

**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  
2.1.9. Строительная механика**

Санкт-Петербург

2022

Руководитель ОП

К.т.н, доцент

Ю.В. Волкова

Составители:

Д.т.н, профессор

В.В.Лалин

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 **2.1.9 Строительная механика**.

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.	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:	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. Строительная механика

Статически определимые и неопределимые системы. Кинематический анализ плоских стержневых систем. Определение перемещений в стержневых системах. Основные

теоремы о линейных стержневых системах. Метод сил. Метод перемещений.  
Устойчивость стержней.

## **2. Теория упругости**

Основные гипотезы теории упругости. Теория напряжений. Теория деформаций.  
Уравнения равновесия. Физические уравнения теории упругости. Постановка граничных условий. Основные теоремы о линейно упругих системах. Условие совместности деформаций. Плоская деформация. Плоское напряженное состояние. Основы физической нелинейности и пластичности.

## **3. Динамика сооружений**

Динамические степени свободы. Системы с конечным числом степеней свободы.  
Уравнения движения для систем с одной и  $n$ - степенями свободы. Собственные частоты и формы колебаний. Затухающие и незатухающие колебания. Вынужденные колебания. Коэффициент динамичности.

## **4. Основы метода конечных элементов**

Вариационные постановки одномерных задач строительной механики.  
Аппроксимирующие функции. Матрица жесткости конечного элемента. Столбец узловых нагрузок. Построение системы разрешающих уравнений. Учет граничных условий. Решение системы уравнений и определение усилий в элементах.

### **2.4. Перечень вопросов для теоретического экзамена**

1. Определение и свойства статически определимых стержневых систем.
2. Определение и свойства статически неопределимых стержневых систем.
3. Отличие и сходство статически определимых и статически неопределимых стержневых систем.
4. Определение перемещений в стержневых системах.
5. Основные теоремы о линейных стержневых системах.
6. Метод сил для расчета статически неопределимых стержневых систем
7. Метод перемещений для расчета статически неопределимых стержневых систем
8. Метод разложения по собственным формам колебаний в задачах динамики
9. Способы вычисления интегралов при определении перемещений в стержневых системах
10. Основные гипотезы теории упругости
11. Теория напряжений в теории упругости
12. Теория деформаций в теории упругости
13. Уравнения равновесия в теории упругости
14. Граничные условия в теории упругости
15. Физические уравнения в теории упругости. Линейный закон Гука.
16. Определение и свойства главных деформаций в теории упругости

17. Определение и свойства главных напряжений в теории упругости
18. Динамические степени свободы. Уравнения движения для систем с одной и с «n» степенями свободы
19. Собственные частоты и формы колебаний систем с одной и с «n» степенями свободы
20. Вынужденные колебания, затухающие и незатухающие колебания
21. Основные понятия метода конечных элементов (на примере плоской задачи теории упругости)
22. Матрица жесткости конечного элемента (на примерах стержневых систем и плоской задачи теории упругости)
23. Столбец узловых нагрузок конечного элемента (на примерах стержневых систем и плоской задачи теории упругости)
24. Построение системы разрешающих уравнений метода конечных элементов (на примерах стержневых систем и плоской задачи теории упругости)
25. Вариационная постановка плоской задачи теории упругости
26. Вариационные постановки краевых задач строительной механики (на примере задачи об изгибе стержня)
27. Плоская деформация в теории упругости
28. Основные неизвестные и уравнения в задачах изгиба тонких пластин
29. Преобразование матрицы жесткости конечного элемента при замене системы координат (на примерах стержневых систем)
30. Плоское напряженное состояние в теории упругости

### 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.       Бабанов В.В. Строительная механика. Т.1. М.2011. Бабанов В.В. Строительная механика Т.2. М. 2011
2.       Трушин С.И. Строительная механика. Метод конечных элементов. М. 2016
3.       Лалин В.В., Зданчук Е.В. Теория упругости. СПб. 2022
4.       Масленников А.М. Динамика и устойчивость сооружений. М. 2016
5.       Бирбраер А.Н. Экстремальные воздействия на сооружения. СПб. 2009.
6.       Золотов А.Б. Численные и аналитические методы расчета строительных конструкций. М. 2009.
7.       Ильин В.П. Методы и технологии конечных элементов. Новосибирск. 2007.  
Белкин А.Е. Расчет пластин методом конечных элементов. М. 2008.



## 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).