

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



**ПОЛИТЕХ**

Санкт-Петербургский  
политехнический университет  
Петра Великого

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

Ю.В. Фомин



**ПРОГРАММА**

**вступительного испытания  
по специальной дисциплине**

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

**научная специальность  
2.4.4. Электротехнология и электрофизика**

Санкт-Петербург

2026

Ответственный по аспирантуре

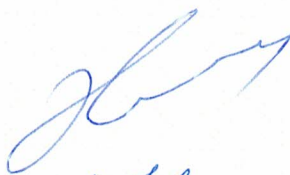
от института

к.т.н., доцент

Составители:

Докт. техн. наук, профессор

Канд. техн. наук, доцент



С.Г. Зверев



В.Я. Фролов



Д.В. Иванов

Программа рассмотрена и рекомендована к изданию Научно-техническим советом  
(протокол № 4 от «18» 03 2026 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 **2.4.4. Электротехнология и электрофизика.**

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:

а. 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.

б. 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.

с. Свидетельства о государственной регистрации программ и баз данных, патенты на изобретения, патенты на полезные модели, и проч.

д. 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	Научные (научно-исследовательские) достижения	Подтверждающий документ	Количество баллов за каждое достижение
1.	Научные публикации (тематика публикации должна соответствовать научной специальности, по которой поступающий участвует в конкурсе), в журналах перечня ВАК и приравненных к ним журналах, по категориям:	Копия статьи с выходными данными журнала, DOI, URL	
	категория К1;		<b>25</b>
	категория К2;		<b>15</b>
	категория К3.	<b>10</b>	
	Публикации, рецензируемые в РИНЦ	Копия статьи с выходными данными журнала, DOI, URL	<b>5</b>
2.	Гранты, проекты по выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, тематика которых соответствует научной специальности, по которому участвует поступающий, и в которых он являлся:	Копия подписанного соглашения с грантодателем	
	руководителем		<b>10</b>
	исполнителем		<b>5</b>
3.	Наличие документа, удостоверяющего авторство (соавторство) поступающего на достигнутый им научный (научно-методический, научно-технический, научно-творческий) результат интеллектуальной деятельности, тематика которых соответствует направлению подготовки в конкурсе, по которому участвует поступающий:	Копия патента или свидетельства	
	– патент на изобретение;		<b>10</b>
	– патент на полезную модель;		<b>7</b>
	– свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ;		<b>5</b>
	– свидетельство о государственной регистрации базы данных;		<b>5</b>
	– свидетельство о государственной регистрации топологии интегральных микросхем.		<b>5</b>
4.	Публикация в материалах международных и всероссийских научно-технических конференций, включая публикации в выпусках научных журналов, публикующих статьи по итогам конференций индексируемых в международной базе данных, проводимых не ранее чем за 2 года, предшествующих приему. Тематика публикации должна соответствовать научной специальности, по которой поступающий участвует в конкурсе:	Копии материалов конференций (тезисов докладов) с приложением титульных листов, DOI, URL (при наличии)	
	за конференцию, индексируемую в международной базе данных Web of Science и (или) Scopus (индексация сборника или журнала с публикацией подтверждается ссылкой или скриншотом из базы		<b>5</b>

	данных).		
	за прочие конференции.		3
5.	Наличие дипломов победителей мероприятий международного и всероссийского значения, подтверждающие успехи в профессиональной подготовке кандидата для поступления в аспирантуру.	Копия диплома	3
6.	Заверенная копия протокола ГЭК по защите выпускной квалификационной работы магистра (специалиста) с рекомендацией к продолжению обучения в аспирантуре	Протокол	5

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 экзамен

### 1. Научно-технические основы электротехнологий

Современные проблемы использования электрической энергии для технологических процессов. Основные виды продукции с предпочтительным производством на электротехнологических и электрофизических установках. Классификация электротехнологических и электрофизических установок.

Электротехнологические и электрофизические установки с тепловым процессом формирования требуемого качества продукции. Основные методы преобразования электрической энергии в тепловую, их эффективность и распространенность в современных технологических процессах.

Основные законы подобия и моделирования процессов в электротермических установках.

Использование физического, математического и численного моделирования для решения задач электрического нагрева и его оптимизации.

Перспективные направления в использовании электроэнергии для технологических процессов. Географические, экономические и экологические аспекты использования электротехнологий.

## 2. Физические принципы и техническая реализация современных электротехнологических и электрофизических установок

Эффект теплообразования при прохождении электрического тока по проводнику. Сопротивление проводника. Особенности тепловыделения в сопротивлении.

Основные законы теплопередачи от элемента сопротивления к объекту нагрева. Влияние геометрии рабочего пространства и третьих тел на теплопередачу. Основные методы расчета стационарных и нестационарных тепловых полей. Решение тепловых задач с внутренними источниками тепла.

Электрические печи сопротивления. Основные виды и конструкции электрических цепей сопротивления. Печи с нагревательными элементами, прямого действия, электродно-соляная ванна, печь электрошлакового переплава. Тепловой расчет печей периодического действия. Тепловой расчет печей методического действия. Расчет нагревателей среднетемпературных и высокотемпературных печей. Особенности конструкции нагревателей с теплоотдачей преимущественно излучением. Особенности теплового расчета электрических печей с принудительной циркуляцией атмосферы. Расчет электрических нагревателей с преимущественно конвективной теплоотдачей. Методы измерения и регулирования температур в электрических печах.

Электрический дуговой разряд как источник тепла. Параметры электрической дуги высокого и низкого давления. Влияние внешней среды на процессы тепло- и массопереноса и процесс преобразования энергии в электрических дугах. Приэлектродные процессы в электрических дугах. Коронный, барьерный, тлеющий разряды. Методы расчета электрических цепей с дуговыми разрядами в контуре цепи. Вольтамперная характеристика электрической дуги постоянного и переменного тока. Устойчивость системы с дуговым разрядом. Устойчивость дугового разряда при наличии возмущений.

Влияние материала электродов и среды на устойчивость дугового разряда.

Плазма и ее разновидности. Особенности использования холодной плазмы в электротехнологических установках.

Дуговые (в том числе рудно-термические и плазменно-дуговые) печи прямого и косвенного действия. Особенности теплообразования и теплопередачи в дуговых печах.

Технологические процессы выплавки стали в дуговых печах. Расчет электрических процессов в дуговой печи. Тепловой расчет и энергетический баланс процессов в дуговой печи. Источники питания и электрооборудование дуговой печи. Расчет и проектирование коротких сетей. Дуговая печь как нагрузка электрической сети. Современные тенденции в развитии систем электропитания и повышении эффективности тепловых процессов в дуговых печах.

Особенности тепловых процессов в рудовосстановительных печах. Область применения, классификация и типы рудовосстановительных печей. Источники питания, электрооборудование, методы электрического расчета энергетического баланса печей.

Перспективные направления совершенствования тепловых и энергетических процессов в технологиях рудовосстановительных печей.

Дуговые вакуумные печи. Особенности технологических процессов плавки в вакуумных печах. Гарнисажные дуговые вакуумные печи.

Перенос и преобразование энергии в электромагнитном поле. Плоская волна, скин- эффект.

Процесс взаимодействия электромагнитного поля с металлом.

Электромагнитные явления в металлах с постоянной магнитной проницаемостью.

Принцип индукционного нагрева.

Методы расчета системы «индуктор - металл». Коэффициент полезного действия и коэффициент мощности системы «индуктор - металл».

Электродинамические процессы в ферромагнитных телах. Источники питания индукционных установок. Механические усилия в электродинамических системах.

Взаимодействия электромагнитного поля с плазмой и расплавленным металлом.

Канальные и тигельные печи индукционного нагрева. Физические основы индукционного нагрева. Индукционные плавильные тигельные печи. Расчет основных параметров тигельной печи. Магнитогидродинамические процессы в ванне печи. Энергетический баланс установки. Источники питания и электрооборудование тигельных печей.

Особенности расчета индукционных печей. Энергетический баланс канальной печи.

Электродинамические явления в каналах печей. Установки индукционного нагрева на средних и высоких частотах. Установки сквозного нагрева. Выбор основных параметров установок сквозного нагрева. Источники питания и электрооборудование на средних частотах. Индукционная поверхностная закалка. Выбор основных параметров установок индукционной закали. Ламповые генераторы. Режимы работы ламповых генераторов.

Высокочастотный нагрев диэлектриков и полупроводников. Установки зонной плавки.

Электронно-лучевая высоковакуумная печь для переплава особо чистой стали и тугоплавких материалов. Мощные электронные пушки. Характеристики оптической системы электронных пушек. Электронные установки зонной очистки металлов и выращивание монокристаллов. Электронные испарительные установки. Тепловой расчет и энергетические характеристики электронно-лучевых установок.

3. Процессы и установки для сварки и улучшения свойств материалов  
Электродуговая сварка. Особенности формирования сварочных дуг. Источники питания сварочных дуг. Плазменно-дуговая сварка и резка металлов. Физические основы плазменной сварки и резки металлов. Контактная сварка. Физические основы электрической контактной сварки. Стыковая сварка. Точечная сварка. Шовная сварка.

Электрооборудование установок контактной сварки.

Плазменная техника и технология. Основные типы и классификация плазмотронов атмосферного давления. Основные виды плазменных технологий (резка, плавка, сварка, напыление, плазмохимия, нанопорошки). Плазменно-ионные технологии и устройства (травление, очистка, нанесение покрытий, полировка). Приэлектродные явления и теплообмен в электродных пятнах, условия устойчивости горения электрических дуг.

Математическое моделирование и расчет плазмы, плазмотронов и плазменных технологий (уравнение энергии и движения, электромагнитные задачи).

Электроэрозионные и анодно-механические методы обработки металлов.

Электроэрозионная обработка металлов. Параметры импульсных разрядов. Основные операции, выполняемые электроэрозионным методом. Импульсные генераторы для электроэрозионной обработки. Анодно-механическая обработка металлов. Основы анодно-механической обработки. Разновидности анодно-механической обработки.

Электрогидравлические и магнитно-импульсные методы обработки. Установки для электрогидравлической обработки. Физические процессы, происходящие при высоковольтном электрическом разряде в жидкости. Генераторы импульсов тока.

Технологическое использование электрического разряда в жидкости. Магнитно-импульсная обработка металлов. Физические основы магнитно-импульсной обработки металлов. Элементы оборудования установок магнитно-импульсной обработки.

Характеристики операции магнитно-импульсной обработки.

Промышленные лазеры. Физические основы лазерной техники. Принцип действия и характеристики газовых лазеров, лазерные технологии.

Ультразвуковые установки и методы сварки, очистки и интенсификации технологических процессов.

#### 4. Электротехнологические и электрофизические процессы в экологии

Перспективы использования электротехнологических и электрофизических процессов для улучшения окружающей среды. Состояние и темпы загрязнения воздушной и водной среды промышленными и бытовыми отходами. Основные электрофизические и электротехнологические методы очистки окружающей среды. Очистка воздушной и водной среды посредством озона. Основные электрофизические методы получения озона.

Плазмохимические методы нейтрализации и разложения токсичных газов. Методы деструкции радиоактивных отходов.

#### 5. Источники электропитания электротехнологических и электрофизических установок

Источники питания электротехнологических и электрофизических установок с первичной энергией в виде электросети промышленной частоты. Источники питания для дуговых и руднотермических печей, выбор печных трансформаторов, методы регулирования мощности в печах. Системы управления режимом работы источника питания.

Источники питания постоянного тока для электротехнологических и электрофизических установок. Основные схемы выпрямления, регулирования тока и напряжения источников питания.

Формирование падающих вольтамперных характеристик источников. Условия совместимости источников питания с первичной сетью.

Источники питания звуковой и ультразвуковой частот для установок индукционного нагрева. Особенности построения схем инвертирования тока и выбор элементной базы для полупроводниковых источников питания печей индукционного

нагрева. Ламповые генераторы. Основные схемы генерации и регулирования мощности. Генераторные триоды, параметры ламповых генераторов.

Магнетронные источники питания сверхвысокой частоты для целей нагрева.

6. Автоматическое управление электротехнологическими и электрофизическими процессами

Принципы и задачи автоматического управления электротехнологическими и электрофизическими установками.

Импульсные и непрерывные методы регулирования режимов электротехнологических и электрофизических установок. Программное управление. Понятие о самонастраивающихся системах управления.

Автоматическое управление электропечами сопротивления. Позиционные регуляторы температуры. Динамика систем непрерывного регулирования температуры. Расчет и настройка регуляторов температуры. Современные типовые регуляторы температуры.

Автоматическое управление индукционными электротехнологическими установками.

Управление плавильными установками промышленной частоты. Принцип управления индукционными установками на средних частотах. Управление высокочастотными установками с ламповыми генераторами.

Автоматическое управление режимами дуговых сталеплавильных печей. Сталеплавильная печь как объект регулирования. Задачи управления. Промышленные регуляторы дуговых сталеплавильных печей. Системы комплексного управления дуговыми печами с применением ЭВМ. Автоматическое регулирование рудовосстановительных печей.

Автоматическое управление вакуумными дуговыми печами. Требования к автоматической системе ведения плавки. Автоматические регуляторы длины дуги и мощности нагревателя печи.

Автоматическое управление электрошлаковыми печами. Режимы работы электрошлаковой печи и выбор параметров регулирования.

Автоматическое управление плазменными, электронно-лучевыми и лазерными установками.

7. Особенности математического моделирования электротехнологических и электрофизических процессов

Структура и физический смысл основных уравнений, описывающих электротехнологические и электрофизические процессы (уравнения стационарной и нестационарной теплопроводности, баланса энергии, движения и неразрывности).

Уравнения электромагнитного поля (Максвелла, цепные задачи).

Плоские и цилиндрические задачи, граничные и начальные условия. Нелинейный характер уравнений и итерационный метод их решения. Элементы вычислительной математики: метод конечных элементов, конечных разностей, контрольного объема.

Аппроксимирующие функции. Конструирование дискретного аналога уравнений.

Обеспечение устойчивости и сходимости решения. Метод прямой и обратной прогонки

## 2.4 Перечень вопросов для теоретического экзамена

1. Современные проблемы использования электрической энергии для технологических процессов.
2. Эффект теплообразования при прохождении электрического тока по проводнику. Сопротивление проводника. Особенности тепловыделения в сопротивлении.
3. Электродуговая сварка. Особенности формирования сварочных дуг.
4. Основные виды продукции с предпочтительным производством на электротехнологических и электрофизических установках.
5. Основные законы теплопередачи от элемента сопротивления к объекту нагрева. Влияние геометрии рабочего пространства и третьих тел на теплопередачу.
6. Плазменно-дуговая сварка и резка металлов. Физические основы плазменной сварки и резки металлов.
7. Классификация электротехнологических и электрофизических установок.
8. Основные методы расчета стационарных и нестационарных тепловых полей. Решение тепловых задач с внутренними источниками тепла.
9. Контактная сварка. Физические основы электрической контактной сварки.
10. Электротехнологические установки с тепловым процессом формирования требуемого качества продукции
11. Электрические печи сопротивления. Основные виды и конструкции электрических цепей сопротивления.
12. Плазменная техника и технология. Основные типы и классификация плазмотронов атмосферного давления. Основные виды плазменных технологий (резка, плавка, сварка, напыление, плазмохимия, нанопорошки).
13. Основные методы преобразования электрической энергии в тепловую, их эффективность и распространенность в современных технологических процессах.
14. Электрические печи сопротивления. Тепловой расчет печей периодического действия. Тепловой расчет печей методического действия. Расчет нагревателей среднетемпературных и высокотемпературных печей.
15. Плазменно-ионные технологии и устройства (травление, очистка, нанесение покрытий, полировка).
16. Основные законы подобия и моделирования процессов в электротермических установках.
17. Особенности конструкции нагревателей с теплоотдачей преимущественно излучением. Особенности теплового расчета электрических печей с принудительной циркуляцией атмосферы.
18. Электроэрозионная обработка металлов. Параметры импульсных разрядов. Основные операции, выполняемые электроэрозионным методом.
19. Использование физического, математического и численного моделирования для решения задач электрического нагрева и его оптимизации.
20. Расчет электрических нагревателей с преимущественно конвективной теплоотдачей.
21. Анодно-механическая обработка металлов. Основы анодно-механической обработки. Разновидности анодно-механической обработки.
22. Перспективные направления в использовании электроэнергии для

технологических процессов.

23. Методы измерения и регулирования температур в электрических печах.

24. Установки для электрогидравлической обработки. Физические процессы, происходящие при высоковольтном электрическом разряде в жидкости. Генераторы импульсов тока. Технологическое использование электрического разряда в жидкости.

25. Географические, экономические и экологические аспекты использования электротехнологий и электрофизических технологий.

26. Электрический дуговой разряд как источник тепла. Параметры электрической дуги высокого и низкого давления.

27. Магнитно-импульсная обработка металлов. Физические основы магнитно-импульсной обработки металлов. Элементы оборудования установок магнитно-импульсной обработки. Характеристики операции магнитно-импульсной обработки.

28. Автоматическое управление электрошлаковыми печами. Режимы работы электрошлаковой печи и выбор параметров регулирования.

29. Приэлектродные процессы в электрических дугах.

30. Промышленные лазеры. Физические основы лазерной техники. Принцип действия и характеристики газовых лазеров, лазерные технологии.

31. Автоматическое управление плазменными, электронно-лучевыми и лазерными установками.

32. Методы расчета электрических цепей с дуговыми разрядами в контуре цепи.

33. Ультразвуковые установки и методы сварки, очистки и интенсификации технологических процессов.

34. Структура и физический смысл основных уравнений, описывающих электротехнологические и электрофизические процессы (уравнения стационарной и нестационарной теплопроводности, баланса энергии, движения и неразрывности).

35. Вольтамперная характеристика электрической дуги постоянного и переменного тока.

36. Перспективы использования электротехнологических и электрофизических процессов для улучшения окружающей среды.

37. Уравнения электромагнитного поля (Максвелла, цепные задачи).

38. Устойчивость системы с дуговым разрядом. Устойчивость дугового разряда при наличии возмущений. Влияние материала электродов и среды на устойчивость дугового разряда.

39. Основные электрофизические и электротехнологические методы очистки окружающей среды.

40. Плоские и цилиндрические задачи математического моделирования электротехнологических и электрофизических процессов, граничные и начальные условия. Нелинейный характер уравнений и итерационный метод их решения.

41. Плазма и ее разновидности. Особенности использования холодной плазмы в электротехнологических и электрофизических установках.

42. Источники питания электротехнологических и электрофизических установок с первичной энергией в виде электросети промышленной частоты.

43. Установки сквозного нагрева. Выбор основных параметров установок сквозного нагрева.

44. Дуговые печи прямого и косвенного действия. Особенности

теплообразования и теплопередачи в дуговых печах. Технологические процессы выплавки стали в дуговых печах.

45. Ламповые генераторы. Основные схемы генерации и регулирования мощности. Генераторные триоды, параметры ламповых генераторов.

46. Автоматическое управление вакуумными дуговыми печами. Требования к автоматической системе ведения плавки. Автоматические регуляторы длины дуги и мощности нагревателя печи.

47. Расчет электрических процессов в дуговой печи. Тепловой расчет и энергетический баланс процессов.

48. Источники питания постоянного тока для электротехнологических и электрофизических установок. Основные схемы выпрямления, регулирования тока и напряжения.

49. Автоматическое управление электрошлаковыми печами. Режимы работы электрошлаковой печи и выбор параметров регулирования.

50. Дуговая печь как нагрузка электрической сети.

51. Источники питания для установок индукционного нагрева. Особенности построения схем инвертирования тока и выбор элементной базы для полупроводниковых источников питания печей индукционного нагрева.

52. Индукционная поверхностная закалка. Выбор основных параметров установок индукционной закалки.

53. Особенности тепловых процессов в рудовосстановительных печах. Область применения, классификация и типы рудовосстановительных печей.

54. Источники питания для дуговых и рудно-термических печей, выбор печных трансформаторов, методы регулирования мощности в печах. Системы управления режимом работы источника питания.

55. Автоматическое управление режимами дуговых сталеплавильных печей. Сталеплавильная печь как объект регулирования. Задачи управления.

56. Дуговые вакуумные печи. Особенности технологических процессов плавки в вакуумных печах.

57. Магнетронные источники питания сверхвысокой частоты для целей нагрева.

58. Индукционные плавильные тигельные печи. Расчет основных параметров тигельной печи. Магнитогидродинамические процессы в ванне печи. Энергетический баланс установки.

59. Перенос и преобразование энергии в электромагнитном поле. Плоская волна, скин-эффект.

60. Импульсные и непрерывные методы регулирования режимов электротехнологических и электрофизических установок. Понятие о самонастраивающихся системах управления.

61. Источники питания и электрооборудование тигельных печей. Особенности расчета индукционных печей. Энергетический баланс канальной печи. Электродинамические явления в каналах печей.

62. Процесс взаимодействия электромагнитного поля с металлом. Электромагнитные явления в металлах с постоянной магнитной проницаемостью.

63. Автоматическое управление электропечами сопротивления. Позиционные регуляторы температуры.

64. Взаимодействие электромагнитного поля с плазмой и расплавленным

металлом.

65. Принцип индукционного нагрева. Методы расчета системы «индуктор - металл». Коэффициент полезного действия и коэффициент мощности системы «индуктор - металл».

66. Динамика систем непрерывного регулирования температуры. Расчет и настройка регуляторов температуры. Современные типовые регуляторы температуры

## 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. Электротехнологические промышленные установки: учебное пособие / В.Я. Фролов [и др.]; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет; под ред. В.Я. Фролова. – Санкт-Петербург: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 571 с.: ил.

2. Техника и технологии нанесения покрытий: учеб. пособие для вузов по направлению подгот. "Техн. физика" / В.Я. Фролов [и др.]; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008. – 386 с.

3. Лисенков, А.А. Вакуумно-дуговые устройства: учебное пособие для вузов по направлению подготовки 140400 "Техническая физика" / А.А. Лисенков, В.Я. Фролов; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008. – 247 с.

4. Иванов, В.Н. Индукционный нагрев металлов. Теория и практика: учеб. пособие для вузов по направлению подгот. "Техн. физика" / В.Н. Иванов, В.Я. Фролов, Д.В. Иванов; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008. – 360 с.

5. Иванов, В.Н. Плазменная техника и технология и индукционный нагрев.

Установки для индукционного нагрева цилиндрических заготовок под закалку и пластическую деформацию: учебное пособие / В.Н. Иванов, В.Я. Фролов, Д.В. Иванов; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. –109 с. Фролов, В.Я. Силовая электроника: учебное пособие для вузов по направлению подготовки магистров "Техническая физика" / В.Я. Фролов, В.В. Смородинов, С.Г. Зверев; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. –280 с.

6. Фролов, В.Я. Устройства силовой электроники и преобразовательной техники с разомкнутыми и замкнутыми системами управления в среде MATLAB-Simulink : учебное пособие / В.Я. Фролов, В.В. Смородинов. Изд. 2-е, стер. – Санкт-Петербург; Москва; Краснодар : Лань, 2018. – 329 с.

7. Фролов, В.Я. Физические основы применения низкотемпературной плазмы: учеб. пособие для вузов по направлению подгот. магистров "Техническая физика" / В.Я. Фролов, А.А. Лисенков, В.Т. Барченко; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 220 с.

8. Дресвин, С.В. Плазмотроны: конструкции, параметры, технологии: учеб. пособие для вузов по направлению 140400 "Техническая физика" / С.В. Дресвин, С.Г. Зверев; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2007. –207 с.

9. Фролов, В.Я. Плазмотермические и плазмохимические методы деструкции промышленных отходов: учеб. пособие для вузов по направлению подготовки 150400 "Техн. физика" и 280200 "Защита окружающей среды" / В.Я. Фролов ; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет.- СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2007. – 129 с.

**Приложение**

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

№ п/п	Научные (научно-исследовательские) достижения	Подтверждающий документ	Количество баллов за каждое достижение
1.	Научные публикации (тематика публикации должна соответствовать научной специальности, по которой поступающий участвует в конкурсе), в журналах перечня ВАК и приравненных к ним журналах, по категориям:	Копия статьи с выходными данными журнала, DOI, URL	
	категория К1;		<b>25</b>
	категория К2;		<b>15</b>
	категория К3.	<b>10</b>	
	Публикации, рецензируемые в РИНЦ	Копия статьи с выходными данными журнала, DOI, URL	<b>5</b>
2.	Гранты, проекты по выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, тематика которых соответствует научной специальности, по которому участвует поступающий, и в которых он являлся:	Копия подписанного соглашения с грантодателем	
	руководителем		<b>10</b>
	исполнителем		<b>5</b>
3.	Наличие документа, удостоверяющего авторство (соавторство) поступающего на достигнутый им научный (научно-методический, научно-технический, научно-творческий) результат интеллектуальной деятельности, тематика которых соответствует направлению подготовки в конкурсе, по которому участвует поступающий:	Копия патента или свидетельства	
	– патент на изобретение;		<b>10</b>
	– патент на полезную модель;		<b>7</b>
	– свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ;		<b>5</b>
	– свидетельство о государственной регистрации базы данных;		<b>5</b>
	– свидетельство о государственной регистрации топологии интегральных микросхем.		<b>5</b>
4.	Публикация в материалах международных и всероссийских научно-технических конференций, включая публикации в выпусках научных журналов, публикующих статьи по итогам конференций индексируемых в международной базе данных, проводимых не ранее чем за 2 года, предшествующих приему. Тематика публикации должна соответствовать научной специальности, по которой поступающий участвует в конкурсе:	Копии материалов конференций (тезисов докладов) с приложением титульных листов, DOI, URL (при наличии)	

	за конференцию, индексируемую в международной базе данных Web of Science 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.	Копия диплома	3
6.	Заверенная копия протокола ГЭК по защите выпускной квалификационной работы магистра (специалиста) с рекомендацией к продолжению обучения в аспирантуре	Протокол	5

Кандидат в аспирантуру

\_\_\_\_\_

(подпись)

\_\_\_\_\_

(Ф.И.О).

Предполагаемый научный руководитель

\_\_\_\_\_

(подпись)

\_\_\_\_\_

(Ф.И.О).

Ответственный по аспирантуре  
от института

\_\_\_\_\_

(подпись)

\_\_\_\_\_

(Ф.И.О).