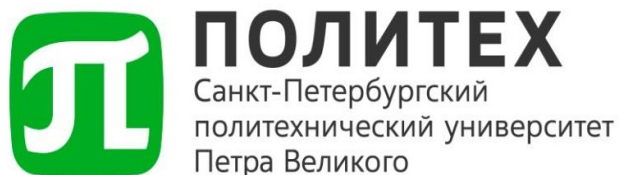


**федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»**

УТВЕРЖДАЮ



Проректор по научной работе



Ю.В. Фомин

« 18 » марта 2026 г.

ПРОГРАММА

**вступительного испытания
по специальной дисциплине**

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

**научная специальность
2.5.7. Технологии и машины обработки давлением**

Санкт-Петербург

2026

Ответственный по аспирантуре

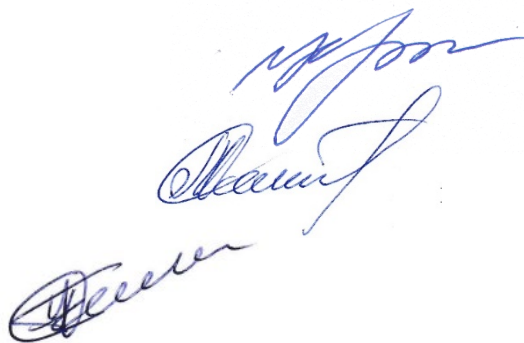
от института

К.т.н., доцент

Составители:

Д.т.н., профессор

К.т.н., доцент



О.В. Кочнева

М.М. Радкевич

С.Н. Степанов

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 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 **2.5.7. Технологии и машины обработки давлением.**

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 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

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. Теория обработки металлов давлением

Природа пластической деформации. Понятия о пластической деформации. Строение металлов. Холодная пластическая деформация монокристалла. Элементы теории дислокаций. Холодная пластическая деформация поликристалла. Упрочнение при холодной деформации. Кривые упрочнения. Влияние температуры и скорости деформации на процесс деформирования. Деформация при повышенных температурах; возврат и рекристаллизация. Виды деформации при обработке металлов давлением. Влияние температуры на сопротивление деформированию и пластичность. Влияние горячей деформации на свойства металла. Условие постоянства объема. Степень деформации на смещенный объем. Скорость деформации. Влияние скорости деформации на пластичность и сопротивлению деформированию. Напряжения. Общие понятия. Напряжения в координатных площадках. Напряжения в наклонной площадке. Главные нормальные напряжения. Понятие о тензоре напряжений. Эллипсоид напряжений. Главные касательные напряжения. Октаэдрические напряжения. Диаграмма напряжений Мора. Условия равновесия для объемного напряженного состояния. Осесимметричное напряженное состояние. Плоское напряженное и плоское деформированное состояния («плоская

задача»). Малые деформации и скорости деформаций. Компоненты перемещений и деформаций в элементарном объеме. Неразрывность деформаций. Скорости перемещений и скорости деформаций. Однородная деформация. Условие пластичности и основные предпосылки анализа процессов деформирования. Физический смысл условия пластичности. Геометрический смысл энергетического условия пластичности. Частные выражения условия пластичности. Влияние среднего по величине главного нормального напряжения. Связь между напряжениями и деформациями при пластическом деформировании. Механическая схема деформации. Принцип подобия. Контактное трение при пластическом деформировании. Принцип наименьшего сопротивления. Неравномерность деформаций и дополнительные напряжения. Методы определения деформирующих усилий и работ деформации. Общие положения. Решение дифференциальных уравнений равновесия совместно с условием пластичности. Основы метода расчета деформирующих усилий по приближенным уравнениям равновесия и условию пластичности. Метод линий скольжения. Понятие о методе верхней оценки. Метод сопротивления материалов пластическим деформациям. Метод баланса работ. Визеоэластический метод. Краткое сопоставление методов решения задач пластического деформирования.

2. Технологии обработки металлов давлением

Операцииковки и объемной штамповки. Осадка. Толстостенная труба под равномерным давлением. Вытяжка. Выдавливание. Прошивка. Объемная штамповка в открытых штампах. Операции листовой штамповки. Гибка. Вытяжка без утонения стенки. Отбортовка. Обжим. Вытяжка с утонением стенки. Вырубка и пробивка

1. Кузнечно-штамповочные машины

Кривошипные прессы. Типовые конструкции кривошипных прессов. Принцип действия. Классификация кривошипных прессов. Основные признаки для конструктивного подразделения кривошипных прессов. Универсальные листоштамповочные прессы простого действия. Вытяжные прессы двойного и тройного действия. Прессы тройного действия для чистой вырубке. Листоштамповочные прессы-автоматы. Общие тенденции в развитии листоштамповочных прессов. Гибочные прессы и автоматы. Кривошипные горячештамповочные прессы. Обрезные прессы. Чеканочные прессы и прессы для выдавливания. Горизонтально-ковочные машины. Прессы-автоматы для объемной штамповки. Прессы-автоматы для прессования деталей из металлических порошков. Ножницы. Прессы с кривошипно-коромысловым механизмом. Прессы с кривошипно-ползунным механизмом. Прессы с кривошипно-колеиным механизмом. Системы управления кривошипными прессами. Техника безопасности.

Гидравлические прессы. Принцип действия и классификация. Прессы дляковки. Прессы для объемной штамповки. Прессы для листовой штамповки. Прессы для разделки и ломки проката. Прессы для переработки пластмасс и неметаллических материалов. Типовые приводы гидравлических прессов. Винтовые прессы. Принцип действия и классификация. Определение силовых параметров. Двухдисковые прессы. Динамический расчет двухдискового пресса. Винтовые прессы с муфтой включения. Электровинтовой пресс с дуговым статором. Параметры привода электровинтового пресса с дуговым

статором. Гидровинтовой пресс. Прессы с орбитально-вращающимся рабочим инструментом. Привод раскатной головки. Гидравлический пресс с орбитально-вращающейся раскатной головкой. Прессы с соосно-вращающимся штамподержателем. Молоты. Принцип действия и классификация. Циклы подвижных частей. Типовые конструктивные схемы. Коэффициент полезного действия удара. Типы молотов и их применение. Требования к конструкции ковочных и штамповочных молотов. Станины. Шабот. Рабочий цилиндр с предохранительным устройством. Падающие части. Высокоскоростные газовые молоты. Высокоскоростные взрывные молоты. Общие сведения. Пневматические молоты. Механические молоты. Гидравлические молоты. Тенденции в развитии приводных молотов. Термомеханический расчет молотов бесшаботных паровоздушных молотов. Энергоносители паровоздушных и газовых молотов. Циклы молотовых установок. Методы термомеханического расчета паровоздушных молотов. Предполагаемое изменение параметров пара. Основные размеры цилиндра молота. Холостые качания падающих частей штамповочного молота. Рабочие ходы штамповочного молота. Скорости движения и число ударов молота. Коэффициент полезного действия паровоздушного молота. Расчет молота при работе на сжатом воздухе или перегретом паре. Ротационные машины. Принцип действия и классификация. Гибочные машины. Правильные машины. Дисковые ножницы. Ковочные вальцы. Элементы расчета ротационно-валковых машин. Ротационно-ковочные машины. Радиально-обжимаемые машины.

Проектирование исполнительных механизмов кузнечно-штамповочных машин. Проектирование исполнительных механизмов вытяжных прессов двойного действия. Проектирование кулачкового механизма кривошипных прессов. Основы силового расчета. Расчет сил и крутящего момента в кривошипно-ползунном механизме. Силы и крутящий момент в кривошипно-коленном механизме чеканочного пресса. Силовой расчет балок и валов на упругом основании. Расчет коленчатого вала на усталостную прочность. Расчет зубчатых передач на усталостную прочность. Коэффициент долговечности. Условие прочности и номинальное усилие кривошипного пресса. Жесткость кривошипного пресса. Энергетические возможности кривошипных прессов. Графики деформирующей силы. Нагрузочные графики кривошипных прессов. Расход энергии в приводе кривошипного пресса. Выбор электродвигателя и маховика. Коэффициенты полезного действия кривошипного пресса. График работоспособности кривошипного пресса. Станины. Узлы и детали привода. Узлы и детали главного исполнительного механизма. Трение в подшипниках и направляющих. Механизмы парораспределения и управления. Станины и фундаменты кузнечно-штамповочных машин. Подвижные поперечины. Рабочие и возвратные цилиндры. Стол. Фундаменты. Расчет основных технологических узлов и деталей кузнечно-штамповочных машин.

Рабочие жидкости кузнечно-штамповочных машин Характеристика рабочих жидкостей кузнечно-штамповочных машин. Основные понятия и уравнения гидродинамики. Уравнение Бернулли для течения жидкости в трубопроводе. Гидравлические сопротивления в трубопроводах. Ударные явления в гидроприводе прессовых установок. Насосы. Мультипликаторы. Распределительные и регулирующие устройства. Вспомогательные устройства. Уплотнительные устройства. Трубопроводы и арматура. Динамический расчет насосно-аккумуляторного привода. Расчет энергетических параметров насосно-аккумуляторного привода. Предварительный расчет основных

параметров насосно-аккумуляторного привода. Расчет энергии, поглощаемой компенсаторами гидравлического удара. Системы смазывания.

4. Компьютерное моделирование процессов обработки давлением

Основные понятия САПР; этапы развития и роль в производственном процессе. САПР базовые компоненты. Модель проектирования технологических процессов. Модель проектирования штампов и кузнечно-штамповочного оборудования. Общие принципы построения САПР. Технические средства САПР, математическое, программное и лингвистическое обеспечение; обеспечение машинной графики. Языки для описания объекта проектирования. Инженерный анализ: виды анализа, подготовка схемы и математической модели, представление результатов. Специализированные интегрированные системы анализа. Многовариантный анализ и оптимизация. Интегрированные комплексы САПР. Характеристика специализированных систем.

2.4. Перечень вопросов для теоретического экзамена

1. Природа пластической деформации. Понятия о пластической деформации. Строение металлов.
2. Холодная пластическая деформация монокристалла.
3. Холодная пластическая деформация поликристалла.
4. Упрочнение при холодной деформации. Кривые упрочнения.
5. Влияние температуры и скорости деформации на процесс деформирования. Деформация при повышенных температурах; возврат и рекристаллизация. Виды деформации при обработке металлов давлением.
6. Влияние температуры на сопротивление деформированию и пластичность. Влияние горячей деформации на свойства металла.
7. Скорость деформации. Влияние скорости деформации на пластичность и сопротивлении деформированию.
8. Напряжения. Напряжения в координатных площадках. Напряжения в наклонной площадке. Главные нормальные напряжения.
9. Понятие о тензоре напряжений. Эллипсоид напряжений. Главные касательные напряжения. Октаэдрические напряжения.
10. Диаграмма напряжений Мора. Условия равновесия для объемного напряженного состояния. Осесимметричное напряженное состояние. Плоское напряженное и плоское деформированное состояния («плоская задача»).
11. Малые деформации и скорости деформаций. Компоненты перемещений и деформаций в элементарном объеме. Неразрывность деформаций. Скорости перемещений и скорости деформаций. Однородная деформация.
12. Условие пластичности и основные предпосылки анализа процессов деформирования. Физический смысл условия пластичности. Геометрический смысл энергетического условия пластичности. Частные выражения условия пластичности.
13. Влияние среднего по величине главного нормального напряжения. Связь между напряжениями и деформациями при пластическом деформировании. Механическая схема деформации. Принцип подобия.

14. Контактное трение при пластическом деформировании. Принцип наименьшего сопротивления. Неравномерность деформаций и дополнительные напряжения.
15. Методы определения деформирующих усилий и работ деформации. Решение дифференциальных уравнений равновесия совместно с условием пластичности.
16. Основы метода расчета деформирующих усилий по приближенным уравнениям равновесия и условию пластичности.
17. Метод линий скольжения.
18. Метод сопротивления материалов пластическим деформациям.
19. Метод баланса работ.
20. Визуально-пластический метод.
21. Операцииковки и объемной штамповки
22. Операции листовой штамповки.
23. Кривошипные прессы.
24. Гибочные прессы и автоматы
25. Гидравлические прессы Винтовые прессы
26. Молоты
27. Ротационные машины.
28. Методы проектирования исполнительных механизмов кузнечно-штамповочных машин.
29. Станины и фундаменты кузнечно-штамповочных машин.
30. Рабочие жидкости кузнечно-штамповочных машин.
31. Основные понятия САПР; этапы развития и роль в производственном процессе. Базовые компоненты САПР. Общие принципы построения САПР.
32. Модель проектирования технологических процессов на основе САПР.
33. Модель проектирования штампов и кузнечно-штамповочного оборудования на основе САПР.
34. Технические средства САПР, математическое, программное и лингвистическое обеспечение; обеспечение машинной графики.
35. Языки для описания объекта проектирования.
36. Инженерный анализ: виды анализа, подготовка схемы и математической модели, представление результатов. Специализированные интегрированные системы анализа.
37. Многовариантный анализ и оптимизация.

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. Живов Л.И., Овчинников А.Г., Складчиков Е.Н. Кузнечно- штамповочное оборудование. Учебник для вузов / Под ред. Л.И. Живова. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. - 560 с.
2. Холодная штамповка. Справочник / Л.Л. Григорьев, К.М. Иванов, Э.Е. Юргенсон. Под ред. Л.Л. Григорьева. -СПб.: Политехника, 2009. - 665с.
3. Ковка и штамповка: справочник. В 4т. [Т.]3: Холодная объемная штамповка. Штамповка металлических порошков / [Е. Г. Белков [и др.]] ; под ред. А. М. Дмитриева . 2010. - 348 с.
4. Ковка и штамповка: справочник. В 4т. Т.2. Горячая объемная штамповка. - 2-е изд., перераб. и доп. / Под общ. Ред. Е.И. Семенова. - М: Машиностроение, 2010. - 720 с:
5. Мамутов В.С., Мамутов А.В. Теория обработки металлов давлением. Компьютерное моделирование процессов листовой штамповки: Учеб. пособие. СПб.: Изд-во Политехи. Ун-та, 2006. 188 с.
6. Математические методы обработки экспериментальных данных. Учебное пособие / В.Н. Востров, П.А.Кузнецов, С.Н. Кункин, Э.Е. Юргенсон. - СПб.: Изд. ПИМаш, 2008. - 156 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;		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).