

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

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор –
проректор по учебной работе



П.К. Рыбин

"28" марта 2025 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

для поступления в магистратуру
по направлению 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника"

магистерские программы

"Высокоскоростной наземный транспорт"

"Электрический транспорт железных дорог и метрополитенов"

"Современные технологии, менеджмент, аудит и аналитика в промышленной
энергетике"

Формы обучения – очная, заочная

1 Цель и задачи вступительных испытаний

Программа вступительных испытаний для поступления в магистратуру (далее – Программа) составлена с учетом требований Правил приема в ФГБОУ ВО ПГУПС для поступающих на обучение по программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры на 2024/2025 учебный год.

Программа вступительных испытаний для поступления в магистратуру сформирована на основе Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по программам бакалавриата 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника".

В магистратуру принимаются лица, имеющие высшее образование любого уровня.

Целью вступительных испытаний для поступления в магистратуру по направлению 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника" является оценка сформированности у поступающего основных профессиональных компетенций, позволяющих ему самостоятельно решать профессиональные задачи разных типов и уровня сложности.

Задачи вступительных испытаний:

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

2 Требования к уровню подготовки поступающих

Для успешного прохождения вступительных испытаний поступающий должен:

Знать: основные понятия и методы аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, теорий вероятностей, математической статистики, функций комплексных переменных и численные методы решения алгебраических и дифференциальных уравнений; основные физические явления и законы механики, электротехники, теплотехники и их математическое описание; содержание и способы использования компьютерных и информационных технологий; теоретические основы электротехники: основные понятия и законы электромагнитного поля и теории электрических и магнитных цепей; методы анализа цепей постоянного и переменного токов в стационарных и переходных режимах; основы материаловедения и технологии конструкционных материалов; электротехнические материалы в качестве компонентов электротехнического и электроэнергетического оборудования; основы общей энергетики, включая основные методы и способы преобразования энергии, технологию производства электроэнергии на тепловых, атомных и гидравлических электростанциях, нетрадиционные и возобновляемые источники электроэнергии; основы теории

электромеханического преобразования энергии и физические основы работы электрических машин; виды электрических машин и их основные характеристики; эксплуатационные требования к различным видам электрических машин; теоретические основы гидроэнергетики и установок нетрадиционной и возобновляемой энергетики; классификацию, назначение, основные схемотехнические решения устройств силовой электроники, основы теории систем автоматического управления; электрические аппараты, как средства управления режимами работы, защиты и регулирования параметров электротехнических и электроэнергетических систем; физические явления в электрических аппаратах и основы теории электрических аппаратов; назначение, элементную базу, характеристики и регулировочные свойства электроприводов с двигателями постоянного и переменного тока.

Уметь: применять методы математического анализа при решении инженерных задач; выявлять физическую сущность явлений и процессов в устройствах различной физической природы и выполнять применительно к ним простые технические расчеты; применять компьютерную технику и информационные технологии в своей профессиональной деятельности; применять, эксплуатировать и производить выбор электрических аппаратов, машин, электрического привода; формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде научно-технического отчета с его публичной защитой.

Владеть: инструментарием для решения математических и физических задач в своей предметной области; методами анализа физических явлений в технических устройствах и системах; средствами компьютерной техники и информационных технологий; методами расчета переходных и установившихся процессов в линейных и нелинейных электрических цепях; методиками выполнения расчетов применительно к использованию электротехнических и конструкционных материалов; методами расчета, проектирования и конструирования электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем; навыками исследовательской работы; методами анализа режимов работы энергетического и электротехнического оборудования и систем; навыками проведения стандартных испытаний энергетического и электротехнического оборудования и систем; методами расчета параметров энергетических устройств и электроустановок.

3 Форма и процедура вступительных испытаний

Вступительные испытания в магистратуру являются формой проверки готовности поступающего к решению комплекса профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника".

Междисциплинарный экзамен проводится в письменной форме. Выбор экзаменационных вопросов осуществляется по экзаменационным билетам,

разрабатываемым в соответствии с перечнем вопросов, содержащемся в разделе 4 настоящей Программы, и утверждаемым председателем экзаменационной комиссии. Экзаменационный билет выбирается случайным образом из банка билетов и содержит три вопроса (один из первого раздела и два из второго раздела пункта 4 настоящей Программы). На подготовку письменных ответов по вопросам билета отводится один астрономический час.

Для лиц, поступающих на места по договорам об оказании платных образовательных услуг, предоставляется возможность проходить вступительные испытания с применением электронного обучения (ЭО) и дистанционных образовательных технологий (ДОТ) в форме видеоконференции в режиме реального времени в соответствии с расписанием экзамена и шкалой оценивания, установленной в разделе 5.

Для идентификации личности поступающего при проведении междисциплинарного экзамена с применением ЭО, ДОТ используется аутентификация по парольному принципу. Учетными данными для входа в электронную образовательную среду (ЭИОС) Университета являются логин и пароль.

Идентификация личности обучающегося осуществляется в режиме реального времени посредством ресурсов видеоконференции в следующем порядке:

- перед началом экзамена поступающий перед камерой называет свою фамилию, имя, отчество (при наличии) и демонстрирует паспорт, развернутый на странице с фотографией;
- члены комиссии по приему вступительных испытаний, утвержденной приказом ректора, проводят осмотр помещения, в котором будет проходить аттестационное испытание, для чего абитуриент, перемещая видеокамеру или ноутбук по периметру помещения, демонстрирует помещение комиссии.

4 Содержание программы вступительных испытаний

Раздел 1. Общая часть.

Основные законы и понятия электротехники: электрический заряд, электрическое поле, электрический ток, электрическая цепь, магнитное поле, магнитный поток и магнитная цепь, закон электромагнитной индукции, закон Ампера, закон полного тока, закон Ома, законы Кирхгофа, закон Джоуля-Ленца.

Условные обозначения в электрических цепях. Пассивные элементы электрических цепей и их характеристики. Активные элементы электрических цепей и их характеристики. Векторные диаграммы. Комплексный метод анализа электрических цепей синусоидального тока. Преобразование электрических цепей. Метод расчета электрических цепей по законам Кирхгофа. Метод контурных токов. Метод узловых потенциалов. Метод наложения. Метод эквивалентного генератора.

Последовательное и параллельное соединение элементов в электрической цепи синусоидального тока. Мощность цепи синусоидального тока. Резонансные явления в электрических цепях. Трехфазные электрические цепи, мощность трехфазной цепи.

Цепи с взаимной индуктивностью. Понятие о взаимной индуктивности, ЭДС взаимной индукции.

Цепи периодического несинусоидального тока. Понятие о высших гармонических составляющих. Методы расчета электрических цепей несинусоидального тока. Мощность цепи несинусоидального тока, понятие о коэффициенте мощности. Электрические фильтры.

Переходные процессы в электрических цепях. Законы коммутации. Методы расчета переходных процессов в линейных электрических цепях.

Магнитные цепи с постоянной намагничивающей силой. Сила тяги электромагнита. Магнитные цепи с переменной намагничивающей силой. Катушка со стальным сердечником в цепи переменного тока.

Основные законы и понятия технической термодинамики: вопросы состояния идеального газа, внутренняя энергия, работа, теплота. Первый закон термодинамики. Теплоемкость газов. Термодинамические процессы идеальных газов. Реальные газы. Водяной пар. Истечение и дросселирование газов и паров. Круговые процессы (циклы). Второй закон термодинамики. Цикл Карно. Классификация тепловых двигателей. Циклы тепловых двигателей. Характеристики двигателей внутреннего сгорания.

Основные законы и понятия тепломассообмена: основные положения теории теплопроводности, теплофизические характеристики веществ, виды теплообмена. Конвективный теплообмен. Теплообмен излучением. Теплопередача. Сложный теплообмен.

Раздел 2. Специальная часть.

Магистерские программы "Высокоскоростной наземный транспорт", "Электрический транспорт железных дорог и метрополитенов"

Устройство и принцип действия машины постоянного тока. Конструктивная схема магнитной системы машины постоянного тока и порядок расчета магнитной цепи. Обмотки якоря МПТ. ЭДС обмотки якоря. Реакция якоря в машинах постоянного тока. Коммутация в машинах постоянного тока. Способы улучшения коммутации.

Генераторы постоянного тока. Классификация и характеристики генераторов. Двигатели постоянного тока. Характеристики двигателей постоянного тока.

Устройство и принцип действия трансформатора. Уравнения и векторная диаграмма трансформатора. Электрическая схема замещения трансформатора. Опытное определение параметров схемы замещения трансформатора. Внешняя характеристика трансформатора.

Автотрансформаторы.

Устройство и принцип действия синхронной машины. Векторные диаграммы неявнополусного и явнополусного синхронных генераторов. Характеристики синхронного генератора. Синхронные двигатели. Характеристики синхронных двигателей.

Устройство асинхронной машины. Принцип действия асинхронной машины. Уравнения асинхронной машины. Схемы замещения асинхронной машины. Механическая характеристика асинхронной машины. Генераторный режим асинхронной машины.

Понятие и структура электропривода. Основные требования к электроприводу. Кинематическая и расчетная схемы механической части электропривода. Приведение инерционных масс, моментов и сил к одному валу.

Структура электропривода постоянного тока с двигателем независимого возбуждения. Характеристики электропривода с двигателем постоянного тока независимого и последовательного возбуждения. Способы пуска, способы регулирования скорости и способы электрического торможения электроприводов с двигателями постоянного тока.

Выражения для электромагнитного момента асинхронного двигателя. Построение механических характеристик асинхронного двигателя по каталожным данным. Способы пуска, способы регулирования скорости, способы электрического торможения асинхронных двигателей.

Преимущества и недостатки синхронных двигателей, способы пуска синхронных двигателей. Регулирование реактивной мощности синхронных двигателей.

Силовые полупроводниковые приборы, их основные типы, параметры и характеристики, режимы работы. Неуправляемые выпрямители однофазного и трехфазного тока при работе на активную нагрузку: схемы, основные соотношения, временные диаграммы. Особенности работы выпрямителей на активно-индуктивную нагрузку, емкостную нагрузку и нагрузку с противо-ЭДС. Коммутация тока в выпрямителях.

Управляемые выпрямители однофазного и трехфазного тока при работе на активную и активно-индуктивную нагрузку: схемы, основные соотношения, временные диаграммы. Регулировочная и внешняя характеристики управляемых выпрямителей. Инверторы, ведомые сетью.

Автономные инверторы: схемы, классификация. Однофазный и трехфазные автономные инверторы напряжения: схемы, временные диаграммы, основные соотношения, способы регулирования выходного напряжения и улучшения формы выходного напряжения. Автономные инверторы тока. Преобразователи частоты.

Импульсные преобразователи постоянного напряжения понижающего, повышающего и инвертирующего типа: схемы, временные диаграммы, основные соотношения.

Магистерская программа " Современные технологии, менеджмент, аудит и аналитика в промышленной энергетике".

Техническая термодинамика. Основные параметры состояния тела. Понятие о термодинамическом процессе. Идеальный газ. Законы идеального газа. Газовые смеси, закон Дальтона. Энергия. Работа и теплота. Энтальпия. Теплоемкость. Круговые процессы (циклы). Обратимые и необратимые процессы. Второй закон термодинамики. Цикл Карно. Понятие о фазовом переходе. Теплообмен при фазовых превращениях веществ.

Температурное поле, Изотермическая поверхность. Градиент температуры. Количество теплоты. Тепловой поток. Удельный тепловой поток. Основные способы передачи тепловой энергии. Теплопроводность. Закон Фурье. Конвективный теплообмен. Тепловое излучение. Закон Стефана-Больцмана. Сложный теплообмен. Понятие теплопередачи. Теплопередача через плоскую стенку. Теплопередача через цилиндрическую стенку.

Классификация теплообменных аппаратов. Уравнение теплового баланса. Расчет рекуперативных теплообменных аппаратов. Тепловые аккумуляторы.

Характеристики и виды топлива. Процессы горения топлива. Расчет процессов горения топлива. Токсичность продуктов сгорания. Принципиальная схема ТЭЦ. Водоподготовка и водоснабжение ТЭЦ. Топливоснабжение ТЭЦ. Водогрейные котельные. Котельные установки. Паровые котельные. Циклы паросиловых установок. Циклы холодильных установок. Тепловые насосы.

Классификация и основные параметры работы нагнетателей. Основные рабочие процессы и показатели работы насосов. Поршневые насосы. Устойчивость работы насосов. Поршневые компрессоры. Одноступенчатые и многоступенчатые компрессоры.

Циклы поршневых двигателей. Цикл Отто. Цикл Дизеля. Цикл Тринклера. Индикаторные диаграммы двух- и четырехтактных ДВС. Классификация газотурбинных двигателей. ГТД со сгоранием топлива при $p = \text{const.}$. ГТД со сгоранием топлива при $v = \text{const.}$

Тепловые сети. Виды потребителей теплоты. Виды и параметры теплоносителя. Методы регулирования тепловых сетей. Гидравлический расчет тепловых сетей. Тепловая изоляция. Требования к теплоизоляции и теплоизоляционным конструкциям. Расчет тепловой изоляции. Критический диаметр изоляции. Тепловые пункты. Присоединение потребителей к тепловым сетям. Оборудование тепловых пунктов.

5 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 системе оценивания. Общий балл по результатам вступительных испытаний составляет сумму баллов, выставленных за ответы на собеседовании или экзамене, и баллов, учитывающих индивидуальные достижения поступающего.

Количество баллов 49 и менее является основанием для оценивания результата междисциплинарного экзамена как неудовлетворительного.

Вид контроля	Материалы, необходимые для оценивания	Состав материалов для оценивания	Шкала оценивания
1. Междисциплинарный экзамен в соответствии с выбранной магистерской программой	Ответы на вопросы экзаменационного билета	Ответ на вопрос № 1 из раздела 1 "Общая часть", пункта 4 настоящей программы	25...30 баллов – получены полные ответы на вопросы; 20...24 балла – получены достаточно полные ответы на основные вопросы; 11...19 баллов – получены неполные ответы на вопросы или часть вопросов; 0...10 баллов – не получены ответы на вопросы или вопросы не раскрыты.
		Максимальное количество баллов по вопросу № 1	30
	Ответы на вопросы экзаменационного билета	Ответ на вопрос № 2 из раздела 2 "Специальная часть", пункта 4 настоящей программы	25...30 баллов – получены полные ответы на вопросы; 20...24 балла – получены достаточно полные ответы на основные вопросы; 11...19 баллов – получены неполные ответы на вопросы или часть вопросов;

			0...10 баллов – не получены ответы на вопросы или вопросы не раскрыты.
		Максимальное количество баллов по вопросу № 2	30
	Ответы на вопросы экзаменационного билета	Ответ на вопрос № 3 из раздела 2 "Специальная часть", пункта 4 настоящей программы	21...25 баллов – получены полные ответы на вопросы; 15...20 балла – получены достаточно полные ответы на основные вопросы; 11...14 баллов – получены неполные ответы на вопросы или часть вопросов; 0...10 баллов – не получены ответы на вопросы или вопросы не раскрыты
		Максимальное количество баллов по вопросу № 3	25
	ИТОГО максимальное количество баллов по всем вопросам экзаменационного билета		85
2. Собеседование по направлению подготовки для учета индивидуальных достижений поступающего. Дополнительные баллы начисляются в каждой категории один раз при наличии доказательной базы.	публикации в научном издании, входящем в перечень ВАК, или индексированном в базах цитирования SCOPUS, WoS	копия титульного листа, оглавления научного издания с опубликованной статьей и страниц издания с текстом статьи	6
	публикации в научном издании, индексированном в РИНЦ	копия титульного листа, оглавления научного издания с опубликованной статьей и страниц издания с текстом статьи	3
	победа и (или) призовое место на международных, всероссийских,	Копия диплома, подтверждающего присуждение первого или	3

	ведомственных или региональных конкурсах или олимпиадах	призового места	
	публикации во внутривузовских сборниках научных трудов или сборниках докладов (не индексируемых РИНЦ)	копия титульного листа, оглавления издания с опубликованной статьей (докладом) и страниц издания с текстом статьи (доклада)	2
	публикации в материалах внутривузовских студенческих конференций	копия титульного листа, оглавления издания с опубликованной статьей (докладом) и страниц издания с текстом статьи (доклада)	1
ИТОГО максимальное количество баллов за индивидуальные достижения			15
ИТОГО максимальное количество баллов на вступительных испытаниях			100

Примечание: количество баллов за ответы на вопросы экзаменационного билета определяется как среднее арифметическое от количества баллов, начисленных каждым членом комиссии, присутствовавшим на экзамене.

6 Рекомендуемая литература

6.1 Перечень основной литературы к вступительным испытаниям

1. Епифанов, А.П. Электрические машины [Электронный ресурс] : учебник / А.П. Епифанов, Г.А. Епифанов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 300 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/95139>. — Загл. с экрана.
2. Епифанов, А.П. Электромеханические преобразователи энергии [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.П. Епифанов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2000. — 208 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/601>. — Загл. с экрана.
3. Иващенко В.О. Теория электрической тяги. С.Пб, ПГУПС, 2013. 128 с.
4. Фролов, Ю.М. Регулируемый асинхронный электропривод [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 464 с. — Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/book/102251>. — Загл. с экрана.

5. Асинхронный тяговый привод локомотивов [Электронный ресурс] / под ред. Зарифьян А.А.. — Электрон. дан. — Москва : УМЦ ЖДТ, 2013. — 413 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59035>. — Загл. с экрана.
6. Электрические машины и трансформаторы: учеб. пособие. Ч.1, Ч.2 / Г.А.Давидчук, А.М.Лебедев. - СПб.: ПГУПС, 2010. - 56 с.
7. Бурков, А.Т. Электроника и преобразовательная техника. Том 1: Электроника [Электронный ресурс] : учебник / А.Т. Бурков. — Электрон. дан. — Москва : УМЦ ЖДТ, 2015. — 480 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/79994>. — Загл. с экрана.
8. Бурков, А.Т. Электроника и преобразовательная техника. Том 2: Электронная преобразовательная техника [Электронный ресурс] : учебник / А.Т. Бурков. — Электрон. дан. — Москва : УМЦ ЖДТ, 2015. — 307 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/79995>. — Загл. с экрана.
9. Чижма, С.Н. Электроника и микросхемотехника [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.Н. Чижма. — Электрон. дан. — Москва : УМЦ ЖДТ, 2012. — 359 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4196>. — Загл. с экрана.
10. Иванов, И.И. Электротехника и основы электроники [Электронный ресурс] : учебник / И.И. Иванов, Г.И. Соловьев, В.Я. Фролов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 736 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93764>. — Загл. с экрана.
11. Минаев Б.Н., Мокриденко Г.П., Левенталь Л.Я. Теплоэнергетика железнодорожного транспорта: Справочно – методическое пособие/Под общей редакцией Б.Н. Минаева. –М.: МИИТ, 2006.
12. Киселев И.Г. Теплотехника на подвижном составе железных дорог. Учебное пособие для вузов ж.д. транспорта. –М: ГОУ «Учебно – методический центр образования на железнодорожном транспорте», 2008.
13. Киселев И.Г., Буянов А.Б. Нагнетатели и тепловые двигатели железнодорожного транспорта: Учебник для студентов вузов ж.д. транспорта. – М: Маршрут, 2006.

6.2 Перечень дополнительной литературы к вступительным испытаниям

1. Розанов Ю.К. Силовая электроника: Учебник для вузов. – М. Академия, 2009.
2. Вольдек А.И., Попов В.В. Электрические машины. Машины постоянного тока и трансформаторы - СПб.: Питер, 2008.
3. Ковчин С.А., Сабинин Ю.А. Теория электропривода: Учебник для вузов. - СПб.: Энергоатомиздат, 2000.
4. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием: Учебник для вузов. - М.: Издательский центр "Академия", 2006.
5. Белов М.П., Новиков В.А., Рассудов Л.Н. Автоматизированный

электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: Учебник для вузов. - М.: Издательский центр "Академия", 2007.

6. Водовозов В.М. Теория и системы электропривода: Учебное пособие. - Изд-во СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 2004.

7. Копылов И.Л. Электрические машины: Учебник для вузов. - М.: Высшая школа, 2006.

8. Вольдек А.И., Попов В.В. Электрические машины. Машины переменного тока - СПб.: Питер, 2008.

9. Иванов-Смоленский А.В. Электрические машины: Учебник для вузов. 1 и 2 том - М.: Энергия, 2009.

10. Теплотехника: Учеб.для вузов/ В.Н. Луканин, М.Г. Шатров, Г.М. Камфер и др.; Под редакцией В.Н. Луканина. – 5-е изд. стер. –М.: Высш.шк., 2006.

11. Кириллин В.А. Техническая термодинамика [Электронный ресурс]: учебник для вузов / В.А. Кириллин, В.В. Сычев, А.Е. Шейндлин. — М.: Издательский дом МЭИ, 2016. — Загл. с тит. экрана.

6.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» открытого доступа, рекомендуемых при подготовке к вступительным испытаниям

1. Научно-техническая библиотека ПГУПС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://library.pgups.ru/>, свободный.

2. Электронно-библиотечная система издательства "Лань" [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>, свободный.

3. Научная электронная библиотека e.library/ Российский информационно-аналитический портал [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://eLibrary.ru/>, свободный.