

**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

2.6.5. Порошковая металлургия и композиционные материалы

Санкт-Петербург

2026

Ответственный по аспирантуре

от института

к.т.н., доцент

Составители:

д.т.н., профессор

к.т.н., доцент

к.т.н.

О.В. Кочнева

А.А. Попович

С.В. Ганин

Л.В. Разумова

Программа рассмотрена и рекомендована к изданию Научно-техническим советом
(протокол № 4 от «18» марта 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 2.6.5. Порошковая металлургия и композиционные материалы.

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;		25
	категория К2;		15
	категория К3.	10	
	Публикации, рецензируемые в РИНЦ	Копия статьи с выходными данными журнала, DOI, URL	5
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		10
	исполнителем		5
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;		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 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		5

	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 экзамена

1. Процессы порошковой металлургии

Свойства порошков и порошковых материалов.

Физические характеристики порошков. Технологические свойства порошков. Электропроводность. Магнитные характеристики. Теплофизические свойства. Методы определения.

Технология процессов формования металлических порошков.

Подготовка порошков к формованию: классификация, химико-термическая обработка, приготовление смесей. Статическое прессование. Распределение плотности. Динамическое и импульсное прессование. Прокатка. Мундштучное прессование. Шликерное литье.

Теория прессования и прокатки металлических порошков.

Континуальные и дискретные механические модели порошков и пористых тел. Основы теории пластичности порошковых и пористых материалов. Основные уравнения процесса прессования порошков в закрытой пресс-форме. Теория процесса прокатки металлических порошков.

Основы теории спекания порошковых материалов.

Твердофазное и жидкофазное спекание. Влияние спекания на физико-механические свойства порошковых материалов и изделий.

Свойства порошковых материалов и изделий.

Антифрикционные и фрикционные материалы. Пористые материалы и изделия. Конструкционные материалы. Электротехнические материалы. Жаропрочные и жаростойкие порошковые сплавы. Композиционные порошковые материалы и изделия. Тугоплавкие соединения. Материалы с особыми физико-механическими свойствами. Твердые сплавы. Основные принципы конструирования структуры твердых сплавов. Технологические схемы производства твердых сплавов. Металлокерамические твердые сплавы. Сверхтвердые сплавы. Свойства и области применения твердых сплавов. Техно-экономические показатели и экология технологии получения материалов и изделий из металлических порошков.

2.Материаловедение и технология композиционных материалов

Теоретические основы конструирования и свойства композиционных материалов.

Особенности структуры и основные механические свойства КМ. Особенности структуры. Основные механические свойства. Межфазное взаимодействие и влияние методов изготовления на свойства. Поверхности раздела в КМ. Типы химического взаимодействия на поверхности раздела. Механические аспекты поверхности раздела. Физико-химические процессы на внутренних поверхностях раздела. Влияние состояния поверхности раздела на механические свойства.

Методы получения и свойства армирующих материалов различного типа, способы оценки этих материалов.

Получение КМ методом жидкофазного совмещения. Пропитка волокон расплавом матрицы. Пропитка в вакууме. Комбинированные методы пропитки. Методы твердофазного соствания матрицы и волокон. Диффузионная сварка под давлением. Получение КМ обработкой давлением. Методы порошковой металлургии. Изготовление КМ сваркой взрывом. Режимы изготовления и основные свойства материалов. Газофазные, химические и электрохимические процессы получения КМ. Методы газотермического напыления. Электрохимические методы. Химические методы.

Технология и свойства композиционных материалов на основе металлических матриц и керамики.

Технология композиционных материалы с металлической матрицей. Физические свойства. Механические свойства. Примеры металлокомпозитов. Технология композитов с керамической матрицей. Свойства композитов с матрицей из оксида алюминия. Свойства композитов со стеклокерамическими матрицами.

3.Теория и технология покрытий.

Цели и методы нанесения покрытий, их разновидности.

Роль материалов с покрытиями в технике. Классификация покрытий в зависимости от их назначения. Классификация методов нанесения покрытий. Контактные методы. Твердофазные методы: плакирование, окунание, электрофорез. Жидкофазные методы: оплавление, наплавка, погружение в расплав, растекание. Капельное напыление: плазменное, газопламенное, детонационное, высокочастотное. Газофазные методы: конденсация, термовакуумное напыление. Химические методы. Катодное и ионное распыление.

Строение, структура и эксплуатационные свойства покрытий.

Структурные элементы и границы между ними в покрытиях. Когезионная прочность напыленного покрытия. Износостойкость и антифрикционные свойства покрытий.

Основное оборудование для газотермического и электротермического нанесения покрытий на металлопродукцию.

Основные параметры плазменной струи.

Получение пакетных многослойных покрытий. Формирование поверхности изделий напылением.

Покрытия на основе тугоплавких оксидов. Покрытия на основе тугоплавких бескислородных соединений.

Метрологический контроль технологических параметров формирования свойств

Оценка эффективности технологии напыления покрытия. Показатели качества изделий. Методы измерения прочности сцепления покрытия с основой. Влияние термического расширения и остаточных напряжений на прочность сцепления покрытия с основой.

2.4. Перечень вопросов для теоретического экзамена

1. Получение металлических порошков химическими методами.
2. Получение металлических порошков механическими методами.
3. Получение металлических порошков в условиях высоких давлений.
4. Физико-химические и механические свойства частиц порошков.
5. Технологические свойства порошков и методы их определения.
6. Технология получения изделий из металлических порошков.
7. Деформационное уплотнение металлических порошков.
8. Статические способы прессования металлических порошков.
9. Динамические способы прессования металлических порошков.
10. Прокатка металлических порошков.
11. Шликерное формование.
12. Физико-химические процессы одно- и многофазного спекания.
13. Диффузионные характеристики процесса спекания.
14. Твердофазное спекание.
15. Жидкофазное спекание.
16. Основные свойства спеченных материалов и изделий.
17. Дополнительная обработка спеченных изделий.
18. Технология получения твердых сплавов и карбидосталей.
19. Особенности структуры композиционных материалов (КМ).
20. Особенности физико-механических свойств КМ.
21. Роль матрицы при распределении напряжений в дискретных волокнах.
22. Понятие критической длины дискретного волокна.
23. Зависимость критической длины волокна от параметров волокна.
24. Правило смеси (аддитивности) для расчетов прочности КМ.
25. Понятие критической объемной доли волокна в КМ.
26. Характер разрушения волокнистых КМ при растяжении (вдоль волокон).
27. Характер разрушения КМ при растяжении в зависимости от ориентации волокон.
28. Работа разрушения волокнистых КМ.
29. Основные признаки КМ.
30. Классификационное разделение КМ.

31. Типы взаимодействия на поверхностях раздела в КМ.
32. Механические аспекты поверхностей раздела в КМ.
33. Основные преимущества и недостатки метода получения КМ пропиткой.
34. Сущность процесса получения КМ диффузионной сваркой под давлением.
35. Особенности спекания при изготовлении КМ методом порошковой металлургии.
36. Особенности изготовления КМ сваркой взрывом.
37. Химическая металлизация при изготовлении КМ.
38. Методы газотермического напыления и их классификация.
39. Основные параметры газотермического напыления.
40. Способы и технологические особенности плазменного напыления.
41. Способы и технологические особенности газопламенного напыления.
42. Способы и технологические особенности детонационно-газового напыления.
43. Способы и технологические особенности электродуговой металлизации.
44. Методы вакуумного конденсационного напыления и их классификация.
45. Основные параметры вакуумного конденсационного напыления.
46. Способы и технологические особенности вакуумного конденсационного напыления покрытий термическим испарением.
47. Способы и технологические особенности вакуумного конденсационного напыления покрытий взрывным распылением материала.
48. Способы и технологические особенности вакуумного конденсационного напыления покрытий ионным распылением.

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. Гиршов В.Л., Цеменко В.Н., Котов С.А. Современные технологии в порошковой металлургии. Учебное пособие. – СПб.: Из-во Политехн. ун-та, 2010. -384с.
2. Цеменко В.Н. Процессы порошковой металлургии. Теория и физические основы уплотнения порошковых материалов.– СПб.: Из-во Политехн. ун-та, 2005. -116с.

3. Батаев А.А., Батаев В.А. Композиционные материалы: строение, получение, применение: Учебное пособие. – М: Университетская книга; Логос. –2006. – 400с.
4. Мэтьюз Ф., Роллингс Р. Композиционные материалы. Механика и технология. М: Техносфера, –2004. –408с.
5. Кудинов В.В., Бобров Г.В. Нанесение покрытий напылением. Теория, технология и материалы. Учебник для вузов.–М.: Металлургия, 1992.-432.
6. Техника и технология нанесения покрытий./ Фролов В.Я., Клубникин В.С., Петров Г.К., Юшин Б.А.. Учебное пособие.– СПб.: Из-во Политехн. ун-та, 2008. -387с.

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;		25
	категория К2;		15
	категория К3.		10
	Публикации, рецензируемые в РИНЦ	Копия статьи с выходными данными журнала, DOI, URL	5
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		10
	исполнителем		5
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;		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 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).