

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



УТВЕРЖДАЮ

**Проректор по научно-организационной
деятельности**

Ю.С. Ключков

«14» апрель 2022 г.

ПРОГРАММА

**вступительного испытания
по специальной дисциплине**

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

**научная специальность
2.4.4. Электротехнология и электрофизика**

Санкт-Петербург

2022

Руководитель ОП

К.т.н.

Н.К. Куракина

Составители:

Докт. техн. наук, профессор

В.Я. Фролов

Канд. техн. наук, доцент

Д.В. Иванов

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

1. Область применения и нормативные ссылки

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

2. Структура вступительного экзамена

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

Программа содержит перечень тем (вопросов) по специальной дисциплине соответствующей научной специальности **2.4.4. 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	Индивидуальное достижение	Подтверждающий документ	Количество баллов за каждое достижение
1.	<p>Научные публикации (тематика публикации должна соответствовать научной специальности, по которой поступающий участвует в конкурсе):</p> <p>в журналах перечня ВАК;</p> <p>в журналах индексируемых в Scopus и (или) WoS (в том числе входящих в базу данных RSCI) Q1 или Q2;</p> <p>в журналах индексируемых в Scopus и (или) WoS (в том числе входящих в базу данных RSCI) Q3 или Q4.</p>	Копия статьи с выходными данными журнала, DOI, URL	
	в журналах перечня ВАК;		10
	в журналах индексируемых в Scopus и (или) WoS (в том числе входящих в базу данных RSCI) Q1 или Q2;		25
	в журналах индексируемых в Scopus и (или) WoS (в том числе входящих в базу данных RSCI) Q3 или Q4.		15
2.	Гранты, проекты по выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, тематика которых соответствует направлению подготовки в конкурсе, по которому участвует поступающий, и в которых он являлся:	Копия подписанного соглашения с грантодателем	
	руководителем		10
	исполнителем		5
3.	<p>Наличие документа, удостоверяющего авторство (соавторство) поступающего на достигнутый им научный (научно-методический, научно-технический, научно-творческий) результат интеллектуальной деятельности:</p> <p>– патент на изобретение;</p> <p>– патент на полезную модель;</p> <p>– свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ;</p> <p>– свидетельство о государственной регистрации базы данных;</p> <p>– свидетельство о государственной регистрации топологии интегральных микросхем.</p>	Копия патента или свидетельства	
	– патент на изобретение;		10
	– патент на полезную модель;		7
	– свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ;		5
	– свидетельство о государственной регистрации базы данных;		5
	– свидетельство о государственной регистрации топологии интегральных микросхем.		5

№ п/п	Индивидуальное достижение	Подтверждающий документ	Количество баллов за каждое достижение
4.	<p>Публикация в материалах международных и всероссийских научно-технических конференций, включая публикации в выпусках научных журналов, публикующих статьи по итогам конференций (изданиях типа Conference series и(или) Proceedings), проводимых не ранее чем за 2 года, предшествующих приему.</p> <p>Тематика публикации должна соответствовать научной специальности, по которой поступающий участвует в конкурсе:</p>	Копии материалов конференций (тезисов докладов) с приложением титульных листов, DOI, URL (при наличии)	
	за конференцию, индексируемую в 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

Оценка индивидуальных достижений проводится на собеседовании.

2.2. Структура и процедура проведения теоретического экзамена

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

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

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

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

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

2.3. Перечень тем для теоретического экзамена

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 закалки. 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.

6. 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.

7. 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.

8. 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.

9. 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.

10. 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

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

Кандидат в аспирантуру

(подпись)

(Ф.И.О).

Предполагаемый научный руководитель

(подпись)

(Ф.И.О).

Руководитель образовательных программ
по аспирантуре института

(подпись)

(Ф.И.О).