

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



**УТВЕРЖДАЮ**

**Проректор по научно-организационной  
деятельности**

**Ю.С. Клочков**

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

**Санкт-Петербург**

**2022**

Руководитель ОП

К.т.н., доцент

О.В. Кочнева

Составители:

Д.т.н., профессор

М.М. Радкевич

К.т.н., доцент

С.Н. Степанов

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 **2.5.7. 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	Индивидуальное достижение	Подтверждающий документ	Количество баллов за каждое достижение
1.	Научные публикации (тематика публикации должна соответствовать научной специальности, по которой поступающий участвует в конкурсе):	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.	Наличие документа, удостоверяющего авторство (соавторство) поступающего на достигнутый им научный (научно-методический, научно-технический, научно-творческий) результат интеллектуальной деятельности:	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> <p>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).</p> <p>за прочие конференции.</p>	Копии материалов конференций (тезисов докладов) с приложением титульных листов, DOI, URL (при наличии)	
			5
			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. 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. Главные нормальные напряжения. Понятие о тензоре напряжений. Эллипсоид напряжений. Главные касательные напряжения. Октаэдрические напряжения. 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.

### **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

### **3. 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 чистовой вырубки. Листоштамповочные прессы-автоматы. Общие тенденции в развитии листоштамповочных прессов. Гибочные прессы и автоматы. Кривошипные горячештамповочные прессы. Обрезные прессы. Чеканочные прессы и прессы для выдавливания.

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.

Пневматические молоты. Механические молоты. Гидравлические молоты. Тенденции в развитии приводных молотов. Термомеханический расчет молотов бесшабтных паровоздушных молотов. Энергоносители паровоздушных и газовых молотов. Циклы молотовых установок.

Расчет коленчатого вала на усталостную прочность. Расчет зубчатых передач на усталостную прочность. Коэффициент долговечности. Условие прочности и номинальное усилие кривошипного пресса. Жесткость кривошипного пресса.

#### **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.

##### **3.1. 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 сопротивление 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. Визеоэластический 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.

### **3.2. 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.

### **3.3.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

(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	
<b>Суммарный рейтинговый балл</b>			

Кандидат в аспирантуру

\_\_\_\_\_

(подпись)

\_\_\_\_\_

(Ф.И.О).

Предполагаемый научный руководитель

\_\_\_\_\_

(подпись)

\_\_\_\_\_

(Ф.И.О).

Руководитель образовательных программ по аспирантуре института

\_\_\_\_\_

(подпись)

\_\_\_\_\_

(Ф.И.О).