотехнические системы передачи информации: Учеб.пособие для вузов / В.А.Борисов, В.В.Калмыков, Я.М.Ковальчук и др.; под ред.В.В.Калмыкова. - М.: Радио и связь, 1990.
5. Основы теории информации. (учебное пособие) / Гельгор А.Л., Попов Е.А. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2008. – 157 с. ISBN: 978-5-7422-1992-7
6. Дискретные каналы передачи информации (учебное пособие) / Гельгор А.Л., Попов Е.А. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2008. – 135 с. ISBN: 978-5-7422-1990-3
7. Система цифрового телевизионного вещания стандарта DVB-T (учебное пособие) / Гельгор А.Л., Попов Е.А. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2010. – 207 с. ISBN: 978-5-7422-2973-5
8. Сотовые сети мобильной связи стандарта UMTS (учебное пособие) / Гельгор А.Л., Попов Е.А. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2010. – 226 с. ISBN: 978-5-7422-3003-8
9. Технология LTE мобильной передачи данных (учебное пособие) / Гельгор А.Л., Попов Е.А. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2010. – 205 с. ISBN: 978-5-7422-3075-5
10. Моделирование в инфокоммуникационных системах. Методы моделирования случайных величин и случайных процессов (учебное пособие) / Гельгор А.Л., Попов Е.А. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2012. – 217 с. ISBN: 978-5-7422-3638-2
11. Общая теория связи. Проверка статистических гипотез. Оценивание параметров. Оптимальный приём сигналов / Гельгор А.Л., Попов Е.А. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2012. – 229 с.
12. Теоретико-информационные основы телекоммуникационных систем / Гельгор А.Л., Попов Е.А. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2013. – 288 с.
13. Общая теория связи. Винеровская фильтрация / Гельгор А.Л., Попов Е.А. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2013, 186 с. DOI: 10.18720/SPBPU/2/si20-953.
14. Технологии инфокоммуникационных сетей / С. В. Завьялов, А. В. Речинский, В. С. Синепол. – СПб: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2019. 653 с.
15. Сети беспроводного доступа WiMAX / А. В. Рашич. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. –179 с.
16. Прием и обработка сигналов сетей WiFi и WiMAX. Тактовая синхронизация и эквалайзинг / А. В. Рашич, А. Б. Кислицын. –СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. –187 с.

17. Цифровые устройства и микропроцессоры. Комбинационная и последовательностная логика. Лабораторный практикум / А. В. Рашич. –СПб: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2021. –122 с.

18. Бунтов В.Д., Макаров С.Б. Микропроцессорные системы: учебное пособие для вузов/ Ч.1: Цифровые устройства. Санкт-Петербургский государственный политехнический университет.– СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008. – 257 с.

19. Бунтов В.Д., Макаров С.Б. Микропроцессорные системы: учебное пособие для вузов/Ч.2: Микропроцессорные устройства. Санкт-Петербургский государственный политехнический университет.– СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008. – 227 с.

20. Микушин А.В., Сажнев А.М., Сединин В.И. Цифровые устройства и микропроцессоры: учеб. пособие – СПб.: БХВ- Петербург, 2010.

21. Павлов В.Н., Ногин И.Н. Схемотехника аналоговых электронных устройств: учебное пособие для вузов по направлению подготовки "Радиотехника" / В. Н. Павлов.– М.: Академия, 2008. – 287 с.

22. Радиопередающие устройства: Учебник для вузов /С.И. Дингес, Р.Ю. Иванюшкин, В.Б. Козырев, К.И. Кукк, В.В. Шахгильдян, М.С. Шумилин: Под общей редакцией Р. Ю. Иванюшкина. – М.: Горячая линия–Телеком, 2021. –1200 с.

23. О.В.Головин. Устройства генерирования, формирования, приема и обработки сигналов. Учебное пособие для вузов, М.: Горячая линия – Телеком, 2014, 783 с.

24. А.С.Коротков. Устройства приема и обработки сигналов: микроэлектронные высокочастотные устройства радиоприемников систем связи, СПб: Изд-во Политехн. Ун-та, 2010, 223 с.

## Приложение

### Сведения о достижениях портфолио кандидата для поступления по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре СПбПУ

| (Ф.И.О. кандидата для поступления в аспирантуру) |  |  |   |
|--|--|--|---|
| (научная специальность)                          |  |  |   |
| № п/п  | Индивидуальное достижение  | Количество баллов за каждое достижение | Рейтинговая оценка показателя, общий балл |
| 1.   | Научные публикации (тематика публикации должна соответствовать научной специальности, по которой поступающий участвует в конкурсе):<br>в журналах перечня ВАК;   | 10                                     |   |
|  | в журналах индексируемых в Scopus и (или) WoS (в том числе входящих в базу данных RSCI) Q1 или Q2;   | 25                                     |   |
|  | в журналах индексируемых в Scopus и (или) WoS (в том числе входящих в базу данных RSCI) Q3 или Q4.   | 15                                     |   |
| 2.   | Гранты, проекты по выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, тематика которых соответствует направлению подготовки в конкурсе, по которому участвует поступающий, и в которых он являлся:  |  |   |
|  | руководителем,   | 10                                     |   |
|  | исполнителем.  | 5                                      |   |
| 3.   | Наличие документа, удостоверяющего авторство (соавторство) поступающего на достигнутый им научный (научно-методический, научно-технический, научно-творческий) результат интеллектуальной деятельности:  |  |   |
|  | – патент на изобретение;   | 10                                     |   |
|  | – патент на полезную модель;   | 7                                      |   |
|  | – свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ;  | 5                                      |   |
|  | – свидетельство о государственной регистрации базы данных;   | 5                                      |   |
|  | – свидетельство о государственной регистрации топологии интегральных микросхем.  | 5                                      |   |
| 4.   | Публикация в материалах международных и всероссийских научно-технических конференций, включая публикации в выпусках научных журналов, публикующих статьи по итогам конференций (изданиях типа ConferenceSeries и(или) Proceedings), проводимых не ранее чем за 2 года, предшествующих приему (тематика публикации должна соответствовать научной специальности, по которой поступающий участвует в конкурсе):<br>за конференцию, индексируемую в базе данных WebofScience и (или) Scopus (индексация сборника или журнала с публикацией подтверждается ссылкой или скриншотом из базы данных); | 5                                      |   |
|  | за прочие конференции.   | 3                                      |   |
| 5.   | Наличие дипломов победителей мероприятий международного и всероссийского значения, подтверждающие успехи в профессиональной подготовке кандидата для поступления в аспирантуру   | 3                                      |   |
| <b>Суммарный рейтинговый балл</b>                |  |  |   |

Кандидат в аспирантуру

\_\_\_\_\_

(подпись)

\_\_\_\_\_

(Ф.И.О).

Предполагаемый научный руководитель

\_\_\_\_\_

(подпись)

\_\_\_\_\_

(Ф.И.О).

Руководитель образовательных программ  
по аспирантуре института

\_\_\_\_\_

(подпись)

\_\_\_\_\_

(Ф.И.О).