

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
2.4 «Энергетика и электротехника»
Научная специальность
2.4.2 «Электротехнические комплексы и системы»

Форма обучения – очная

Санкт-Петербург
2025

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 2.4 «Энергетика и электротехника» регламентируется Правилами приема в Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I для поступления на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре на 2025/2026 учебный год и данной программой.

Программа вступительных испытаний для поступления в аспирантуру по группе научных специальностей 2.4 «Энергетика и электротехника» составлена на основе требований Федерального государственного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника», утвержденного приказом Минобрнауки от 28 февраля 2018 г. № 147, в редакции с изменениями № 1456 от 26 ноября 2020 г.

1 Цель и задачи вступительных испытаний

Целью вступительных испытаний для поступления в аспирантуру по группе научных специальностей 2.4 «Энергетика и электротехника» 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 2.4 «Энергетика и электротехника» 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 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 по научной специальности и их предполагаемое краткое содержание

Таблица 1 - Темы рефератов

№ п/п	Тема реферата	Рекомендуемое краткое содержание реферата
1	Основные понятия и законы электрических цепей	Условные обозначения в электрических цепях. Активные и пассивные элементы электрических цепей. Источники ЭДС и источники тока. Связи между напряжением и током в элементах электрической цепи (активном сопротивлении, индуктивности и емкости). Мощность электрической цепи. Законы электрических цепей (закон Ома, законы Кирхгофа, закон Джоуля-Ленца).
2	Методы расчета установившихся	Метод расчета по уравнениям Кирхгофа. Метод контурных токов. Метод узловых потенциалов.

	процессов в электрических цепях	Метод наложения. Метод эквивалентного генератора. Комплексный метод расчета электрических цепей синусоидального тока в установившихся режимах.
3	Переходные процессы в линейных электрических цепях	Понятие об установившихся и переходных процессах. Законы коммутации. Расчет переходных процессов на основе дифференциальных уравнений. Операторный метод расчета переходных процессов, прямое и обратное преобразование Лапласа. Применение интеграла Дюамеля к расчету переходных процессов в электрических цепях.
4	Трансформаторы	Устройство и принцип действия трансформатора. Классификация трансформаторов. Рабочий процесс трансформатора при холостом ходе и при работе на нагрузку. Приведенный трансформатор. Т-образная схема замещения трансформатора. Векторная диаграмма трансформатора. Эксплуатационные характеристики трансформатора: внешние характеристики, изменение напряжения при нагрузке.
5	Электрические машины постоянного тока	Конструкция, принцип действия и режимы работы электрической машины постоянного тока (МПТ). Обмотки якоря МПТ. Реакция якоря и коммутация в МПТ. ЭДС и электромагнитный момент МПТ. Способы возбуждения МПТ. Генераторы постоянного тока и их характеристики. Двигатели постоянного тока и их характеристики.
6	Асинхронные электрические машины	Конструкция, принцип действия и режимы работы асинхронной машины. Рабочий процесс асинхронного двигателя при неподвижном и вращающемся роторе, схемы замещения асинхронного двигателя. Механическая характеристика асинхронного двигателя и ее основные точки. Энергетические диаграммы асинхронного двигателя. Работа асинхронной машины в режиме генератора и электромагнитного тормоза.
7	Синхронные электрические машины	Конструкция, принцип действия и классификация синхронных электрических машин. Магнитное поле синхронной машины при холостом ходе и при нагрузке, реакция якоря в синхронном генераторе. Характеристики синхронного генератора при работе на автономную нагрузку.

		Работа синхронного генератора параллельно с сетью. Регулирование активной и реактивной мощности синхронного генератора, работающего на сеть. Синхронные двигатели, синхронные компенсаторы.
8	Асинхронный электропривод	Область применения асинхронного электропривода. Способы пуска асинхронного двигателя (АД): прямой пуск, пуск при пониженном напряжении на обмотке статора, реостатный пуск АД с фазным ротором. Способы регулирования скорости АД: изменение числа пар полюсов магнитного поля, изменение скольжения. Частотный способ пуска и регулирования скорости АД, законы частотного управления. Способы электрического торможения асинхронной машины.
9	Полупроводниковые преобразователи в системах электропривода и электроснабжения	Элементная база полупроводниковых преобразователей: диоды, транзисторы, тиристоры. Схемы, основные расчетные соотношения и характеристики неуправляемых и управляемых выпрямителей, выпрямительно-инверторных преобразователей, автономных инверторов напряжения и тока, преобразователей частоты, импульсных преобразователей постоянного напряжения.
10	Электрические аппараты	Классификация электрических аппаратов. Тепловые процессы в электрических аппаратах. Электродинамические силы в электрических аппаратах, электродинамическая стойкость. Электрические контакты электрических аппаратов, условия и способы гашения электрической дуги. Электрические аппараты высокого и низкого напряжения.
11	Системы тягового электроснабжения	Особенности систем тягового электроснабжения и требования к ним. Системы тягового электроснабжения постоянного тока 3,3 кВ, системы тягового электроснабжения однофазного переменного тока 25 кВ и 2*25 кВ. Параметры элементов систем тягового электроснабжения. Способы регулирования напряжения и компенсации реактивной мощности в системах тягового электроснабжения
12	Электромагнитная совместимость электрооборудования	Понятие об электромагнитной совместимости электрооборудования и электромагнитной обстановке. Внешние электромагнитные поля электрооборудования и способы их расчета.

		Электромагнитные поля тягового электрооборудования. Экранирование электромагнитных полей, классификация и способы расчета электромагнитных экранов. Нормирование электромагнитных полей.
--	--	--

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 должен быть выполнен в соответствии с приложением 1 к данной программе. Каждая страница подписывается поступающим, в конце указывается общее число страниц текста и ставится подпись поступающего.

Реферат и справка о прохождении объема заимствования предоставляются в печатном виде на вступительный экзамен по специальной дисциплине. Не позднее чем за 24 часа до начала вступительного испытания реферат передается в электронном виде на электронную почту asp@rgups.ru (почта Отдела аспирантуры) в формате pdf. В теме письма указывается: «Реферат по специальности 2.4.2. ФИО поступающего». Письмо направляется с почты, указанной для контактов при подаче документов.

Вопросы к экзамену

1. Энергетические процессы в цепях синусоидального тока. Мгновенная мощность. Мощность в комплексной форме. Баланс мощностей.
2. Совершенный и идеальный трансформатор.
3. Линейные и нелинейные электрические цепи постоянного тока.
4. Линейные и нелинейные электрические и магнитные цепи при периодических процессах.
5. Потери в ферромагнитных сердечниках при периодическом изменении магнитного потока.
6. Уравнение, векторная диаграмма и схема замещения катушки с ферромагнитным сердечником.
7. Феррорезонанс в цепи с последовательным и параллельным соединением нелинейной индуктивности и емкости.
8. Устойчивость режимов в нелинейной цепи.
9. Метод симметричных составляющих несимметричной трехфазной цепи.
10. Виды уравнений пассивного четырехполюсника.
11. Параметры четырехполюсника и их взаимосвязь.
12. Эквивалентные схемы замещения четырехполюсников.
13. Схемы соединения четырехполюсников. Активный четырехполюсник.

14. Простейшие фильтры.
15. Расчет установившихся процессов в линейных цепях несинусоидального тока.
16. Электрические цепи с распределенными параметрами.
17. Уравнения линии с распределенными параметрами.
18. Решение уравнений однородной линии. Установившийся режим.
19. Характеристики однородной линии. Условия для неискажающей линии.
20. Режимы работы линии без потерь.
21. Переходные процессы в линейных электрических цепях. Законы коммутации. Основы классического метода.
22. Операторный метод расчета переходных процессов в линейных электрических. Прямое и обратное преобразования Лапласа.
23. Интеграл Дюамеля и его применение.
24. Анализ процессов в линейных электрических цепях при воздействии ЭДС произвольной формы.
25. Переходные и импульсные характеристики цепи.
26. Особенности расчета переходных процессов в электрических цепях с нелинейными элементами.
27. Основные положения теории электромагнитного поля.
28. Система уравнений электромагнитного поля в интегральной и дифференциальной формах.
29. Граничные условия на поверхности раздела двух сред.
30. Электростатическое поле и его свойства.
31. Электрическое поле постоянного тока.
32. Магнитное поле постоянного тока. Векторный и скалярный магнитный потенциал.
33. Переменное электромагнитное поле в диэлектрике.
34. Плоская электромагнитная волна в диэлектрической однородной и изотропной среде.
35. Вектор Пойнтинга. Теорема Умова – Пойнтинга.
36. Переменное электромагнитное поле в проводящей среде.
37. Электрический и магнитный поверхностный эффект.
38. Приведенный трансформатор.
39. Схема замещения трансформатора.
40. Трехфазные трансформаторы. Группы соединения обмоток трансформатора.
41. Условия включения трансформаторов на параллельную работу.
42. Автотрансформаторы.
43. Конструкция машины постоянного тока (МПТ), принцип действия МПТ.
44. Рабочие характеристики двигателя постоянного тока (ДПТ).
45. Регулирование частоты вращения ДПТ.
46. Конструкция асинхронных машин (АМ). Вращающееся магнитное поле.
47. Приведение режима работы АМ при вращающемся роторе к режиму работы при неподвижном роторе.

48. Механическая характеристика асинхронного двигателя (АД), эксплуатационные требования к ней. Рабочие характеристики АД.
49. Конструкция ротора синхронной машины (СМ). Принцип действия СМ.
50. Угловая характеристика СМ.
51. Эксплуатационные характеристики синхронного генератора (СГ). Работа СГ на сеть большой мощности.
52. Синхронные машины с магнитоэлектрическим возбуждением.
53. Синхронные реактивные двигатели. Синхронные гистерезисные двигатели.
54. Синхронные индукторные машины. Шаговые двигатели.
55. Структурная схема и классификация электроприводов. Показатели регулирования электропривода.
56. Механические характеристики типовых технологических установок: механизмы перемещения грузов (транспортные тележки), грузоподъемные механизмы, турбомеханизмы.
57. Основные режимы работы двигателей в электроприводе: продолжительный, кратковременный, повторно-кратковременный режимы, повторно-кратковременный режим с тяжелыми пусками.
58. Понятие о частотном управлении электроприводом.
59. Законы М.П. Костенко частотного управления асинхронным электроприводом.
60. Преобразователи частоты в асинхронном электроприводе.
61. Система тягового электроснабжения постоянного тока напряжением 3,3 кВ.
62. Система тягового электроснабжения однофазного переменного тока напряжением 25 кВ, частотой 50 Гц.
63. Система тягового электроснабжения однофазного переменного тока напряжением 2х25 кВ.
64. Трехпроводная система тягового электроснабжения переменного тока 94 кВ.
65. Электрические параметры элементов системы тягового электроснабжения
66. Основные параметры, выбираемые при проектировании системы тягового электроснабжения.
67. Показатели работы и основные требования, предъявляемые к системе тягового электроснабжения.
68. Короткие замыкания в тяговых сетях постоянного и переменного тока. Причины их возникновения и последствия. Защиты тяговой сети от токов коротких замыканий.
69. Способы компенсации потерь напряжения.
70. Способы регулирования напряжения.
71. Способы компенсации реактивной мощности.
72. Особенности схемы питания и расчета линии два провода – рельс (ДПР).

5 Учебно-методическое обеспечение подготовки к вступительному испытанию

Перечень литературы, необходимой для подготовки к вступительному испытанию:

1. Теоретические основы электротехники: в 3-х томах. Том 1. – СПб.: Питер, 2003. – 463 с.
2. Теоретические основы электротехники: в 3-х томах. Том 2. – СПб.: Питер, 2003. – 576 с.
3. Теоретические основы электротехники: в 3-х томах. Том 3. – СПб.: Питер, 2003. – 377 с.
4. Вольдек А.И., Попов В.В. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы. – СПб.: Питер, 2008. – 320 с.
5. Вольдек А.И., Попов В.В. Электрические машины. Машины переменного тока. – СПб.: Питер, 20210. – 349 с.
6. Иванов-Смоленский А.В. Электрические машины. В 2-х томах. Том 1. – М.: Издательство МЭИ, 2004. – 656 с.
7. Иванов-Смоленский А.В. Электрические машины. В 2-х томах. Том 2. – М.: Издательство МЭИ, 2004. – 532 с.
8. Ключев В.И. Теория электропривода [Текст]: Учебник для студентов высших учебных заведений / В.И. Ключев. – 3-е изд., перераб. и дополн. – Москва: Энергоатомиздат, 2001. – 704 с.
9. Онищенко Б.Ю. Электрический привод [Текст]: Учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 140400 «Электроэнергетика и электротехника» / Г.Б. Онищенко. – 3-е изд., испр. и доп. - Москва: Академия, 2013. - 288 с.
10. Худоногов А.М. Основы электропривода технологических установок с асинхронным двигателем [Текст]: учебное пособие для студентов вузов железнодорожного транспорта/ А.М. Худоногов. — М. : Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2014. — 335 с.
11. Андриющенко А.А. Асинхронный тяговый привод локомотивов [Текст]: учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 190300.65 «Подвижной состав железных дорог» ВПО/ А.А. Андриющенко [и др.]; под ред.: А.А. Зарифьяна. — Москва: Учебно-методический центр по образованию на железном транспорте, 2013. — 412 с.
12. Чунихин А.А. Электрические аппараты. Общий курс. – М.: Альянс. – 720 с.
13. Электрические и электронные аппараты. В 2-х томах. Под ред. А.Г. Годжелло, Ю.К. Розанова. Том 1: Электромеханические аппараты. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 352 с.

14. Электрические и электронные аппараты. В 2-х томах. Под ред. Ю.К. Розанова. Том 2: Силовые электронные аппараты. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 320 с.
15. Тер-Оганов Э.В., Пышкин А.А. Электроснабжение железных дорог. – Екатеринбург.: Издательство УрГУПС, 2014. – 432 с.
16. Щербаков Е.Ф. Электроснабжение и электропотребление в строительстве [Текст]: учебное пособие / Е.Ф. Щербаков, Д.С. Александров, А.Л. Дубов. – 2-е изд., доп.- Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2012. – 511 с.
17. Жижеленко И.В. Электромагнитная совместимость в электрических сетях [Электронный ресурс]/ И.В. Жижеленко. – Москва: Высшая школа, 2012 – 407 с.
18. Бадер М.П. Электромагнитная совместимость электрических железных дорог. – М.: Транспорт, 2001. – 638 с.
19. Почаевец В.С. Электрические подстанции. – М.: ФГБОУ УМЦ ЖДТ, 2012. – 491 с.
20. Бурков А.Т. Электроника и преобразовательная техника. В 2-х томах. Том 1: Электроника. – М.: ФГБОУ УМЦ ЖДТ, 2015. – 480 с.
21. Бурков А.Т. Электроника и преобразовательная техника. В 2-х томах. Том 2: Электронная преобразовательная техника. – М.: ФГБОУ УМЦ ЖДТ, 2015. – 307 с.
22. Розанов Ю.К., Рябцкий М.В., Кваснюк А.А. Силовая электроника. – М.: Издательский дом МЭИ, 2009. – 632 с.

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 из приведенного выше списка.

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 текста представленного реферата	Оригинальность текста 65% и выше	5
			Оригинальность текста ниже 65%	0
		Качество текста, обоснованность выводов	Текст логически связан, выводы аргументированы	6-10
			Текст не имеет достаточной логической связи, выводы отсутствуют	0-5
		Собеседование по реферату	получены полные ответы на вопросы по теме реферата	6-10
			не получены ответы на вопросы по теме реферата или вопросы не раскрыты	0-5
Итого максимальное количество баллов за реферат				25
2	Ответ на вопрос экзаменационного билета	Правильность и полнота ответа	получен полный ответ на вопрос	16 - 20
			получен недостаточно полный ответ на вопрос	11 – 15
			получен неполный ответ на вопрос	5 – 10
			не получен ответ на вопрос или вопрос не раскрыт	0 – 4
		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
		Наличие опубликованных трудов в журналах и сборниках, индексируемых в РИНЦ (в том числе студенческих конференций)		5
		Наличие документов, подтверждающих участие и 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 по каждому виду индивидуальных достижений один раз при наличии доказательной базы (копии диплома победителя (призера) конкурса, копии научного издания с опубликованной статьей или тезисами и др.); баллы по каждому виду индивидуальных достижений 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

2.4 «Энергетика и электротехника»

Научная специальность

2.4.2 «Электротехнические комплексы и системы»

Тема реферата:

«_____».

Выполнил:

Ф.И.О.

(подпись).

« ____ » _____ 2025 г.

Санкт-Петербург
2025