

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В АСПИРАНТУРУ

по дисциплине
«СПЕЦИАЛЬНАЯ ДИСЦИПЛИНА»
группа научных специальностей
2.2. «Электроника, фотоника, приборостроение и связь»
Научная специальность
2.2.15 «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»

Форма обучения – очная

Санкт-Петербург
2025 г.

Программа разработана и утверждена на основании приказа Министерства образования и науки Российской Федерации от 06 августа 2021 года № 721 «Об утверждении Порядка приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре».

Порядок проведения вступительных испытаний при поступлении в аспирантуру по группе научных специальностей 2.2. «Электроника, фотоника, приборостроение и связь» регламентируется Правилами приема в Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I для поступления на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре на 2025/2026 учебный год и данной программой.

Программа вступительных испытаний для поступления в аспирантуру по группе научных специальностей 2.2. «Электроника, фотоника, приборостроение и связь» на основе требований Федерального государственного стандарта высшего образования по специальности 23.05.05. «Системы обеспечения движения поездов» (далее – ФГОС ВО) утвержденного 27 марта 2018 г., приказ Минобрнауки России № 217

1 Цель и задачи вступительных испытаний

Целью вступительных испытаний для поступления в аспирантуру по группе научных специальностей 2.2. «Электроника, фотоника, приборостроение и связь» является оценка сформированности у поступающего основных исследовательских и аналитических компетенций, позволяющих ему проводить научные исследования и самостоятельно решать профессиональные задачи разных типов и уровня сложности.

Задачи вступительных испытаний:

- Оценить уровень теоретической и практической подготовленности поступающих к обучению в аспирантуре;
- Выявить склонности к научно-исследовательской деятельности;
- Определить область научных интересов.

2 Требования к уровню подготовки поступающих

В аспирантуру по группе научных специальностей 2.2. «Электроника, фотоника, приборостроение и связь» принимаются лица, имеющие образование не ниже высшего образования (специалитет или магистратура).

3 Форма и процедура вступительных испытаний

Вступительные испытания в аспирантуру являются формой проверки профессиональной готовности поступающего к решению комплекса профессиональных задач. Порядок проведения вступительных испытаний при поступлении в аспирантуру регламентируется Правилами приема на обучение по образовательным программам – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре федерального государственного бюджетного

образовательного учреждения высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I».

Приём на обучение по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре осуществляется по результатам вступительных испытаний, принимаемого экзаменационной комиссией, назначенной приказом Ректора.

Вступительные испытания по специальной дисциплине включают в себя: реферат, экзамен и оценку индивидуальных достижений поступающего в научной деятельности.

Обязательной частью вступительных испытаний является наличие научного реферата по предполагаемой теме диссертационного исследования. Тема научного реферата выбирается самостоятельно выбирается поступающим, из списка, приведенного в соответствующем разделе данной программы, в соответствии с его научными интересами. По выполненному реферату проводится устное собеседование.

Экзамен проводится в письменной форме с устными комментариями по билетам, составленным из основных разделов программы вступительных испытаний. Экзаменационный билет содержит три вопроса.

4 Содержание программы вступительных испытаний

Целью вступительного испытания является определение уровня подготовки и степени сформированности у поступающего в аспирантуру аналитических, исследовательских и профессиональных компетенций, позволяющих вести самостоятельные научные исследования.

Темы рефератов и предполагаемое краткое содержание по научной специальности

Таблица 1 - Темы рефератов

№ п/п	Тема реферата	Рекомендуемое краткое содержание реферата
1	Перспективные направления развития сетей связи (втч на железнодорожном транспорте)	Современные системы и средства передачи информации. Основные их характеристики. Эволюция развития сетей связи. Новые услуги связи, интерфейсы, виды оборудования, протоколы. Зарубежные концепции развития телекоммуникаций. Характеристика сетей связи следующего поколения (NGN) и сетей с виртуализацией сетевых функций. Общие принципы моделирования ТКС.
2	Обеспечение безопасности информации в телекоммуникационных сетях (ТКС)	Общая характеристика сети связи как объекта воздействия злоумышленника. Основные виды современных угроз. Известные уязвимости в ТКС. Виды средств защиты информации для ТКС. Подходы к выбору и обоснованию видов СЗИ и характеристик СЗИ для ТКС. Общие принципы моделирования ТКС в условиях ВДФ.
3	Системы частотной и временной синхронизации сетей связи	Потребители сигналов частотно временного обеспечения (ЧВО) в ТКС и на РЖД. Виды

		сигналов ЧВО. Источники формирующие сигналы ЧВО. Способы доставки сигналов ЧВО с применением действующих и перспективных ТКС. Источники и виды помех приводящих к искажению сигналов ЧВО. Принципы измерения сигналов ЧВО. Общие принципы моделирования сетей распределения сигналов ЧВО.
4	Обеспечение устойчивости функционирования сетей связи в условиях различных видов внешних дестабилизирующих воздействий (ВДФ)	Понятие устойчивости применительно к ТКС. Классификация ВДФ воздействующих на ТКС в различные периоды. Подходы к повышению устойчивости сетей связи. Сравнение различных подходов по обеспечению устойчивости. Требования по устойчивости к ТКС. Общие принципы моделирования сетей, функционирующих в условиях ВДФ.
5	Современные технологии IoT и беспроводных сенсорных сетей (БСС) применительно к задачам ж.д. транспорта	Концепция IoT. Основные элементы, характеристики и области применения. Принципы построения БСС, основные элементы, характеристики и области применения. Характеристики средств беспроводной связи применяемых для IoT. Предложения по применению IoT на ж.д. транспорте. Основные отличия ПoT и IoT. Общие принципы моделирования БСС в составе IoT.
6	Перспективные средства беспроводной связи для ж.д. транспорта	Состав и структура современных сетей радиосвязи на ж.д. транспорте. Характеристики передовых средств беспроводной связи, применяемых в России и зарубежном. Перспективные средства спутниковой связи используемые зарубежном. Особенности технологий 5G и 6G. Перспективы применения технологий SDR. Перечень задач моделирования в сетях беспроводной связи.
7	Система мониторинга (СМ) и управления (СУ) для телекоммуникационных сетей	Цели и задачи СМ и СУ в ТКС. Международные концепции построения СМ и СУ в ТКС. Основные свойств и требования с СУ ТКС. Состав и структура СУ ТКС. Примеры. Протоколы и базы данных, применяемые в СУ и направления их модернизации. Технические средства применяемы в СУ ТКС. Общие требования безопасности СУ ТКС. Виды информационно-расчетных задач решаемых в СУ ТКС. Общие принципы моделирования СУ ТКС.
8	Обеспечение качества обслуживания в современных мультисервисных сетях связи	Понятие качества обслуживания в ТКС для различных видов трафика. Понятие мультисервисности для ТКС и общие подходы для ее реализации. Отечественные и

		зарубежные стандарты определяющие требования по качеству обслуживания. Понятие приоритетов в обслуживании их виды и принципы обеспечения. Механизмы, реализуемые в сетевых устройствах различного класса для обеспечения качества обслуживания. Способы оценки/измерения степени достижения требований по качеству обслуживания. Общие принципы моделирования сетей с различными классами обслуживания и разными требованиями по качеству обслуживания.
9	Современные математические методы и модели для расчета и совершенствования телекоммуникационных сетей	Общая характеристика математических моделей. Классификация математических моделей. Исходные данные для математического моделирования. Выбрать класс математических моделей и привести детальное описание этапов формирования модели (втч на примере) и результатов моделирования. Перечень задач моделирования в телекоммуникациях. Общие сведения о методах искусственного интеллекта, области применения и направлениях развития.

Объем реферата должен составлять не менее 20 стр. машинописного текста на бумаге формата А4. Допускается раскрыть часть вопросов из краткого содержания реферата (таблица 1. Реферат должен представлять собой самостоятельно выполненную оригинальную работу. Степень оригинальности контролируется при помощи системы Антиплагиат.ВУЗ на объем заимствования во время проверки. Реферат должен содержать список использованной литературы).

Титульный лист реферата должен быть выполнен в соответствии с приложением 1 к данной программе. Реферат представляется в печатном виде в ауд. 7-402, не позднее чем за 24 часа до начала вступительного испытания по специальной дисциплине. Каждая стр. реферата подписывается поступающим, в конце реферата указывается общее число стр. текста и ставится подпись поступающего. Кроме того, реферат передается в электронном виде на электронную почту asr@rgups.ru (почта аспирантуры) также не позднее чем за 24 часа до начала вступительного испытания в формате pdf. В теме письма указывается Реферат по специальности 2.2.15. ФИО поступающего. Письмо направляется с почты, указанной для контактов при подаче документов.

Вопросы к экзамену

Раздел 1 Общие вопросы

1. Назначение, структура и классификация сетей общетехнологической телефонной связи (ОБТС) железнодорожного транспорта. Способы обеспечения надежности связи и живучести сети. Системы нумерации и сигнализации в сетях ОБТС.

2. Состав и назначение оборудования цифровых коммутационных станций с коммутацией каналов. Анализ способов построения цифровых коммутационных станций для их эффективного использования в широком диапазоне абонентской ёмкости (от нескольких десятков до 10000 номеров).
3. Основные составляющие сети телефонной связи с коммутацией пакетов и их назначение. Протоколы сети IP-телефонии, предназначенные для переноса речевого трафика и для сигнализации. Способы снижения задержек речи в сети IP-телефонии.
4. Дисциплины обслуживания вызовов и примеры их применения в сетях ОБТС. Основные показатели качества обслуживания вызовов в сетях ОБТС и сравнительный анализ этих показателей для сетей с коммутацией каналов и пакетов.
5. Основные характеристики трафика (нагрузки) и методы их оценки. Свойства самоподобного трафика в сетях с пакетной коммутацией и показатель Хёрста.
6. Основные виды оперативно-технологической связи на железнодорожном транспорте и их назначение. Особенности построения сетей ОТС и технологии пользования (установление соединений и ведение разговоров) системами ОТС.
7. Основные составляющие цифровых сетей ОТС при организации диспетчерской связи. Сравнение систем сигнализации и способов образования каналов связи в цифровых сетях ОТС и ОБТС.
8. Построение цифровой сети ОТС с двухуровневой кольцевой структурой каналов. Назначение колец обоих уровней. Алгоритм управления передачей речи и сигнальных сообщений в кольце в работоспособном состоянии и при обрыве кольца.

Раздел 2 «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»

1. Схема волоконно-оптической линии передачи, основные элементы волоконно-оптического тракта, арматура волоконно-оптических линий связи. Принципы работы волоконно-оптической линии передачи с волновым разделением каналов.
2. Конструкция и классификация оптических волокон по рекомендациям МСЭ-Т. Волокно со смещенной не нулевой дисперсией: причины их появления, характеристики, область применения.
3. Причины дисперсии световых импульсов в оптических волокнах: модовая, хроматическая, поляризационная модовая. Способы компенсации дисперсии.
4. Характеристики передачи оптического волокна: затухание, полоса пропускания одномодовых и многомодовых волокон. Оптические усилители на эрбиевом волокне: принцип работы, область применения, характеристики.
5. Классификация и конструкция оптических кабелей связи. Сравнение способов прокладки оптических кабелей.

6. Разъемные и неразъемные соединения, причины потерь в соединениях оптических волокон способы их уменьшения. Пассивные элементы ВОЛС.
7. Эксплуатационные измерения оптических кабелей связи, в проходящем свете и с использованием метода обратного рассеяния. Мониторинг волоконно-оптических линий связи.
8. Преобразование сигналов в оборудовании первичного мультиплексирования (дискретизация, квантование, кодирование). Аппаратура первичного мультиплексирования, применяемая на сетях связи железнодорожного транспорта.
9. Основные принципы плезиохронной цифровой иерархии (PDH). Устройства асинхронного сопряжения передачи и приема. Аппаратура плезиохронной цифровой иерархии, применяемая на сетях связи железнодорожного транспорта.
10. Основные принципы синхронной цифровой иерархии (SDH). Схемы мультиплексирования. Проанализировать технические возможности современного оптического оборудования с разделением сигналов по длине волн.
11. Структура синхронного транспортного модуля STM-N.
12. Топология сетей синхронной цифровой иерархии. Дать оценку состояния и перспективы применения оптических усилителей.
13. Основные методы повышения надежности сетей SDH. Дать анализ принципов нормирования параметров первичных цифровых каналов (ПЦК).
14. Построение магистральной, дорожной и отделенческой первичной цифровой сети связи. Дать анализ параметров первичных эталонных генераторов (ПЭГ), применяемых на сети связи.
15. Комплексный метод анализа линейных цепей. Передаточная функция, импульсная характеристика дифференцирующих и интегрирующих RL- и RC - цепочек.
16. Телеграфные уравнения длинной линии. Условия их применимости. Решение волнового уравнения и его физический смысл. Постоянная распространения. Волновое сопротивление.
17. Телеграфные уравнения длинной линии. Отражение волн. Согласование линии и нагрузки. Согласованная линия: соотношение Найквиста. Способы согласования: шлейф, четвертьволновая линия.
18. Эквивалентная схема линии с потерями. Отражение от нагруженного конца длинной линии. Линия с малыми потерями, неискажающая линия.
19. Виды модуляции сигналов. Способы модуляции АМ, ФМ и ЧМ сигналов. Спектр АМ сигналов.
20. Частотные и временные характеристики детерминированных сигналов. Оптимальный прием сигналов известной формы.
21. Частотные, временные и вероятностные характеристики случайных сигналов. Оптимальная фильтрация сигналов.
22. Характеристики линейных сигналов и кодов цифровых систем передачи.
23. Оценка помехоустойчивости регенераторов цифровых систем передачи.
24. Задачи и этапы приема сигналов в системах передачи информации

5. Учебно-методическое обеспечение подготовки к вступительному испытанию

5.1 Перечень литературы, необходимой для подготовки к вступительному испытанию по разделу 1 «Общие вопросы»:

1. Юркин Ю.В. Оперативно-технологическая телефонная связь на железнодорожном транспорте. Учебник. 2009. – 264 с.
2. Кудряшов В.А., Канаев А.К., Кузнецов В.Е. Сети электросвязи / Под ред. Кудряшова В.А. – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на ж.д. транспорте», 2008.- 288 с. Гриф УМО.
3. Волоконно-оптическая техника: современное состояние и новые перспективы под ред. Дмитриева С.А. и Слепова Н.Н. 3-е изд., перераб. и доп..М.:Техносфера, 2010.-608с.

5.2 Перечень литературы, необходимой для подготовки к вступительному испытанию по разделу 2 «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»

1. Ракк М.А. Измерения в технике связи: Учебник.- М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на ж.д. транспорте», 2008.- 312 с. Гриф УМО.
2. Шмытинский В.В., Глушко В.П., Казанский Н.А. Многоканальная связь на железнодорожном транспорте. Учебник для вузов ж.-д. транспорта / Под ред. Шмытинского В.В. –М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на ж.д. транспорте», 2008.- 704 с. Гриф УМО.
3. Ракк М.А., Мельникова Л.Я., Лабеецкая Г.П., Кульбикаян Х.Ш. Измерения в технике связи / Под ред. Ракк М.А. – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на ж.д. транспорте», 2008.- 566с. Гриф УМО.
4. Скляр О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи: Учебное пособие.- С.-Пб. Издательство «Лань», 2010.- 272с.
5. Виноградов В.В., Кустышев В.И. Прокофьев В.А., Линии железнодорожной автоматики, телемеханики и связи:- М.: Маршрут, 2002г.
6. Курносов В.И., Лихачев А.М. Методология проектных исследований и управление качеством сложных технических систем. СПб.: Изд. "ТИРЕКС", 1998. 495 с.
7. Ненандович В.Ф. Методические аспекты экспертизы телекоммуникационных проектов.-М.: Горячая линия-Телеком, 2008.-280 с.:ил.

6 Шкала оценивания и минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительных испытаний

Для вступительных испытаний устанавливается шкала оценивания и минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительных испытаний.

Вступительные испытания оцениваются по 100-балльной шкале оценивания. Общий балл по результатам вступительных испытаний составляет сумму баллов, выставленных за ответы на экзамене, и баллов, учитывающих индивидуальные достижения поступающего.

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания, – 50 баллов.

Экзамен проводится в письменной форме с устными комментариями по билетам, включающим 3 вопроса:

- первый вопрос – вопрос из общего списка вопросов к вступительному испытанию (раздел «Общие вопросы»);
- второй и третий вопрос – вопрос из списка вопросов по разделам профилей подготовки (разделы 2, 3 или 4).

Показатели, критерии и шкала оценивания результатов прохождения вступительных испытаний приведены в таблице 2.

Таблица 2. - Показатели, критерии и шкала оценивания результатов прохождения вступительных испытаний

№ п/п	Материалы необходимые для оценки знаний, умений и навыков	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценива ния
1	Реферат по специальности	Оригинальность представленного реферата	Оригинальность выше 65%	5
			Оригинальность ниже 65%	0
		Качество текста, обоснованность выводов	Текст логически связан, выводы аргументированы	6-10
			Текст не имеет достаточной логической связи, выводы отсутствуют или доказаны	0-5
		Собеседование по реферату	получены полные ответы на вопросы по теме реферата	6-10
			не получен ответ на вопросы по теме реферата или ответ не раскрыт	0-5
Итого максимальное количество баллов за реферат				25
2	Ответ на вопросы экзаменационного билета	Правильность ответа	получен полный ответ на вопрос	16 - 20
			получен достаточно полный ответ на вопрос	11 – 15
			получен неполный ответ на вопрос	5 – 10

			не получен ответ на вопрос или вопрос не раскрыт	0 – 5
		Итого максимальное количество баллов за ответ на вопрос		20*
Итого максимальное количество баллов за 3 вопроса				60
3	Индивидуальные достижения поступающего:	Наличие опубликованных трудов в научном издании из перечня ВАК		10
		В журналах и сборниках научных трудов индексированных в РИНЦ (в том числе студенческих конференций);		5
		Наличие документов, подтверждающих участие занятие призовых мест во Всероссийских студенческих олимпиадах		5
Максимальное количество баллов за индивидуальные достижения				15**
ИТОГО максимальное количество баллов				100

Примечание:

* - количество баллов определяется как сумма баллов, определенная каждым членом экзаменационной комиссии, деленная на количество членов экзаменационной комиссии по приему вступительных испытаний.

** - дополнительные баллы начисляются при наличии доказательной базы (копии диплома победителя (призера) конкурса, копии научного издания с опубликованной статьей или тезисами и др.) – баллы суммируются, при этом общее число баллов за индивидуальные достижения поступающего не может превышать 15.

**Приложение 1. Образец титульного листа реферата для сдачи вступительных
испытаний.**
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Реферат для сдачи вступительных испытаний в аспирантуру по дисциплине

«Специальная дисциплина»

группа научных специальностей

2.2. «Электроника, фотоника, приборостроение и связь»

Научная специальность

2.2.15 «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»

Тема реферата:

«.....».

Выполнил:

Ф.И.О.

(подпись)

« ____ » _____ 2025 г.

Санкт-Петербург
2025 г.